



CONFERINȚA TEHNICO-ȘTIINȚIFICĂ A STUDENȚILOR, MASTERANZILOR ȘI DOCTORANZILOR

Chișinău, 29-31 martie 2022

**TECHNICAL SCIENTIFIC CONFERENCE OF
UNDERGRADUATE, MASTER AND PHD STUDENTS**

Chișinău, March 29-31, 2022

VOL. I



Chișinău 2022

CZU 082:378=00

C 65

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII DIN REPUBLICA MOLDOVA

Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor = Technical Scientific Conference of Undergraduate, Master and PhD Students, 29-31 martie 2022, Chișinău / comitetul organizatoric: Bostan Viorel [et al.] ; comitetul de program: Cujba Rodica [et al.]. – Chișinău : Tehnica-UTM, 2022 – . – ISBN 978-9975-45-828-3.

Cerințe de sistem: PDF Reader.

Vol. 1. – 2022. – 674 p.: fig., tab. – Antetit.: Universitatea Tehnică a Moldovei. – Texte, rez.: lb. rom., engl., fr., rusă. – Referințe bibliogr. la sfârșitul art. – ISBN 978-9975-45-829-0 (PDF).

082:378=00

C 65

UTM, 2004, Chișinău, bd. Ștefan cel Mare și Sfânt, 168
Editura „Tehnica-UTM”, 2045, Chișinău, str. Studenților, 9/9

ISBN 978-9975-45-828-3

ISBN 978-9975-45-829-0 (Vol. I)

© Universitatea Tehnică a Moldovei, 2022

COMITETUL ORGANIZATORIC:

BOSTAN Viorel, Dr. hab., prof. univ., Rector al UTM, Rep. Moldova

TRONCIU Vasile, Dr. hab., prof. univ., Prorector pentru cercetare și doctorat, UTM, Rep. Moldova;

SIMINIUC Rodica, Dr., conf.univ., Director Școala Doctorală UTM, Rep. Moldova;

BORDOS Ruslan, Dr., lect.univ., Decan FUA, UTM, Rep. Moldova;

BUZEA Carmen, Dr., prof.univ., Prorector pentru activitatea de cercetare științifică și informatizare, Universitatea Transilvania Brașov, România;

CILOCI Rafael, Dr., conf.univ., Decan FIEB, UTM, Rep. Moldova;

CIORBĂ Dumitru, Dr., conf.univ., decan FCIM, UTM, Rep. Moldova;

COTEATĂ Margareta, dr., conf. univ., Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, România;

DÎNTU Sergiu, Dr., conf.univ., Decan FIMIT, UTM, Rep. Moldova;

GROPA Victor, Dr., conf.univ., Decan FEIE, UTM, Rep. Moldova;

MUNTEANU Radu Adrian, Dr.ing. hab., prof.univ., Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, România;

NISTIRIUC Pavel, Dr., conf. univ., Decan FET, UTM, Rep. Moldova;

NISTOR-LOPATENCO Livia, Dr., conf.univ., Decan FCGC, UTM, Rep. Moldova;

RADZIUNAS Mindaugas, Dr., cerc. coord., Institutul Weierstrass, Berlin, Germania;

SUBOTIN Iurie, Dr., conf. univ., Decan FTA, UTM, Rep. Moldova;

TRONCIU Sergiu, Dr., conf.univ., Decan FTP, UTM, Rep. Moldova.

ORGANIZING COMMITTEE:

BOSTAN Viorel, Dr.hab., Prof., Rector of TUM, Rep. of Moldova.

TRONCIU Vasile, Dr.hab., Prof., Vice-rector for research and doctorate, TUM, Rep. of Moldova;

SIMINIUC Rodica, Dr., Assoc. prof., Director of the PhD School, TUM, Rep. of Moldova;

BORDOS Ruslan, Dr., Univ. lect., Dean of FAUP, TUM, Rep. of Moldova;

BUZEA Carmen, Dr., Prof., Vice-rector for scientific research activity and informatization, Transilvania University of Brașov, Romania;

CILOCI Rafael, Dr., Assoc. prof., Dean of FEEB, TUM, Rep. of Moldova;

CIORBĂ Dumitru, Dr., Assoc. prof., Dean of FCIM, TUM, Rep. of Moldova;

COTEATĂ Margarita, Dr., Gheorghe Asachi Technical University of Iasi, Romania;

DÎNTU Sergiu, Dr., Assoc. prof., Dean of FMET, TUM, Rep. of Moldova;

GROPA Victor, Dr., Assoc. prof., Dean of FPEE, TUM, Rep. of Moldova;

MUNTEANU Radu Adrian, Dr. ing. hab., Prof., Technical University of Cluj-Napoca, Romania;

NISTIRIUC Pavel, Dr., Assoc. prof., Dean of FET, TUM, Rep. of Moldova;

NISTOR-LOPATENCO Livia, Dr., Assoc. prof., Dean of FCGC, TUM, Rep. of Moldova;

RADZIUNAS Mindaugas, Dr., Senior scientist, Weierstrass Institute Berlin, Germany;

SUBOTIN Iurie, Dr., Assoc. prof., Dean of FFT, TUM, Rep. of Moldova;

TRONCIU Sergiu, Dr., Assoc. prof., Dean FTP, TUM, Rep. of Moldova.

COMITETUL DE PROGRAM:

CUJBA Rodica, Dr., șef Direcția Cercetări Științifice, UTM, Rep. Moldova;
GUDIMA Natalia, Inginer principal Direcția Cercetări Științifice, UTM, Rep. Moldova;
BRAGUȚA Eugeniu, Dr., lec. univ., Dep. Ingineria Infrastructurii Transporturilor, UTM, Rep. Moldova;
CREȚU Vasiliu, Dr., conf., Dep. Microelectronică, și Inginerie Biomedicală, UTM, Rep. Moldova;
GUTU-CHESTRUȘCA Corina, Dr., lect. univ., Dep. Energetică, UTM, Rep. Moldova;
MALCOCI Iulian, Dr., conf. univ., Dep. Bazele Proiectării Mașinilor, UTM, Rep. Moldova;
PALADI Daniela, Dr., conf. univ., Dep. Alimentație și Nutriție, UTM, Rep. Moldova;
SANDULEAC Ionel, Dr., conf. univ., Dep. Fizică, UTM, Rep. Moldova;
SCRIPCENCO Angela, Dr., conf. univ., Dep. Textile și Poligrafie, UTM, Rep. Moldova;
ȚIBICHI Viorica, Dr., conf., Dep. Inginerie Civilă și Geodezie, UTM, Rep. Moldova;
ȚURCAN Iuliu, Dr., conf. univ., Dep. Economie și Management, UTM, Rep. Moldova.

PROGRAMME COMMITTEE:

CUJBA Rodica, Dr., Head of the Department of Scientific Researches, TUM, Rep. of Moldova;
GUDIMA Natalia, Chief engineer, Department of Scientific Researches, TUM, Rep. of Moldova;
BRAGUȚA Eugeniu, Dr., univ. lect., Dep. of Transportation Infrastructure Engineering, TUM, Rep. of Moldova;
CREȚU Vasiliu, Dr., assoc. prof., Dep. of Microelectronics and Biomedical Engineering, TUM, Rep. of Moldova;
GUTU-CHESTRUȘCA Corina, Dr., univ. lect., Dep. of Power Engineering, TUM, Rep. of Moldova;
MALCOCI Iulian, Dr., assoc. prof., Dep. of Basics of Machinery Design, TUM, Rep. of Moldova;
PALADI Daniela, Dr., assoc. prof., Dep. of Food and Nutrition, TUM, Rep. of Moldova;
SANDULEAC Ionel, Dr., assoc. prof., Dep. of Physics, TUM, Rep. of Moldova;
SCRIPCENCO Angela, Dr., assoc. prof., Dep. of Textile and Polygraphy, TUM, Rep. of Moldova;
ȚIBICHI Viorica, Dr., assoc. prof., Dep. of Civil Engineering and Geodesy, TUM, Rep. of Moldova;
ȚURCAN Iuliu, Dr., assoc. prof., Dep. of Economy and Management, TUM, Rep. of Moldova.

CUPRINSUL / CONTENTS

SECȚIA ELECTRONICĂ ȘI TELECOMUNICAȚII SECTION OF ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS	16
SMART LIFT – SISTEM INTELIGENT DE DESERVIRE A ASCENSOARELOR	
Maria CERNEI	17
VULNERABILITĂȚILE SISTEMELOR DE AUTENTIFICARE CU DOI FACTORI (2FA)	
Maria CERNEI	23
ELABORAREA SOFTULUI PENTRU ANALIZA ȘI PREVENIREA INTERFERENȚEI POTENȚIALE ÎNTRE SISTEMELE 5G ȘI DE TELEVIZIUNE DIGITALĂ TERESTRĂ DIN BANDA 700 MHZ	
Mihail CICLICCI	27
INVESTIGAȚII DE CODIFICAREE SI TRANSMITEREA MESAJULUI CU FOLOSIREA METODEI OOPSK	
Veronica DOBROVOLSCHI.....	31
UNDELE MILIMETRICE - METODA MODERNĂ DE DIAGNOSTICĂ ȘI TRATAMENT	
Natalia GUBCEAC	35
INVESTIGAȚII ALE GENERĂRII DE IMPULSURI ÎN LASERE CU MEDIU ACTIV GROPI CUANTICE CU ABSORBANT DE SATURAȚIE	
Eugeniu GRIGORIEV	39
ANALIZA POLITICILOR DE SECURITATE PENTRU DISPOZITIVELE TERMINALE DIN REȚELELE UNIVERSITARE	
Denis MALISENCU	43
ANALIZA RISCURILOR ȘI AMENINȚARILOR DE SECURITATE ALE DISPOZITIVELOR IoT	
Mihaela MĂMĂLIGĂ.....	47
INTERNETUL LUCRURIILOR (IoT) – VIITORUL UMANITĂȚII	
Mihaela MĂMĂLIGĂ.....	52
APLICAREA FRAMEWORKULUI QUARKUS ÎN CADRUL ARHİTECTURII BAZATE PE MICROSERVICII	
Gabriel TUREȚCHI, Olga CERBU.....	56
SECȚIA ENERGETICĂ ȘI INGINERIE ELECTRICĂ SECTION OF ENERGETICS AND ELECTRICAL ENGINEERING.....	60
MĂSURAREA ȘI ÎNREGISTRAREA PRODUSELOR PETROLIERE ȘI GAZELOR LICHIFIATE	
Alexandrina BERZEDEANU, Dan STAVILA	61
STUDIU IMPACTULUI SISTEMELOR SOLARE ASUPRA MEDIULUI	
Visarion-Cătălin IFRIM	66
CELULA DE COMBUSTIBIL CU APĂ A LUI STANLEY MEYER	
Florin TESLARI, Vladislav ENACHI	71

AUTONOMOUS VEHICLES

Radu-Ionel VĂTAFU, Andrei Petrișor LĂBUS, Dragoș-Ioan DOBROTĂ..... 76

SISTEM COMPLEX PENTRU DETECTAREA INCENDIILOR

Marian BEJENAR..... 79

STUDIU PRESIUNII ȘI DISTRIBUȚIEI FLUXULUI DE LICHID CALOPOTOR ÎN TERMOGENERATORUL CU MAGNETI PERMANENȚI

Octavian MANGOS..... 84

PERSPECTIVA UTILIZĂRII SURSELOR DE ENERGIE REGENERABILĂ ÎN SECTORUL REZIDENTIAL

Sorin ȚURCAN..... 89

SISTEME HIBRIDE ACTUALE DE PRODUCERE A ENERGIEI ELECTRICE ȘI TERMICE

Teodor POP, Radu-Dumitru PENTIUC, Laurențiu-Dan MILICI, Cezar-Dumitru POPA, Constantin UNGUREANU 94

ВЫРАБОТКА ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА БАЗЕ ТВЕРДОГО БЫТОВОГО МУСОРА

Дмитрий КРИСТЕВ 100

O VEDERE DE ANSAMBLU ASUPRA ADECVANȚEI SISTEMELOR DE GENERARE A ENERGIEI ELECTRICE

Ionuț ILIȘESCU 105

UTILIZAREA APLICAȚIILOR DE REALITATE AUGMENTATĂ ÎN ACTIVITATEA DIDACTICĂ

Iulian ROTARI 109

APLICAȚIA INDUSTRIALĂ A EFECTULUI ELECTRO-HIDRAULIC ÎN MAȘINELE DE ȘТАНТАТ

Andrei MEDEIȘA 114

ALGORITMI PENTRU CONTROLUL ȘI REGLAREA AUTOMATĂ A SISTEMELOR ELECTROMECANICE DISTRIBUITE PROGRAMABILE PENTRU STAȚIILE DE TRATARE A APELOR UZATE

Artiom MOLDOVAN 118

IDENTIFICAREA CAPACITĂȚII DE TRANSPORT A UNEI LINII DE DISTRIBUȚIE ÎN PREZENȚA GENERĂRII DISTRIBUIT

Iulian ROTARI, Adrian ROTARU 123

SCHEMA TRIUNGHI CU REGLARE ÎN TRIUNGHI UTILIZATĂ LA CONTROLUL MĂRIMILOR DE STARE A LINIILOR ELECTRICE

Sveatoslav POSTORONCĂ 127

SEGWAY-PERSONAL TRANSPORTER

Cristian HAIDUCU 131

DETERMINAREA TENSIUNII DE DEPLASARE A NEUTRULUI PRIN METODA COMPONENTELOR SIMETRICE

Iulian ROTARI, Zinaida PETROV 135

MODALITĂȚI DE CONECTARE A REZISTORULUI ȘI BOBINEI DE STINGERE ÎN REȚELELE ELECTRICE CÂND NEUTRUL NU ESTE ACCESIBIL

Dumitru UȘEV 140

SECȚIA CALCULATOARE, INFORMATICĂ ȘI MICROELECTRONICĂ

SECTION OF COMPUTERS, INFORMATICS AND MICROELECTRONICS..... 146

SUBSECȚIA INGINERIA ȘI ȘTIINȚA CALCULATOARELOR

ENGINEERING AND COMPUTER SCIENCE SUBSECTION..... 146

SISTEME MULTI-AGENT BAZATE PE SERVICII

Vadim STRUNA, Constantin ABABII, Oleg BULDUMAC, Victor LAȘCO 147

METODA ELEMENTELOR FINITE

Ludmila DUCA 149

SISTEM DE LUARE A DECIZIILOR BAZAT PE COMENZI VOCALE-EMOȚIONALE

Olesea BOROZAN 152

SISTEM PENTRU ANALIZA ȘI PROCESAREA DATELOR SEMI-STRUCTURATE

Petru CERVAC 156

AN APPROACH FOR UTILIZING THE INTERNET OF THINGS FOR REMOTE MONITORING AND CONTROL SYSTEMS

Mihai Petre OPROIU, Cristian Leonard MUȘUROI, Petru Adrian COTFAS, Daniel Tudor CORFAS, Marius VOLMER 160

EFICIENTIZAREA PROCESULUI DE PREDARE/ÎNVĂȚARE PE BAZA TEHNOLOGIILOR DE REALITATE VIRTUALĂ

Petru-Iulian GRIGORE 164

MODELING OF BRICK OBTAINING PROCES WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Costel ANTON, Cătălin LISA, Silvia CURTEANU 168

SISTEM IOT DISTRIBUIT PENTRU PROCESAREA IMAGINIILOR

Andrei CHIPER, Mihai-Petre OPROIU 172

APLICAȚIE WEB PENTRU EXPLORAREA ȘI VIZUALIZAREA UNEI INSTITUȚII PUBLICE

Andrei Cătălin TATU 176

SISTEM DE CONTROL AL PLATFORMEI MOBILE CU 4 ROȚI CONDUSĂ PRIN GESTICULAREA MÂINII DE CĂTRE OPERATOR

Iulia BERGHII, George POSTICA, Denis ȘEREMET 180

INTEROPERABILITATEA DINTRE JDBC și HIBERNATE PRIN INTERMEDIUL VAADIN

Cristian CEMÎRTAN 184

NET IMPACT OF LARGE LANGUAGE MODELS TRAINED ON CODE

Pavel GHERCIU	189
SUBSECȚIA MICROELECTRONICĂ ȘI NANOTEHNOLOGII MICROELECTRONICS AND NANOTECHNOLOGIES SUBSECTION	193
МИКРОНИТИ И МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ СЛОИ НА БАЗЕ ТЕЛЛУРИДОВ ВИСМУТА ДЛЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОХЛАЖДЕНИЯ	
Виктор ПЕНКАЛА, Денис ШИВЕРСКИЙ	194
ELABORAREA AFİŞORULUI INFORMATIV CU LUMINOZITATE REGLABILĂ ȘI CONTROL DISTANT	
Maxim CHIRIAC, Adrian BÎRNAZ.....	198
PROPRIETĂȚILE NANODISPOZITIVELOR PE BAZA NANOFIRELOR DE ZnO:Eu	
Cristian LUPAN.....	202
ABSORBȚIA ȘI LUMINISCENȚA FUNDAMENTALĂ A MONOCRISTALELOR STRATIFICATE DE SULFURĂ DE GALIU	
Ecaterina CRISTEA	206
ELABORAREA UNUI BRAȚ ROBOTIC CONTRALAT PRIN POTENȚIALE ELECTRICE COLECTATE PRIN EEC	
Mihai BRÎNZĂ, Cristian LUNGU	209
CERCETAREA NANOSTRUCTURILOR OXIZILOR MICȘTI DE Zn-Cu PENTRU SENZORI	
Dinu LITRA, Cristian LUPAN	214
OBȚINEREA STRATURILOR PEROASE DE OXID DE GALIU PRIN TRATAMENTUL TERMIC AL STRATURILOR PEROASE DE GaP OBȚINUTE ÎN URMA ANODIZĂRII	
Cătălin CRECIUNEL.....	217
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СХЕМЫ ДЛЯ РЕЗИСТИВНОГО ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ PT-100	
Дмитрий ДОРОНИН, Юлия САНДУ, Адриан БЫРНАЗ	220
ПРИБОР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В УФ- ДИАПАЗОНЕ ДЛЯ СЕНСОРОВ НА ПОЛУПРОВОДНИКОВОМ ОКСИДЕ	
Юлия САНДУ, Адриан БЫРНАЗ.....	225
THE INFLUENCE OF GALLIUM (Ga) CONTENT ON MORPHOLOGICAL, STRUCTURAL AND OPTICAL PROPERTIES OF INDIUM TIN OXIDE THIN FILMS	
Vadim MORARI, Maksim KUTUZAU.....	230
PROIECTAREA ȘI REALIZAREA ROBOTULUI SCS	
Adrian BÎRNAZ.....	235
SUBSECȚIA INGINERIA SISTEMELOR BIOMEDICALE BIOMEDICAL SYSTEMS ENGINEERING SUBSECTION	240
CONTROLUL CU DIRIJAREA AUTOMATĂ ȘI CU POSIBILITATEA DE AVERTIZARE A UTILIZATORULUI LA MODIFICAREA PARAMETRILOR FIZIOLOGICI	
Valeriu ȚUGULEA.....	241

DISPOZITIV PORTABIL PENTRU RECUPERAREA MOBILITĂȚII MÂINII POST-AVC	
Andra-Cristiana BĂEȘU.....	245
DISPOZITIV PORTABIL UTILIZAT ÎN ASISTENȚA RESPIRATORIE NEINVAZIVĂ	
Adelina-Elena EZARIU, Bianca-Georgiana POTOP	250
SISTEM DE MONITORIZARE A PARAMETRILOR VITALI BAZAT PE PLATFORMA IOT CU ANALIZĂ A DATELOR ÎNREGISTRATE ÎN MATLAB (GUI)	
Robert FUIOR	253
ÎMBUNĂTĂȚIREA CALITĂȚII SERVICIILOR MEDICALE PRIN SPORIREA NIVELULUI DE TRANSPARENȚĂ ÎN SISTEMUL DE ACHIZIȚII PUBLICE CENTRALIZATE A DISPOZITIVELOR MEDICALE	
Gheorghe GORCEAG.....	258
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАВЛЕНИЯ ПУТЕМ КОНСТРУИРОВАНИЯ МАСОК НА ПОВЕРХНОСТИ ОБРАЗЦА	
Антон ЧЕРНЯВСКИЙ, Людмила ГРАМОВИЧ	261
GULER CERVICAL INTELIGENT UTILIZAT ÎN ACORDAREA PRIMULUI AJUTOR	
Bianca Andreea FRUNZĂ, Maria PURCARU.....	265
ORTEZĂ INTELIGENTĂ UTILIZATĂ ÎN REABILITAREA ARTICULAȚIEI COXOFEMURALE	
Daniela GOLDAN.....	268
TECHNOLOGY OF DENTAL WORK SCANNING	
Alexandru-Constantin TULICĂ	272
DISPOZITIV DE MONITORIZARE AL GAZELOR ȘI COMPUȘILOR ORGANICI VOLATILI DIN AERUL EXPIRAT	
Grigorii BUZA	276
MANAGEMENTUL TEHNOLOGIILOR MEDICALE – COMPONENTA SIGURANȚEI, EFICIENȚEI ȘI CALITĂȚII SERVICIILOR MEDICALE	
Sanda MATCOVSCHI.....	280
SUBSECȚIA INTERDISCIPLINARĂ ÎN LIMBA STRĂINĂ (ENGLEZĂ) INTERDISCIPLINARY SUBSECTION IN FOREIGN LANGUAGE (ENGLISH)	284
DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR COMPOSING MUSIC	
Ion CERNEI, Elena PAPUC, Dina BÎTCĂ, Cezar GUZUN	285
THE DEVELOPMENT OF A DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR STORYTELLING MANAGEMENT	
Valentina CRAEVSCAIA, Viorel NOROC, Petru STRATULAT, Valentin FOROS	289
DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR CADASTER DOMAIN	
Valeria BUTNARU, Andrei CERNEI, Cătălin COŞERU, Pavel NEAGU, Vladimir RUSSU.....	293
DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR DOCUMENT EDITING	
Constantina GÎLCA, Cristian IONEL, Cristian-Sergiu TAFUNE, Silviu LOZOVANU, Victor BOTNARU	297

DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR SOLVING GENETICS PROBLEMS

Vasile CEBAN, Damian GROSU, Lina SCRIPCA, Andrei ZACATOV 301

DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR AUTOMATIC DOCUMENT PROCESSING

**Maxim BUGĂESCU, Dan CEBAN, Dinu CROITORU, Andreea COVALEVSCHI,
Nicolae GHERMAN** 305

DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR CHILDREN'S MAZE GAME

**Stephania MATVEI, Daniela AFTENI, Ștefan BOICU, Răzvan FIȘER,
Serghei COVTUN** 308

DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR LINDENMAYER SYSTEMS

Patricia CAPITAN, Marius BADRAJAN, Victor FLORESCU, Mihai MUŞTUC 313

MARGAY - GENERAL PURPOSE LANGUAGE DEVELOPMENT

**Valeria DUBINA, Ilie TODIRAȘCU, Maria-Madalina UNGUREANU,
Marcel VLASENCO** 317

**DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR GENERATING FRACTAL PLANTS WITH
STOCHASTIC L-SYSTEMS**

**Cristian BORIS, Eugeniu POPA, Ana-Maria RUSNAC, Dumitru MUNTEANU,
Liviu MOISEI** 321

**DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR INTERACTIVE STORYTELLING
MANAGEMENT**

Ștefan BERESTEAN, Anna CHIRICIUC, Cătălin TINCU, Elena GRAUR 325

DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR DOCUMENT AUTOMATION

**Irina TIORA, Liviu MOCANU, Nicolae ȘEVCEenco, George VRAGALEV,
Nicu SAVA** 329

**THE DEVELOPMENT OF A DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR MATRIX
OPERATIONS**

**Vlada MAGAL, Iurie CIUȘ, Ana COROLEȚCHI, Xenia-Qin Li WU, Adrian
GHERMAN** 334

DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR WEB GRAPHICS

Anastasia IAȚCO, Marius PURICI, Vasile IGNAT, Andrei PĂGÂNU 338

DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR ACCOUNTING

Egor BABCIНЕȚCHI, Daniel POGOREVICI, Iulia ȚĂRUȘ, Rafaela CERLAT 342

THE MAIN RULE OF THE THEATRE DIRECTING

Serghei BLĂNIȚĂ, Maxim CERNETCHI, Tudor SÎRGHI 346

INTRODUCTION TO THE THEORY OF COMPUTER VIRUSES

Andreia-Cristina SIREȚANU, Andrei-Cristian SĂRĂTEANU, Gabriel GÎTLAN 350

DIGITAL IMAGE DEBLURRING TECHNIQUES: A COMPREHENSIVE SURVEY

Maxim COJOCARI-GONCEAR 355

THE SYMBIOSIS OF ART AND SCIENCE

Dan HARITON, Mihaela CUȘNIR, Alexandru FURDUI 361

AUTOMATIC MICROEXPRESSION DETECTION. HISTORY AND DEVELOPMENTS	
Denis SMOCVIN	365
BURNOUT - THE THIEF OF JOY AND PERFORMANCE	
Ciprian BOTNARI, Dinu GUTU	369
NEURAL NETWORKS IN OUR LIFE	
Diana BELAIA.....	373
GASLIGHTERS - WHO ARE THEY?	
Iuliana STEȚENCO	377
PRIME NUMBERS: HISTORY, THEORIES AND APPLICATIONS	
Georgeana GLOBA, Dorin OTGON	381
INCLUSIVITY AND ACCESSIBILITY IN UX DESIGN	
Valeria COZLOV, Maxim-Andrei ZADOROJNII	385
JAMES WEBB SPACE TELESCOPE	
Vladislav CRUCERESCU.....	389
THE EVOLUTION OF ASCII ART IN THE AGE OF COMPUTERS	
Maria PROCOPII, Călin RADU.....	394
UNCOVER YOUR CREATIVE GENIUS	
Cristina ȚĂRNĂ, Tudor SCLIFOS	399
IT INDUSTRY: THE DIFERENCE BETWEEN CODER, PROGRAMMER, DEVELOPER, ENGINEER	
Cristian BRÎNZA.....	403
THE DISJOINT-SET DATA STRUCTURE AND ITS PERFORMANCE	
Alexandru ANDRIEŞ, Alexandra KONJEVIC, Maria AFTENI	407
GENDER ROLES: WHAT A MISTAKE!	
Andreea CHIPER, Andreea MANOLE	411
INTEGRITY OF THE PEOPLE WITH MENTAL ILLNESSES IN THE SOCIAL ENVIRONMENT	
Elena BARLADEAN, Anastasia CUNEV	415
PUBLIC SPEAKING IN AN ACADEMIC ENVIRONMENT	
Irina RACOVCEA, Dumitru MORARU	419
SUBSECȚIA INTERDISCIPLINARĂ ÎN LIMBA STRĂINĂ (FRANCEZĂ) SOUS-SECTION INTERDISCIPLINAIRE EN LANGUE ÉTRANGÈRE (FRANÇAIS) ..	423
SYSTÈMES D'EXPLOITATION. PROPRIÉTÉS ET COMPARAISONS	
Dina BUZA, Grigore MACOVEI.....	424
LES PROGRÈS DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE	
Ana MITITELU, Ivan SCORNICI.....	429
LA QUALITE DE L'EAU : METODES ET MODELES NUMERIQUE DE RECHERCHE	
Rodica BRANIŞTE, Daniela ISTRATI, Elena GOGOI.....	432

**SUIVI DE LA SITUATION ÉCOLOGIQUE DES SYSTÈMES AQUATIQUES DE TYPE
FLUVIAL À TRAVERS LE PRISME DU DÉVELOPPEMENT DURABLE**

Rodica BRANIŞTE 437

INFLUENȚA FACTORILOR FUNDAMENTALI ÎN SISTEMELE DE PRODUCȚIE

Daniela ISTRATI 442

**L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET SON IMPACT SUR LA SOCIÉTÉ.
PERSPECTIVES, APPLICATIONS ET RISQUES**

Maria ILOVAN, Dorin TRIBOI, Oleg STRATICIUC 446

PROGRAMMATION ORIENTÉE OBJET

Daniel MARANDICI, Ion GATMAN 451

IT DANS L'AGRICULTURE

Eugen BONTA, Mihai BUNESCU, Zinaida NISTREAN 455

SECȚIA TEHNOLOGIA PRODUSELOR ALIMENTARE

SECTION OF FOOD TECHNOLOGIES 460

**EFFECTUL UTILIZĂRII PECTINEI DE MERE ÎN TEHNOLOGIA FABRICĂRII
BATOANELOR VEGETALE**

Anastasia DASCAL, Tatiana CEŠKO 461

CONTINUTUL ACIZILOR ORGANICI ÎN MERELE IMATURE

Diana CRUCIRESCU 462

**EVALUATION OF THE THERMAL STABILITY OF SOME SPREADABLE FOOD
PRODUCTS**

Paula SIMIONESCU, Gabriela LISA 466

**METHODOLOGIES FOR CAPITALIZING ON WINE BY-PRODUCTS AND THEIR
ROLE IN ENVIRONMENTAL PROTECTION**

Ana-Maria BORTA 470

**UTILIZAREA APEI DE FIERBERE A NĂUTULUI ÎN TEHNOLOGIA DE FABRICARE
A PANDIȘPANULUI VEGETAL**

Mihail MAZUR, Ana-Maria BORTA 474

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СОЛОДА И ПИВНОЙ
ДРОБИНЫ, ПОЛУЧЕННОЙ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ПИВА**

Олеся ШАЙТАН, Анна-Мария БОРТА 475

METODE DE PROCESARE A ZERULUI

Irina PALADII 476

**DINAMICA PROCESULUI DE FERMENTARE ALCOOLICĂ A BORHOTULUI DE
CEREALE ÎN PREZENȚA ACIDULUI DEHIDROXIFUMARIC**

Corina TAȘCA 480

ESTIMAREA CONSUMULUI DE ZAHĂR, ANALIZA PERICOLELOR

Nikoleta POJOGA 484

UTILIZAREA PRODUSELOR SECUNDARE A PROCESĂRII PIERSICILOR

Mihaela DODON	489
IMPACTUL NITRIȚILOR ȘI NITRAȚILOR DIN PRODUSELE DIN CARNE ASUPRA ORGANISMULUI UMAN	
Maia MITITELU, Irina GRUMEZA-CLEFOS	493
STUDIUL METODELOR MODERNE DE EXTRACȚIE A FIBRELOR ALIMENTARE	
Iuvelina MADAN	498
DIVERSIFICAREA SORTIMENTULUI DE PRODUSE DIN CARNE CU UTILIZAREA CĂRNII DE IEPURE	
Nicolae POPA, Irina GRUMEZA-CLEFOS	502
STUDIUL COMPOZIȚIEI COMPUȘILOR BIOLOGIC ACTIVI DIN TOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM)	
Iana MARJINEAN	507
ZrO₂ – O TENDINȚĂ MODERNĂ ÎN STABILIZAREA PROTEICĂ A VINURILOR ALBE	
Marina TÎRSÎNĂ	511
STUDIUL PROPRIETĂȚILOR FIZICO-CHIMICE ȘI EFECTUL TERAPEUTIC A SUBSTAȚELElor BIOLOGIC ACTIVE DIN USTUROI	
Eugenia MÎLANIUC	516
UTILIZAREA TESCOVINEI DE STRUGURI PENTRU CREAREA PRODUSELOR FUNCȚIONALE	
Anastasia EREMEI, Adriana PRISĂCARU	520
IMPORTANȚA COLAGENULUI PENTRU ORGANISMUL UMAN	
Anastasia MOLDOVAN	524
ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛОДОВ ZIZIPHUS JUJUBA MILL	
Александра ЩЫМБРОВСКАЯ, Арина ФЛОРЯ	529
EFFECTUL NUTRIȚIEI ASUPRA BOLILOR NEURODEGENERATIVE	
Adelina SURDU	534
CARACTERISTICA TEHNOLOGICĂ A DOPURILOR FOLOSITE PENTRU ÎMBUTELIEREA VINURILOR	
Valeria DAMASCHIN	539
OPTIMIZAREA VALORIZĂRII POTENȚIALULUI FENOLIC AL STRUGURILOR FETEASCA NEAGRĂ ȘI RARA NEAGRĂ ÎN TIMPUL FERMENTĂRII-MACERĂRII	
Mihai ADOMNIȚA	544
VEGANISMUL – O NOUĂ PARADIGMĂ ALIMENTARĂ	
Cătălina BOLOCAN	548
NUTRIȚIA ȘI STILUL DE VIAȚĂ SĂNĂTOS AL FEMEILOR ÎNSĂRCINATE CU HIPERTENSIUNE ARTERIALĂ	
Liliana ULAŞ	553

THE ROLE OF TRYPTOPHAN IN ENSURING THE WELL-BEING OF HUMAN BODY

Adelina SURDU, Mihaela ZAHARIA 558

ÎNDULCITORI ARTIFICIALI ȘI NATURALI – ARGUMENTE PRO ȘI CONTRA

Doina-Maria MITITELU, Vlada ȘULEAC 562

ПОДСЛАСТИТЕЛИ И САХАРОЗАМЕННИТЕЛИ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Егор ГОРАШ, Алина КУХТИЦКИЙ 567

ÉLABORATION UN PRODUIT DESSERT À PARTIR DE FROMAGE DE VACHE À HAUTE VALEUR NUTRITIVE

Crina GUȚU 572

CARACTÉRISTIQUES POLYNOLOGIQUES, PHYSICO-CHIMIQUES ET SENSORIELLES DE LA BOISSON OBTENUE À PARTIR DU MIEL DE SARRASIN

Carolina DUBINA 576

RISK OF DEVELOPING THE BAKERY STREET FOOD NETWORK IN MUN. CHISINAU ON PUBLIC HEALTH

Ana TROHINA, Romina-Cătălina BRÎNZA 581

CARACTERISTIQUES MERCEOLOGIQUES DU TOPINAMBOUR "HELIANTHUS TUBEROSUS" VARIETES "MARIA" ET "SOLAR"

Marcel ZACUȚELU 586

ROLUL ANTIMICROBIENILOR NATURALI ȘI AL BIOPOLIMERILOR LA OBTINEREA FILMELOR COMESTIBILE 591

Ecaterina MOVILEANU, Dan PICIOR 591

STUDIU ÎN RÂNDUL CONSUMATORILOR DIN REPUBLICA MOLDOVA DESPRE BAKERY FAST FOOD

Aliona MĂRÎI 596

SECȚIA INGINERIE MECANICĂ INDUSTRIALĂ ȘI TRANSPORTURI

SECTION OF INDUSTRIAL MECHANICAL ENGINEERING AND TRANSPORT 600

IN VACUUM, THE WORKING SURFACE OF THE REACTIVE THIMBLE ANALYSIS OF COATING APPLICATION BY DIFFUSION METALLIZATION

Alakbar HUSEYNOV, Shamkhal ASADOV 601

CORELAȚIA DINTRE DURITATEA MATERIALULUI PROBEI ȘI ÎNĂLTIMEA DE RIDICARE A UNEI BILE DUPĂ IMPACTUL CU SUPRAFAȚA PROBEI

Cristian BIȘOG, Alexandru-Marian ȚIBULEAC, Mihai FILIP,
Florentin-Gabriel MIRCEA, Adelina HRIȚUC 605

PROIECTAREA ȘI OPTIMIZAREA TEHNOLOGIILOR DE FABRICARE

Mihai BÎCIOC 610

CERCETĂRI PRIVIND SOLICITĂRILE ȘI TENSIUNILE DIN ARBORII TRANSMISIILOR CARDANICE

Mihai BÎCIOC 614

**CERCETAREA PROCESULUI DE USCARE A ROȘIILOR PRIN CONVECȚIE
FORȚATĂ LA INSTALAȚIA DE TIP TUNEL**

**Maria BOȚA, Cristi GRINIUC, Diador DOGOTARI, Inga URSACHE,
Vitali VIȘANU** 618

**CERINȚE ÎN CAZUL UNUI DISPOZITIV PENTRU STUDIUL COMPORTĂRII
MATERIALELOR METALICE LA PRELUCRAREA PRIN EROZIUNE CHIMICĂ**

Carmen BOTEZATU, Ionuț CONDREA, Bogdan OROIAN 622

**PARTICULARITĂȚILE FABRICĂRII ROTILOR DINȚATE ALE TRANSMISIILOR
PRECESIONALE PRIN PRINTARE 3D**

Alina BREGNOVA 626

**APLICAȚII ALE CALCULULUI INTEGRAL LA DETERMINAREA FORȚEI DE
ATTRACȚIE A UNUI PUNCT MATERIAL DE CĂtre O CURBĂ PLANĂ**

Valeria CASTRAVET 629

**UTILIZAREA MODELĂRII MATRICEALE CORESPUNZĂTOARE METODEI
TAGUCHI PENTRU STUDIUL RUGOZITĂȚII SUPRAFETEI REZULTATE LA
FREZARE**

Ionuț CONDREA, Bogdan OROIAN, Carmen BOTEZATU 633

**STRATEGII DE COMUNICARE ÎN CONTEXTUL INTERVENȚIEI ÎN SITUAȚII DE
URGENȚĂ – STUDIU DE CAZ**

Marian COSAC 638

**ANALIZA FUNCȚIONALĂ A SCHIMBĂTORULUI DE CĂLDURĂ CU MANTA SI
SERPENTINĂ**

Cristi GRINIUC, Diador DOGOTARI, Maria BOȚA..... 642

**ANALIZA TERMODINAMICĂ A EFICIENȚEI APLICATOARELOR CU MICROUNDE
Vadim LAVRIC, Dan SPÎNU** 646

CICLODA ȘI PROBLEMA CELEI MAI RAPIDE COBORÂRI

Nadejda LICA, Ana PRODAN..... 651

**MODELAREA PROCEDEELOR DE MICRO- ȘI NANOSTRUCTURARE A
SUPRAFETELOR CU TRATAMENT CHIMICO-TERMIC ÎN PLASMĂ
ELECTROLITICĂ DE TENSIUNE JOASĂ**

Daniela RĂILEANU 655

**OPTIMIZAREA PROCESULUI DE DECOLORARE A UNUI EFLUENT FOLOSIND
METODA SUPRAFETEI DE RĂSPUNS**

Ema SAVA, Loredana PINTILIE, Mircea Teodor NECHITA 660

OBSERVATII PRIVIND REALIZAREA UNOR PIESE DIN OTELURI DE DAMASC

Ioan SURUGIU, Adelina HRIȚUC, Vasile ERMOLAI, Marius Andrei BOCA 664

**THE POISSON'S RATIO EFFECT ON THE STRESS DISTRIBUTION OVER THE
THICKNESS OF A V-NOTCHED PLATE**

Mihai-Cristian TRĂILĂ, Anghel Vasile CERNESCU..... 669

SECȚIA ELECTRONICĂ ȘI TELECOMUNICAȚII

SECTION OF ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS

SMART LIFT – SISTEM INTELIGENT DE DESERVIRE A ASCENSOARELOR

Maria CERNEI

*Departamentul Tehnologii și Sisteme Electronice, SISRC 211M, Facultatea Electronică și Telecomunicații,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova*

Autorul corespondent: Cernei Maria, maria.cernei@tse.utm.md

Rezumat. În lucrare sunt prezentate rezultatele elaborării unui sistem software intelligent de deservire a ascensoarelor, care permite detectarea persoanelor și numărului lor la fiecare etaj al ascensorului, identificarea persoanelor prin atribuirea unei identități convenționale, prognozarea etajului destinație pentru fiecare utilizator folosind aplicații de detectare facilă și prognozare de date bazată pe istoria statistică de utilizare a ascensorului.

Cuvinte cheie: software, sisteme inteligente, detectare facială, prognozare de date.

Introducere

Sistemele și echipamentele inteligente (SMART) actuale permit facilitarea și automatizarea serviciilor din diverse domenii industriale și publice. Automatizarea serviciilor publice contribuie la eficientizarea regimurilor de lucru a funcționării echipamentelor și optimizarea cheltuielilor de deservire. Elaborarea unui sistem intelligent de deservire a ascensoarelor poate contribui la optimizarea cheltuielilor de deservire prin minimizarea consumului de energie electrică și ar facilita experiența utilizatorilor ascensoarelor în blocurile de oficiu sau locative.

Cu acest scop a fost analizată posibilitatea utilizării aplicațiilor de detectare facială deja existente și prognozare de date pentru a elabora un sistem intelligent de deservire a ascensoarelor, care ar permite detectarea persoanelor la fiecare etaj al ascensorului, identificarea lor prin atribuirea unei identități convenționale, determinarea numărului de persoane la fiecare etaj și prognozarea etajului destinație pentru fiecare utilizator folosind aplicații de prognozare a datelor bazată pe istoria statistică de utilizare a ascensorului.

Sistemul software permite procesarea rapidă a imaginilor parvenite de la camerele video instalate la fiecare etaj al ascensorului, identificarea și înregistrarea în baza de date a utilizatorilor sistemului, determinarea numărului de utilizatori pentru fiecare etaj și prognozarea etajului destinație pentru fiecare utilizator.

Pentru implementarea sistemului a fost elaborată o interfață de utilizator ca scop de control, ghidare și monitorizare a sistemului software intelligent. Sistemul asigură conectarea întregului echipament la rețeaua Internet, pentru implementarea mesageriei de alertă prin e-mail și SMS.

Pentru atingerea acestor obiective, în calitate de studiu de caz, a fost identificat blocul de studii nr. 1 al UTM, cu 3 etaje și personalul care activează în cadrul FET, UTM.

Proiectarea algoritmului de detectare și recunoaștere facială

Detectarea și recunoașterea facială presupune utilizarea celor mai evidente trăsături ale feței. Au fost realizate încercări de măsurare a importanței anumitor trăsături intuitive [1] (gură, ochi, braji) și măsuri geometrice (distanță între ochi [2], raport lățime-lungime). Există încă câteva caracteristici umane relevante care sunt luate în considerare aşa ca culoarea pielii, localizarea gurii și ochilor omului, etc.

Recunoașterea facială include mai multe subprobleme. Intrarea unui sistem de recunoaștere facială este înțotdeauna o imagine sau un flux video. Rezultatul este o identificare sau verificare a subiecților care apar în imagine sau video.

Detectarea facială este definită ca procesul de extragere a fețelor din imagini. Această procedură presupune urmărirea feței, estimarea poziției, etc. Extragerea caracteristicilor implică

obținerea de trăsături faciale relevante din date precum anumite regiuni ale feței, variații, unghiuri sau dimensiuni, care pot fi relevante sau nu pentru om (de exemplu, distanța dintre ochi).

Detectarea facială trebuie să facă față mai multor provocări precum:

- Variația de poziție. Performanța algoritmilor de detectare facială scade esențial atunci când există variații mari ale poziției feței. Variația poziției se poate întâmpla din cauza mișcărilor subiectului sau a unghiului camerei.
- Ocluzia caracteristicilor. Prezența elementelor precum barbă, ochelari sau pălării introduce o componentă complexă, deoarece fețele pot fi acoperite parțial de obiecte sau alte fețe.
- Expresia facială. Caracteristicile feței variază din cauza diverselor gesturi faciale.
- Condițiile imaginii. Camerele și condițiile de mediu afectează calitatea imaginii, adică aspectul feței.

Unele sisteme de detectare facială detectează și localizează fețele în același timp, altele efectuează mai întâi o detectare și apoi, încearcă să localizeze față. Apoi, ar putea fi necesari câțiva algoritmi de urmărire (Fig. 1).

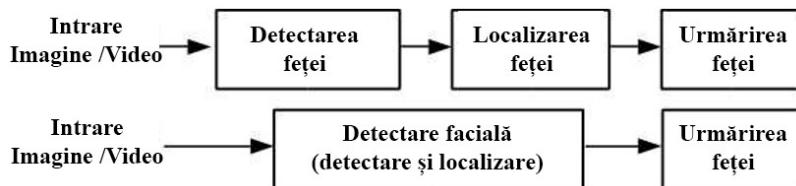


Figura 1. Procesul de detectare facială

Metodele de detectare facială pot fi divizate în patru categorii:

- Metode bazate pe cunoștințe. Metode bazate pe reguli care codifică cunoștințele despre fețele umane.
- Metode bazate pe caracteristici invariante. Algoritmi care încearcă să determine caracteristici invariante ale feței, independent de unghiu sau poziția ei.
- Metode de potrivire a şablonelor. Acești algoritmi compară imaginile de intrare cu modelele de fețe sau caracteristici stocate.
- Metode bazate pe aparență (aspect). O metodă de potrivire a şablonelor a cărei bază de date de tipare este învățată dintr-un set de imagini de antrenament.

Echipamentul necesar pentru implementarea sistemului software SmartLift

Pentru elaborarea sistemului software este necesar de a instala câte o cameră IP wireless la fiecare etaj al ascensorului pentru capturarea cu un unghi de acoperire de 110° - 120° . Pentru asigurarea conexiunii și transmiterea datelor digitale prin rețeaua Internet este necesară utilizarea unui router Wi-Fi 5G și o conexiune la internet de viteză medie, cu trafic nelimitat. Prelucrarea și păstrarea datelor informative este asigurată de către un server web (VPS) cu caracteristici de procesare medii. Utilizarea unui VPS poate asigura funcționarea sistemului pentru unul sau mai multe blocuri locative sau de oficiu. Numărul mic de echipamente reduce costul întregului sistem SmartLift, ceea ce facilitează implementarea în practică a sistemului smart.

Implementarea și testarea aplicației de detectare facială BetaFace

Pentru realizarea detectării și recunoașterii faciale a fost identificată o aplicație deja existentă BetaFace (<https://www.betafaceapi.com/>) și au fost analizate posibilitățile ei. API-ul BetaFace oferă un număr mare de posibilități și caracteristici de recunoaștere facială, precum detectarea feței, crearea și căutarea feței în propriile baze de date de persoane, determinarea vîrstei, sexului, expresiei și etniei fețelor, etc. Pentru popularea bazei de date a persoanelor în sistem a fost, elaborată o interfață de utilizator (Fig. 2). Comunicarea cu aplicația BetaFace este asigurată prin metode de acces REST, iar datele de transfer sunt livrate sub formă XML sau JSON.

Added Betaface Persons DB

Nr.	Name	Person ID	Floor (etaj)	Phone	Gender	Send SMS	Face UUID
2	pavel_nistiriu	pavel_nistiriu@utmblockone	3	+37378479371	male	No	567fba53-b9fa-11ea-b153-0cc47a6c4dbd
3	serafima_sorochin	serafima_sorochin@utmblockone	3	+37369052017	female	No	0ba8bfb0-b9fb-11ea-b153-0cc47a6c4dbd
4	lilia_sava	lilia_sava@utmblockone	2	+37367594739	female	No	7c59593c-b9fb-11ea-b153-0cc47a6c4dbd

Figura 2. Interfața de administrare a datelor utilizatorilor pentru aplicația BetaFace

După procesarea imaginilor cu ajutorul aplicației BetaFace în baza de date sunt înregistrate date referitoare la utilizator și imaginea procesată, numele persoanei, numărul de telefon mobil, etajul oficiului în care activează, identificatorul convențional al imaginii și cel al feței detectate etc.

Capture Betaface webcam image



Figura 3. Interfața de testare a detectării faciale utilizând aplicația BetaFace

Pentru testare au fost identificate mai multe cazuri, printre care identificarea unei singure sau mai multor persoane. Din rezultatele obținute în urma testărilor s-a stabilit că aplicația BetaFace oferă rezultate satisfăcătoare pentru implementarea sistemului. API-ul s-a dovedit a fi destul de fiabil, detectând și identificând una, două și mai multe persoane din imaginea capturată (Fig. 3). Adițional a fost observată o micșorare a timpului necesar pentru procesarea imaginilor, pentru aceleași condiții de testare.

Reieșind din rezultatele testărilor s-a decis de a utiliza această aplicație pentru următoarele etape de implementare a sistemului inteligent de deservire a ascensoarelor SmartLift.

Crearea bazei de date pentru controlul și monitorizarea sistemului

Funcționarea sistemului software, monitorizarea, înregistrarea în baza de date a utilizatorilor ascensorului, detectarea facială și prognozarea etajelor pentru fiecare persoană este asigurată de baza de date elaborată utilizând serviciul MariaDB/MySQL instalată pe un VPS de capacitate medie. Baza de date MySQL este constituită din tabele populate cu datele persoanelor care utilizează ascensorul, datele statistice ale activității liftului pentru fiecare persoană și sarcinile necesare de a fi efectuate la un anumit moment. Accesarea bazei de date, înscrierea și actualizarea datelor din tabele este realizată prin interfața PDO/MySQL (PHP Data Objects), care asigură un grad sporit de securizare în momentul accesării bazei de date.

Tabelul cu datele statistice ale activității liftului conține informație despre ziua, data și ora când o anumită persoană a accesat ascensorul de la un oricare etaj și a plecat la alt etaj. Dat fiind faptul, că pentru efectuarea testărilor și simulării sistemului nu erau disponibile date statistice reale, au fost utilizate date statistică simulate reieseind dintr-un grafic de muncă ordinar a persoanelor în funcție de oră și perioada zilei.

Principii de analiză predictivă și elaborarea algoritmului de prognozare a etajelor

Extragerea Datelor (Data Mining) este un aspect important în procesul de analiză predictivă și prognozare de date, utilizat pentru extragerea informației utile din datele actuale (de obicei seturi mari de date) pentru a prezice tendințele. Acest aspect reprezintă identificarea datelor relevante de analizat și utilizate în modelele predictive.

Învățarea automată (ML - Machine Learning) și analiza predictivă sunt ambele centrate pe procesarea eficientă a datelor. Învățarea automată poate fi luată ca o extensie a analizei predictive, care este responsabilă pentru auto-învățare și identificarea tiparelor (data patterns), care reprezintă regularități, asocieri sau relații existente în date.

Există mai multe modele de învățare automată în analiza seriilor temporale de date. Cele mai utilizate sunt ARIMA, ARCH/GARCH, modelul „Vector AutoRegresiv” (VAR), rețele neuronale recurente (RNN) pentru citirea dependențelor de secvență, care creează predicții în funcție de datele anterioare.

Pentru a realiza modelul de prognozare este necesar de considerat timpul de accesare a ascensorului de către utilizator, iar setul de date prelucrate să fie constituit din zilele care corespund zilei actuale și/sau chiar orei actuale. Pentru acest scop a fost elaborat și implementat un API în 2 versiuni (NA Predict v3 și NA Predict v3.1), cu aplicarea unor modificări și ajustări pentru sporirea veridicității prognozei. Rezultatele obținute au demonstrat necesitatea utilizării în API a unui model de tip „Seasonal Naive Forecast”. Datele statistică procesate în acest API (NA Predict v3.1) corespund orei și zilei din săptămâna selectată aleatoriu și orelor adiacente într-un interval de ± 2 ore (Fig. 4).

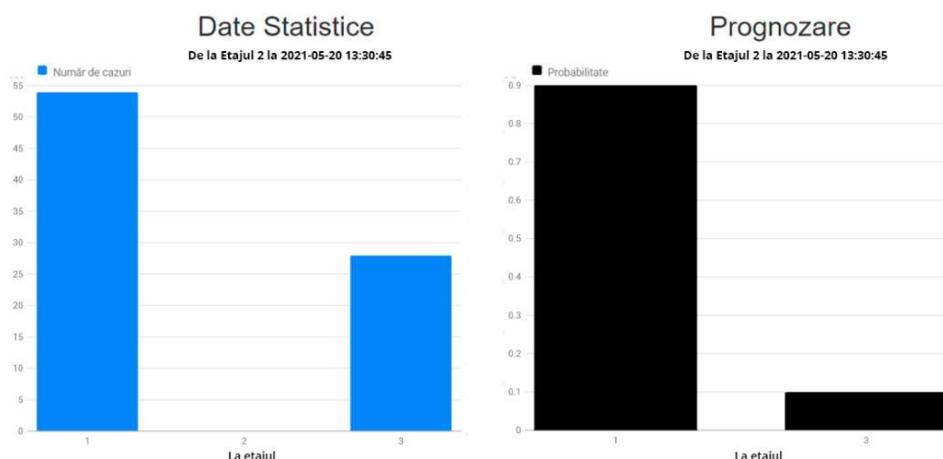


Figura 4. Numărul de cazuri statistică procesate și rezultatul prognozării pentru API-ul NA Predict v.3.1

Rezultatele obținute corespund satisfăcător datelor statistică procesate cu o probabilitate de 0.7 și 0.3 pentru etajele 1 și 2, respectiv. În cadrul acestui API s-a obținut un set de date procesate (payload) mult mai variat și extins, dar și o diferență între probabilități mult mai esențială. Rezultatele testării aplicației NA Predict v3.1 s-au dovedit a fi promițătoare pentru utilizare în cadrul automatizării funcționării sistemului SmartLift [3].

Interfața utilizatorului sistemului software SmartLift

Pentru comoditatea testării sistemului și a funcționalităților de deservire a fost elaborată o interfață de utilizator simplistă, utilizând limbajele PHP/MySQL și HTML/CSS, cu reprezentarea grafică a etajelor blocului de oficiu (Fig. 5).



**Figura 5. Interfața de utilizator a sistemului intelligent de deservire a ascensoarelor SmartLift
(<https://smartlift.one/>)**

În interfață este prezentată consola sistemului pentru monitorizarea sarcinilor ascensorului. Luând în considerație faptul, că prognozarea etajelor destinație este un proces bazat pe probabilistică, este necesar de luat în calcul cazurile când etajul destinație al utilizatorului ascensorului este altul decât cel progozat. Pentru aceste scopuri, în interfață a fost rezervată opțiunea de corecție a etajelor.

Integrarea sistemului de alertă prin SMS pentru cazuri de blocare ale ascensorului

Automatizarea procesului de funcționare a sistemului SmartLift poate fi suplinită adițional cu un modul de alertă pentru companiile care deservesc ascensoarele. Semnalele de alertă pot fi transmise utilizând posibilitățile rețelei Internet și GSM în tandem. Pot fi transmise semnale de alertă în cazuri de blocare sau oprire a ascensorului din cauza dispariției conexiunii la rețeaua electrică (Fig. 6).

Pentru aceste scopuri a fost implementat un sistem de alertă care transmite în mod autonom mesaje scurte de tip SMS prin rețeaua GSM folosind o aplicație deja disponibilă SmsGateway24 (<https://smsgateway24.com/>), care poate fi instalată pe un telefon mobil tip Android sau iOS. Transmiterea mesajelor poate fi comandată automat printr-un API de tip REST.

Reieșind din posibilitățile sistemului software elaborat, pot fi recunoscute și transmise la dorință identitățile persoanelor care se află în cabina ascensorului blocat cu indicarea vârstei persoanelor (în caz când este blocat un copil sau matur).



Figura 6. Conținutul mesajului SMS de alertă

Concluzii

Implementarea sistemului inteligent de deservire a ascensoarelor SmartLift în blocurile locative și de oficiu poate contribui esențial la îmbunătățirea calității serviciilor oferite consumatorilor prin asigurarea unui consum de putere a energiei electrice mai mic și ulterior micșorarea cheltuielilor de deservire. În același timp, implementarea sistemului de alertă autonomă crește operativitatea deservirii ascensoarelor de către companiile responsabile.

Funcționarea automatizată a ascensoarelor reprezintă un aspect important în cazul deservirii persoanelor cu dizabilități fiziolegice și motorii prin minimizarea acțiunilor necesare la utilizarea ascensorului.

Datele statistice acumulate în sistem permit realizarea unei analize referitoare la eficiența de funcționare a ascensoarelor și a modului în care ascensorul efectuează sarcinile de urcare și coborâre a cabinei în funcție de numărul persoanelor din interior.

Utilizarea API-ului implementat „NA Predict v3.1” poate asigura prognozarea, automatizarea și optimizarea proceselor și activităților ascensoarelor din blocurile locative și de oficiu prin excluderea componentei umane din proces.

Utilizarea camerelor IP în cadrul sistemului poate servi ca o utilitate adițională la asigurarea securității blocurilor locative și de oficiu. Luând în considerare toate aceste aspecte și noi posibilități oferite, sistemul software SmartLift poate fi utilizat ca o opțiune adițională în cadrul sistemelor „Casă Inteligentă” (SmartHouse) deja existente.

Referințe

1. BRUNELLI R. and POGGIO T. Face recognition: Features versus templates. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 15(10):1042–1052, October 1993.
2. CHEN L.F., LIAO H.Y., LIN J.-C., and HAN C.C. Why recognition in a statistics-based face recognition system should be based on the pure face portion: a probabilistic decision-based proof. *Pattern Recognition*, 34(5):1393–1403, 2001.
3. CERNEI, M. Prognozarea de date pentru aplicații software. In: *Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor, Ediția 2021*, Chișinău, 23-25 Martie 2021., Vol. I, pp. 23-26.

VULNERABILITĂȚILE SISTEMELOR DE AUTENTIFICARE CU DOI FACTORI (2FA)

Maria CERNEI

Departamentul Tehnologii și Sisteme Electronice, SISRC 211M, Facultatea Electronică și Telecomunicații,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

Autorul corespondent: Cernei Maria, maria.cernei@tse.utm.md

Rezumat. În lucrare este prezentată analiza vulnerabilităților sistemelor de autentificare cu 2 factori, aspectele de ocolire a factorilor de securitate pe calculatoare și dispozitivele pe baza de Android și identificate metodele de îmbunătățire a protecției sistemelor de autentificare cu 2 factori.

Cuvinte cheie: sistem de autentificare cu doi factori, 2FA, securitate cibernetică, phishing, brute-force.

Introducere

Autentificarea cu doi factori (2FA) a fost inventată pentru a adăuga un nivel suplimentar de securitate la procedura simplă de autentificare, considerată acum de modă veche și nesigură, care constă în introducerea unui nume de utilizator și a unei parole.

Unul dintre cele mai cunoscute exemple de 2FA este atunci când se realizează conectarea la un site web cunoscut dintr-o altă locație, ceea ce duce la un IP diferit. În cazul procedurilor de conectare cu 2FA, mai întâi se introduce numele de utilizator și parola pe computer, iar apoi se primește un mesaj text de tip SMS pe telefon care oferă un cod de verificare. Acel cod de verificare trebuie introdus pe calculator pentru a finaliza procedura de conectare [1].

Factori de autentificare

Autentificarea cu doi factori este o versiune mai puțin complexă a autentificării cu mai mulți factori (MFA), care utilizează mai mulți factori pentru a determina autenticitatea. Există trei categorii principale de factori posibili într-o configurație de autentificare multifactorială.

Factor cunoscut

Categoria "factor cunoscut" este factorul cu care suntem cel mai familiarizați. Aceasta presupune ca o persoană să introducă informații pe care le cunoaște pentru a obține acces la contul său, de exemplu combinația dintre un nume de utilizator și o parolă.

Factor posedat

Primirea unui cod de verificare precum cel menționat mai devreme înseamnă că procedura utilizată este "factorul posedat" al autentificării 2FA sau MFA. Factorul posedat poate fi un cont de e-mail separat sau un telefon la care se trimit un cod de verificare, sau soluții hardware specializate, cum ar fi chei USB.

Factor de identitate

Categoria "factorilor de identitate" este încă în curs de dezvoltare, dar se axează pe anumiți markeri fizici care pot fi analizați de tehnologie, sau biometrie, pentru a dovedi identitatea. Aceste date biometrice includ: amprente digitale, scanarea retinei, recunoașterea vocală, recunoașterea facială.

Majoritatea acestor metode trebuie să devină suficient de fiabile pentru a fi utilizate în viața de zi cu zi, deși industriile pentru care securitatea este imperativă au început să le adopte, inclusiv instituțiile medicale, băncile și companiile de comunicații. Totuși ele sunt încă prea costisitoare pentru a fi implementate sau pur și simplu prea complexe pentru a fi utilizate la moment pe telefoanele mobile.

Vulnerabilitățile 2FA la atac

În ciuda intențiilor de a îngreuna accesul infractorilor, autentificarea 2FA și chiar MFA poate fi vulnerabilă. Infractorii o ocolește prin faptul că se află deja în posesia unui factor de autentificare, prin forțare brută sau prin utilizarea instrumentului împotriva căruia nicio tehnologie nu poate proteja – ingineria socială (social engineering). Iată care sunt cele mai frecvente moduri în care poate fi abuzată 2FA:

Phishing-ul

Phishing-ul poate fi folosit pentru a atrage victimele către o pagină de autentificare falsă. Atunci când victimă introduce datele sale de identificare, atacatorul le redirecționează către pagina de autentificare reală, declanșând astfel procedura 2FA care îi solicită victimei codul numeric care i-a fost trimis prin SMS sau prin poștă sau, în unele cazuri, produs de o aplicație de autentificare. Atacatorul prinde din nou acest cod pe pagina falsă de autentificare pe care victimă o folosește în continuare și obține un set complet de autentificare. Evident, din cauza utilității limitate a codului numeric, atacatorul va trebui să fie rapid. Dar, odată ce reușește să se conecteze cu succes, nimic nu-l împiedică să schimbe numărul de telefon la care va fi trimis următorul cod - sau orice altceva din cont dorește.

Resetarea parolei

Unele proceduri de autentificare pot fi ocolite prin efectuarea unei proceduri de "parolă pierdută" dacă atacatorul este în posesia unui "factor posedat". De exemplu, să presupunem că atacatorul a obținut acces la contul de e-mail al victimei, iar în acel cont a fost trimis un link de verificare pentru o anumită autentificare. Într-un astfel de caz, atacatorul ar putea folosi adresa "am uitat parola" de pe site și ar putea folosi următoarea interacțiune prin e-mail pentru a schimba parola cu un „factor cunoscut” [2].

Forță brută (Brute force)

Unele token-uri 2FA sunt atât de scurte și limitate în caractere încât pot fi obținute cu ușurință prin forță brută. Cu excepția cazului în care există sisteme de siguranță, un token (jeton) de patru cifre este destul de inutil dacă atacatorul are timp să aplique forță brută. Jetoanele care au o valabilitate limitată în timp (TOTP) oferă o protecție mai bună împotriva acestui tip de atac.

Conform studiilor companiei de securitate cibernetică Hive Systems, parolele personale ar trebui să aibă cel puțin 16 caractere amestecate pentru o securitate maximă. Compania a analizat cifrele și a calculat cât timp le-ar lua hacker-ilor pentru a intra prin forță brută în contul personal al unei victime, pe baza lungimii și complexității caracterelor (majuscule, numere și simboluri).

Parolele de regulă sunt păstrate sub formă de „date hash” și, respectiv, atacul de forță brută este bazat pe compararea hash-urilor ale unor parole deja cunoscute dintr-o bază de date creată preventiv utilizând tehnica de calcul destinată pentru mineritul de cripto-valută (crypto mining) [3].

O aplicație populară pentru hash-ing se numește *Hashcat*. În tabelul 1 este prezentat timpul necesar soft-ului *Hashcat* pentru forțarea brută a parolelor în care se utilizează diverse combinații de caractere.

Autentificarea prin părți terțe (Third-party Login)

În cadrul unor procese de autentificare, utilizatorului i se oferă opțiunea de a se autentifica folosind un cont terț, iar utilizarea acestei opțiuni permite ocolirea procedurii 2FA. Cel mai cunoscut exemplu este "autentificarea cu contul de Facebook", care este utilizat pentru anumite site-uri și aplicații. În acest caz, un atacator poate prelua alte conturi odată ce cunoaște datele de identificare de pe Facebook.

Tabelul 1

Parole cu hash MD5 sparte utilizând GPU RTX 2080 [3]

Număr de caractere	Doar numere	Litere minuscule	Litere minuscule și majuscule	Numere, litere minuscule și majuscule	Numere, litere minuscule și majuscule, simboluri
6	instantaneu	instantaneu	instantaneu	1 secundă	5 secunde
7	instantaneu	instantaneu	25 secunde	1 min	6 min
8	instantaneu	5 secunde	22 minute	1 ora	8 ore
9	instantaneu	2 minute	19 ore	3 zile	3 săptămâni
10	instantaneu	58 minute	1 lună	7 luni	5 ani
11	2 secunde	1 zi	5 ani	41 ani	400 ani
12	25 secunde	3 săptămâni	300 ani	2000 ani	34000 ani
13	4 minute	1 an	16000 ani	100000 ani	2 mil ani
14	41 minute	51 ani	800000 ani	9 mil ani	200 mil ani
15	6 ore	1000 ani	43 mil ani	600 mil ani	15 mrd ani
16	2 zile	34000 ani	2 mrd ani	37 mrd ani	1 tm ani

Vulnerabilitatea SMS în cadrul 2FA

Companiile cum ar fi Microsoft, au îndemnat utilizatorii să renunțe la soluțiile 2FA care utilizează SMS-uri și apeluri vocale. Acest lucru se datorează faptului că SMS-ul este renumit printr-o securitate infamantă, lăsând-o deschisă pentru o serie de diverse atacuri.

A fost demonstrat că schimbul de SIM-uri (SIM Swapping) este o modalitate de eludare a 2FA. Schimbul de SIM presupune ca un atacator să convingă furnizorul de servicii mobile al victimei că el însuși este victimă, iar apoi să solicite ca numărul de telefon al victimei să fie schimbat pe un dispozitiv la alegerea sa. Deasemenea, s-a demonstrat, că codurile de unică folosință bazate pe SMS pot fi compromise prin intermediul unor instrumente ușor accesibile, cum ar fi soft-ul *Modlishka*, prin utilizarea unei tehnici numite „reverse proxy”. Aceasta facilitează comunicarea între victimă și un serviciu care pretinde a fi un serviciu.

Astfel, în cazul softului *Modlishka*, acesta va intercepta comunicațiile dintre un serviciu autentic și o victimă și va urmări, înregistra interacțiunile victimei cu serviciul, inclusiv orice date de autentificare pe care le-ar putea folosi).

O vulnerabilitate adițională în 2FA bazat pe SMS reprezintă un atac special care exploatează o funcție oferită de Google Play Store pentru a instala automat aplicații de pe web pe dispozitivul Android. Dacă un atacator obține acces și reușește să se conecteze la contul Google Play de pe un laptop, acesta poate instala automat orice aplicație dorește pe smartphone-ul victimei.

Vulnerabilitățile dispozitivelor Android

Un actor rău intenționat poate accesa de la distanță 2FA bazat pe SMS al unui utilizator prin utilizarea unei aplicații concepută pentru a sincroniza notificările utilizatorului pe diferite dispozitive.

Mai exact, atacatorii pot profita de o combinație compromisă de e-mail și parolă conectată la un cont Google (cum ar fi *username@gmail.com*) pentru a instala în mod nefast o aplicație de oglindire (replicare) a mesajelor disponibilă pe smartphone-ul victimei prin intermediul Google Play. Acest scenariu este destul de real, deoarece utilizatorii folosesc, de regulă, aceleași date de acces în cadrul mai multor servicii. Utilizarea unui „manager de parole” este o modalitate eficientă de a face mai sigură prima linie de autentificare - autentificarea cu nume de utilizator/parolă.

Odată ce aplicația este instalată, atacatorul poate aplica tehnici simple de inginerie socială pentru a convinge utilizatorul să activeze permisiunile necesare pentru ca aplicația să funcționeze corect. De exemplu, acesta poate pretinde că sună de la un furnizor de servicii legitim pentru a convinge utilizatorul să activeze permisiunile. După aceasta, poate primi de la distanță toate comunicațiile trimise pe telefonul victimei, inclusiv codurile unice utilizate pentru 2FA.

Acest atac nu necesită capacitate tehnice de vârf. Este nevoie doar de o înțelegere a modului în care funcționează aceste aplicații specifice și a modului de a le utiliza în mod intelligent (împreună cu ingineria socială) pentru a ținti o victimă. Amenințarea este și mai reală atunci când atacatorul este o persoană de încredere (de exemplu, un membru al familiei) cu acces la telefonul victimei.

Metode de îmbunătățire a protecției 2FA

Unele metode de păstrare a informației personale în siguranță sunt:

- Atenție sporită la e-mailurile care spun că un cont a fost folosit de pe un dispozitiv nou sau necunoscut și necesitatea să verificați dacă ați fost chiar dumneavoastră. De asemenea, este necesară o atenție sporită la alte semnale de alarmă evidente, cum ar fi e-mailurile care notifică încercările de autentificare eşuate sau cererile de resetare a parolei care nu provin de la noi.
- Dacă există un cont de Facebook, este necesar de verificat în compartimentul setărilor Setări > Aplicații și site-uri web (Settings > Apps and Websites) dacă tot ceea ce este listat acolo este folosit de noi și dacă ar trebui să fie acolo. Un cont de Facebook "dezactivat" poate fi restabilit atunci când undeva se utilizează opțiunea "Autentificare cu contul de Facebook".
- Dacă există posibilitatea selectării procedurilor de autentificare, este important de analizat vulnerabilitățile cunoscute. De exemplu, algoritmii slabii ai token-urilor pot fi folosiți de un atacator pentru a prezice următorul token, în cazul disponibilității celor anterioare. Sau utilizarea unor token-uri scurte, fără o valabilitate limitată, poate expune utilizatorul la un atac.
- Pregătirea personală și a eventualilor angajați ai unei companii pentru a recunoaște tentativele de phishing.

Concluzii

Adevărul este că până și autentificarea cu mai mulți factori (MFA) are soluții de ocolire. Metodele de autentificare prin "factor de identitate" utilizate în prezent pe dispozitivele noastre sunt încă destul de ușor de eludat - nu este nevoie de un hacker geniu pentru a împiedica recunoașterea vocală.

Având în vedere că actual sunt înregistrate din ce în ce mai multe încălcări masive de date ale unor companii populare, autentificarea 2FA devine rapid o procedură standard. și chiar dacă există modalități de a ocoli 2FA, aceasta este totuși mai sigură decât utilizarea combinației de modă veche – nume de utilizator și parolă. Pentru a ocoli 2FA, atacatorul ar trebui să spargă două cicluri de autentificare, față de unul singur.

Referințe

1. Roger Grimes. The many ways to hack 2FA. Journal Network Security, Vol. 2019, Issue 9, pp.1-20. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1353485819301072>
2. Thanasis Petsas, Giorgos Tsirantonakis, Ilias Athanasopoulos, Sotiris Ioannidis. Two-factor authentication: is the world ready? Quantifying 2FA adoption. <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/2751323.2751327>.
3. Looking at Passwords in 2022. https://www.hivesystems.io/blog/are-your-passwords-in-the-green?utm_source=tabletext&fbclid=IwAR0-cG7B6VRJ-UMq7L7nuMZT3RIFXNkOLjhP4M6oJUV5XbFrsCpyhDNhQ7Q

ELABORAREA SOFTULUI PENTRU ANALIZA ȘI PREVENIREA INTERFERENȚEI POTENȚIALE ÎNTRE SISTEMELE 5G ȘI DE TELEVIZIUNE DIGITALĂ TERESTRĂ DIN BANDA 700 MHZ

Mihail CICLICCI

Departamentul Telecomunicații și Sisteme Electronice, grupa SCE-21, Facultatea Electronică și Telecomunicații, Universitatea Tehnică a Moldovei, mun. Chișinău, Republica Moldova

Autorul corespondent: Mihail Ciclicci, mihail.ciclicci@tse.utm.md

Rezumat. Odată cu implementarea tehnologiei 5G în Republica Moldova, au fost descoperite potențiale interferențe ce pot apărea în banda 700 MHz din cauza atribuirii a tehnologiei de televiziune digitală terestră (DTV) în această bandă de frecvențe. Ca soluție a fost propusă efectuarea unei analize a interferenței prin elaborarea unui software ce va identifica interferențele prin utilizarea modelelor de propagare punct-zonă.

Cuvinte cheie: model de propagare, intensitatea câmpului electromagnetic, putere recepționată, interpolare, analiza reliefului.

Introducere

În data de 22 decembrie 2020 a fost aprobată Hotărârea Nr. 987 cu privire la aprobarea Programului de management al spectrului de frecvențe radio pentru anii 2021 – 2025 în care a fost inclus punctul de analiză a benzilor de frecvențe 694 – 790 MHz, 3400 – 3800 MHz și alte benzi peste 26 GHz pentru introducerea sistemelor de comunicații mobile de generația a 5-a. În urma analizei acestor benzi a fost depistat posibilitatea creării interferenței în banda de frecvențe 694 – 790 MHz și astfel a fost nevoie de o analiză a interferenței în banda dată.

Analiza interferențelor este studiul modului în care unul sau mai multe sisteme radio pot degrada funcționarea altor utilizatori ai sistemului radio. Aceasta include tehnici pentru a prezice nivelul de interferență dacă această interferență ar putea fi tolerată sau ar reprezenta o degradare gravă, cunoscută altfel ca interferență dăunătoare.

Pentru a efectua o analiză a interferenței a fost decis de a elabora un software.

Obiectivele pentru elaborarea softului respectiv au fost: studierea și analiza a celor 2 tehnologii 5G și DTV, alegerea modelelor de propagare potrivite pentru calculul parametrilor de intensitate a câmpului electromagnetic și puterea recepționată, afișarea rezultatului în modalități grafice și tabelare.

Modelarea programului

Modelarea sistemului este procesul de dezvoltare a modelelor abstractive ale unui sistem, fiecare model prezentând o vedere sau o perspectivă diferită a sistemului respectiv. Este vorba despre reprezentarea unui sistem folosind un fel de notație grafică, care acum se bazează aproape întotdeauna pe notații în Unified Modeling Language (UML). Modelele ajută analistul să înțeleagă funcționalitatea sistemului.

O diagramă de caz de utilizare (Use-Case) UML este forma principală de cerințe de sistem/software pentru un nou program software subdezvoltat [1].

Cazul de utilizare al programului este prezentat mai jos în Fig. 1. Acesta arată principalele sarcini și posibilități pe care sistemul le poate oferi.

Actorul principal este utilizatorul, care poate alege dintr-o varietate de opțiuni; utilizatorul poate alege modelul de propagare, baza de date, tipul de antenă și cantitatea de stații 5G de verificat. De asemenea, utilizatorul este capabil să vizualizeze rezultatul, care vine în 2 tipuri diferite: CSV sau KML. CSV este folosit ca o descriere detaliată a rezultatului.

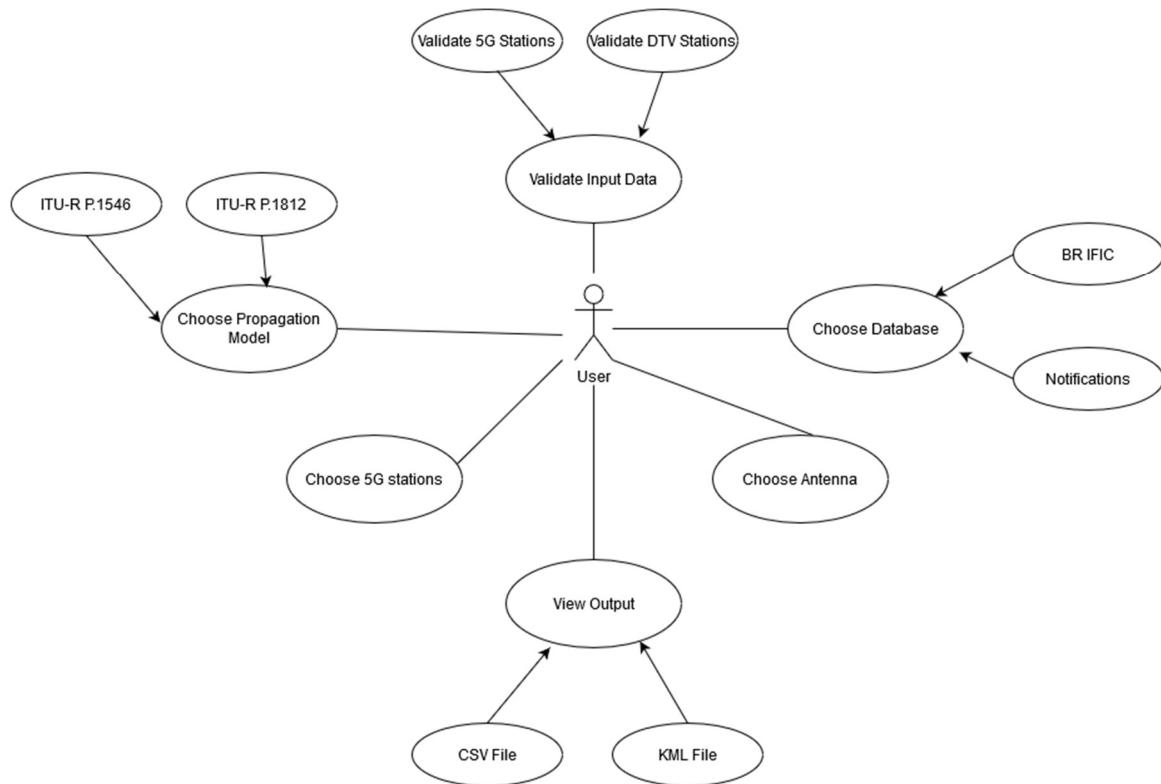


Figura 1. Diagrama Caz de Utilizare

Al doilea fișier de ieșire (KML) este o reprezentare vizuală a fișierului CSV. Scopul său este de a vizualiza pe o hartă (cazul nostru Google Earth) locația și starea stațiilor 5G. De asemenea, utilizatorul poate alege între 2 modele de propagare date; selectarea fiecărui va da rezultate puțin diferite datorită metodei de implementare. De menționat este faptul că baza de date utilizată nu poate fi doar o bază de date BR IFIC (cea oficială furnizată de organizația ITU-R), dar poate fi sub formă de notificări. Aceasta este folosită dacă unele dintre stațiile de transmisie nu sunt listate în baza de date sau dacă utilizatorul dorește să verifice stațiile de recepție cu altceva, care nu a fost creat înainte. Validarea datelor de intrare este necesară din cauza formatului fișierelor de intrare.

Elaborarea procesului de calculare a interferenței

Procesul de calcul și obținerea unui rezultat constă din 2 părți:

- calcularea intensității câmpului electromagnetic
- calcularea puterii receptionate

În final, vor fi afișați mai mulți parametri precum denumirea și locația stațiilor de emisie, atenuarea verticală și orizontală precum și cei 2 parametri menționați mai sus.

Pentru calculul parametrilor necesari pentru analiza interferenței a fost necesară alegerea modelelor de propagare potrivite. Un model de propagare radio descrie comportamentul semnalului în timp ce acesta este transmis de la emițător către receptor. Astfel, pentru aplicația dată au fost utilizate 2 modele de propagare: ITU-R P. 1546 (Metoda predicției propagării punct la zonă pentru serviciile terestre în intervalul de frecvență de la 30 MHz la 4000 MHz) și ITU-R P. 1812 (Metoda predicției propagării punct la zonă dependentă de tipul de cale specific pentru serviciile terestre în intervalul de frecvență de la 30 MHz la 6000 MHz). Diferența dintre aceste 2 modele constă în lista parametrilor de intrare utilizați, cât și în metodele de implementare.

P.1546 se bazează pe utilizarea metoda de interpolare/extrapolare din punct de vedere empiric a curbelor de intensitate a câmpului derivate ca funcții de *distanță, înălțimea antenei, frecvență și timpul procentual* [2].

P.1812 se bazează pe serii de multe punct-la-punct predicții, distribuite uniform în zonele de servicii naționale, accentul fiind pus pe tipul de relief între emițător și receptor.

Rezultatul planificat pentru acest software vine sub formă de 2 fișiere: unul CSV și altul KML. Keyhole Markup Language (KML) este un format de fișier utilizat pentru afișarea datelor geografice în browser ca Google Earth. Conform Recomandării ITU-R M. 2292 (Caracterizarea sistemelor IMT-Advanced pentru analiza interferenței) criteriul utilizat pentru analiza interferenței este puterea recepționată ce trebuie să aibă valoare mai mare de -110 dBm.

În Tabelul 1 sunt prezentate rezultatele obținute în formă tabelară pentru analiza ulterioară a interferenței de către specialiști.

Tabelul 1

Rezultatul obținut în fișierul CSV

NameTx	NameRx	Distance	E	Gain	Hor_Aten	Vert_Aten	Power_Gain	Power
PERVOMAISK	ALEPL3G	192.3	11.5	1.68	11.92	0	-120.9219608	-122.602
SHPOLA-0	ALEPL3G	288.5	-3.85	-11.64	11.92	13.32	-149.5919608	-137.952
KORSUN-SHEVCHENKOVSKIY 01	ALEPL3G	321.5	-16.25	1.68	11.92	0	-148.6719608	-150.352
KHTELNYTSKYI-N	ALEPL3G	303.6	1.13	1.68	11.92	0	-131.2919608	-132.972
VOLODARKA-0	ALEPL3G	288.2	-7.63	-11.64	11.92	13.32	-153.3719608	-141.732
VOZNESENSK	ALEPL3G	200.8	5.52	1.68	11.92	0	-126.9019608	-128.582
BALANIVKA-0	ALEPL3G	156.6	20.9	1.68	11.92	0	-111.5219608	-113.202
KULCHYIVTSI-1	ALEPL3G	241	5.7	1.68	11.92	0	-126.7219608	-128.402
VLADIMIROVKA-01	ALEPL3G	195.2	6.52	1.68	11.92	0	-125.9019608	-127.582
KHTELNYTSKYI-N	ALEPL3G	303.6	1.13	1.68	11.92	0	-131.2919608	-132.972
BEREZIVKA	ALEPL3G	160	4.11	1.68	11.92	0	-128.3119608	-129.992
UMAN-03	ALEPL3G	215.2	1.26	1.68	11.92	0	-131.1619608	-132.842
NOVOARKHANHELSK	ALEPL3G	234.5	-1.64	1.68	11.92	0	-134.0619608	-135.742
VLADIMIROVKA-01	ALEPL3G	195.2	6.52	1.68	11.92	0	-125.9019608	-127.582
VOLODARKA-0	ALEPL3G	288.2	-7.63	-11.64	11.92	13.32	-153.3719608	-141.732
YAMPIL	ALEPL3G	143.5	11.88	1.68	11.92	0	-120.5419608	-122.222
NOVOARKHANHELSK	ALEPL3G	234.5	-13.44	1.68	11.92	0	-145.8619608	-147.542
SARATA-0	ALEPL3G	128.7	14.35	1.68	11.92	0	-118.0719608	-119.752
TARUTYNE	ALEPL3G	95.1	21.62	1.68	11.92	0	-110.8019608	-112.482
MYKOLAIVKA	ALEPL3G	139.4	12.54	1.68	11.92	0	-119.8819608	-121.562
PETRIVSKE	ALEPL3G	65.1	0.27	1.68	11.92	0	-132.1519608	-133.832
NOVOUKRAINKA-0	ALEPL3G	247.3	4.23	1.68	11.92	0	-128.1919608	-129.872
SMOLINO	ALEPL3G	254.3	6.45	-11.64	11.92	13.32	-139.2919608	-127.652
NOVOMYRHOROD	ALEPL3G	291.2	-10.66	1.68	11.92	0	-143.0819608	-144.762
BOHUSLAV	ALEPL3G	311.4	-8.94	1.68	11.92	0	-141.3619608	-143.042
BALANIVKA-0	ALEPL3G	156.6	20.89	1.68	11.92	0	-111.5319608	-113.212
PERVOMAISK	ALEPL3G	192.3	11.5	1.68	11.92	0	-120.9219608	-122.602
SHPOLA-0	ALEPL3G	288.5	-3.85	-11.64	11.92	13.32	-149.5919608	-137.952

În Figura 2 este prezentat rezultatul obținut în formă grafică în browserul Google Earth.

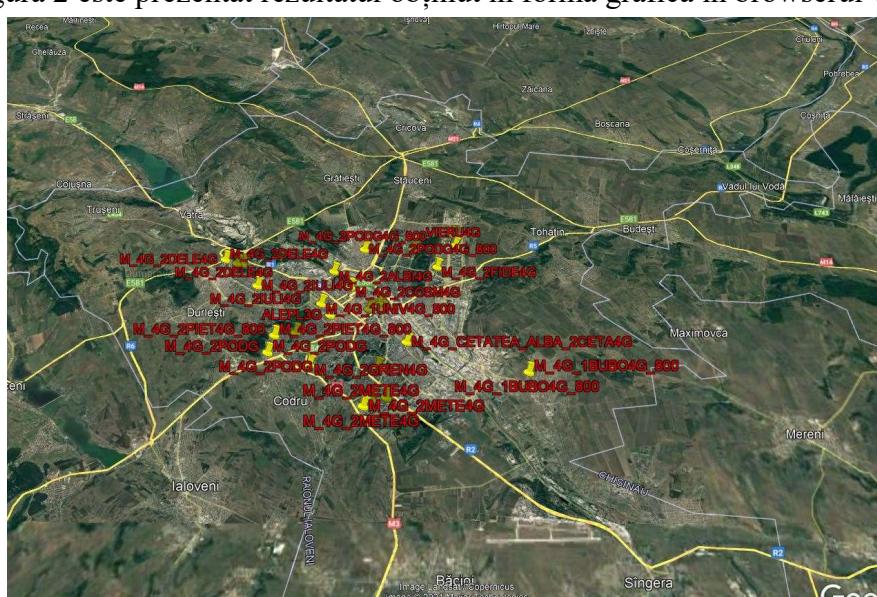


Figura 2. Rezultatul obținut în fișierul KML

În tabelele 2 și 3 sunt prezentate rezultatele obținute prin măsurări efectuate în timp real și rezultate obținute prin simulare utilizând softul creat.

Tabelul 2.

Măsurările efectuate în timp real

Nr.	Locul efectuării măsurărilor(MDA)	Coordonatele geografice	Canal TV	Polarizarea	ICEM, dB(μ V/m)	Azimutul, °	Amplasamentul emițătorului (aproximativ)(UKR)
1	s. Etulia-Nouă	45°N31'13,1"; 28°E26'40,3"	51	H	52,0	0	s. Petrivsk
2	or. Soroca, str. Cosăuți	48°N11' 1,9"; 28°E18' 38,3"	51	H	50,3	340	Iampol
3	s. Caracușenii Noi	48°N18' 58"; 26°E58' 22"	51	H	52	330	Kulicivîț

Tabelul 3

Rezultatele simulării efectuate în soft

NameTX	NameRX	LatRX	LonRX	Distance(km)	ICEM (dB μ V/m)	Gain(dBi)	Hor_Aten(dB)	Vert_Aten(dB)	Power(dBmW)
PETRIVSKE	Site Nr.1	45.311310	28.264030	111.2	57	16.8	13.32	0	-122.6
YAMPIL	Site Nr.2	48.111090	28.183830	9.01	49.7	18	11.92	0	-118.4
KULCHYIVTSI-1	Site Nr.3	48.1858	26.5822	44.51	50	17	16.52	0	-126.8

În urma comparării rezultatelor obținute prin simulare și măsurare, s-a stabilit că precizia simulărilor este de aproximativ 5 – 6 dB μ V/m, ceea ce reprezintă un rezultat mai mult ca satisfăcător.

Concluzii

Pe baza eforturilor depuse și lucrărilor desfășurate, s-au obținut următoarele rezultate:

1. Tehnologia 5G, cu toate că prin toți parametrii săi ca viteză, latență și număr de dizpozitive conectate întrece predecesorii săi 2G, 3G și 4G, întâmpină dificultăți în implementarea sa în anumite benzi ca 700 MHz.
2. Televiziunea digitală terestră deși este superioară din toate punctele de vedere față de televiziunea analogică, odată cu apariția necesității coexistenței cu tehnologii noi precum 5G, întâmpină probleme de posibilă interferență.
3. Modelele de propagare ITU-R P.1546 și P.1812 sunt cele mai convenabile pentru analiza interferenței dintre tehnologiile 5G și DTV datorită preciziei sale de calcul al intensității câmpului electromagnetic și posibilitatea coordonării între 2 sau mai multe țări.
4. În baza modelelor de propagare ITU-R P.1546 și P.1812 a fost dezvoltat un produs software, care a fost structurat în 4 componente, astfel funcțiile acestuia sunt efectuate consecutiv, în timp redus, permitând funcționarea acestuia chiar și în cazul apariției erorilor în una sau mai multe componente.

Referințe

1. *Use Case Diagram Guide: UML Use Case Diagram: Tutorial with EXAMPLE Guru99,[online]. 2020 [accesat 26.02.2022] Disponibil: <https://www.guru99.com/use-case-diagrams-example.html>*
2. International Telecommunication Union. *Method for point-to-area predictions for terrestrial services (Recommendation ITU-R P.1546-6 International Telecommunication Union)[online]. 2019. 59 p.[accesat 26.02.2022] Disponibil: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.1546-6-201908-I!!PDF-E.pdf*

INVESTIGAȚII DE CODIFICAREE SI TRANSMITEREA MESAJULUI CU FOLOSIREA METODEI OOPSK

Veronica DOBROVOLSCHI^{1,2}

¹Departamentul Fizica, Facultatea Electronică și Telecomunicații,
Universitatea Tehnică din Moldova, Chișinău, Republica Moldova

²Facultatea de Medicina, Catedra de fiziologie a omului și biofizica,
Universitatea de Stat de Medicina și Farmacie „Nicolae Testemitanu”, Chișinău, Republica Moldova

Autorul corespondent: Dobrovolschi Veronica, veronica.dobrovolschi@fiz.utm.md

Rezumat. In această lucrare sunt prezentate rezultatele teoretice privind dinamica laserului semiconductor unimod sub influența feedback-ului optic multiplu. Este arătat că în anumite condiții sistemul evoluează către un comportament haotic apropiat celui bazat pe comunicarea optică. Au fost stabilite condițiile de codificare a mesajului utilizând metoda de criptare conectat/deconectat prin schimbare de fază (OOPSK).

Cuvinte cheie: laser cu semiconductoare, OOPSK, feedback optic, schema bloc.

Introducere

În ultimii ani au fost raportate investigații referitor la diferite configurații (scheme) pentru transmisia haotică de date [1-3]. Din punct de vedere al aplicabilității, comunicațiile bazate pe haos au devenit o opțiune de îmbunătățire a confidențialității și securității în transmiterea datelor, mai ales după recenta demonstrație pe rețelele metropolitane de fibră optică din Atena [4]. Una dintre cele mai atractive scheme din punct de vedere al securității este metoda de criptare conectat/deconectat prin schimbare de fază - on/off phase shift keying (OOPSK) [5] unde codificarea se realizează prin modularea ușoară a fazei feedback-ului optic al emițătorului. Baza fizică pentru OOPSK este că comportamentul de sincronizare al receptorului acționează ca un detector sensibil pentru variațiile fazei de feedback a transmițătorului: schimbările discrete adecvate fac ca dinamica receptorului să sară între stările sincronizate și desincronizate. Lucrarea este organizată după modul următor: în secțiunea 2, prezentăm configurația laserului și ecuațiile, în secțiunea 3, rezumăm modelul teoretic, discutăm variația parametrilor și influența asupra generării impulsurilor, rezultatele simulate numeric sunt prezentate în această secțiune și concluziile sunt prezentate în secțiunea 4.

Structura laserului și ecuațiile.

În Figură 1 este prezentată un model al instalației investigate, care este format dintr-un laser semiconductor cuplat la mai multe cavități. În acest model se ține cont doar de reflexia unică în fiecare cavitate.

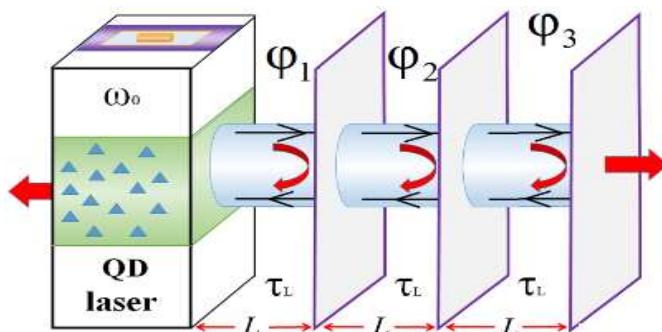


Figura 1. Schema bloc a unui sistem utilizat pentru sincronizarea haotică, codificarea și transmiterea mesajului cu folosirea laserelor semiconductoare. R_1, R_2 și R_3 sunt respectiv coeficienții de reflexie a fațetelor. Lungimile cavităților externe sunt de 1 cm. ω_0 este frecvența proprie a laserului

Dinamica sistemului este analizată în limitele modelului extins Lang-Kobayashi [6] pentru amplitudinea complexă a câmpului E și densitatea purtătorilor de sarcină N.

$$\frac{dE_{t,r}}{dt} = (1+i\alpha) \left[\frac{g(N_{t,r} - N_0)}{1+s|E_{t,r}|^2} - \frac{1}{\tau_{ph}} \right] \frac{|E_{t,r}|^2}{2} + \gamma_1 e^{i\varphi_1} E_{t,r}(t-\tau_1) + \gamma_2 e^{i\varphi_2} E_{t,r}(t-\tau_2) + \gamma_3 e^{i\varphi_3} E_{t,r}(t-\tau_3) + k_r E_t \quad (1)$$

$$\frac{dN_{t,r}}{dt} = \frac{I_{t,r}}{e} - \frac{1}{\tau_e} N_{t,r} - \frac{g(N_{t,r} - N_0)}{1+s|E_{t,r}|^2} |E_{t,r}|^2. \quad (2)$$

Indicele t și r se referă la emițătorul și respectiv receptorul laserului. Termenul E_t din ecuația (1) este pentru laserul emițător și descrie cuplarea într-o singură direcție a laserelor. Parametrul $\kappa_r = \sqrt{1-R}\eta_{ext}/(\tau_c\sqrt{R})$ ne descrie intensitatea câmpului injectat în laserul secundar unde R este coeficientul reflexiei fațetei laserului secundar ($R = 30\%$), τ_c este timpul de circulație al câmpului în laser avind valoarea de 10 ps, η_{ext} include pierderile cu excepția celor introduse de fațetele laserului ($\eta_{ext} = 0.5$) ce rezulta în parametrul de cuplaj $\kappa = 75 \text{ ns}^{-1}$. τ_1 , τ_2 , τ_3 sunt timpi de întirzire. γ_1 , γ_2 și γ_3 sunt respectiv intensitatea feedback-ului care sunt dirigate de coeficienții de reflexie ai oglindilor. φ_1 , φ_2 și φ_3 sunt fazele acumulate în cavitate care în cazul absenței pierderilor pot lua valori între 0 și 2π . Alți parametri au următoarele valori: factorul Henry $\alpha = 5$; coeficientul amplificării diferențiale $g = 3.55 \cdot 10^{-8} \text{ ps}^{-1}$, $s = 4 \cdot 10^{-7}$ este coeficientul de saturare a amplificării. $\tau_{ph} = 3 \text{ ps}$ este timpul de viață al fotonilor, $\tau_e = 1.85 \text{ ps}$ timpul purtătorilor de sarcină și $N_0 = 1.1 \cdot 10^8$ este numărul de purtători la transparentă.

Acești parametri, care sunt considerați identici pentru ambele lasere, a emitatorului și receptorului, sunt utilizati pentru rezultatele calculate în formulele de mai sus. Curentul de injectie este fixat la ($I=25mA$) ($I_{th}=10.5 \text{ mA}$).

Rezultatele calculului numeric. Discuții.

În ceea ce urmează vom raporta rezultate numerice având la bază ecuațiile (1) și (2). În Figura 2 este ilustrată evoluția în timp (partea stângă) și spectrul optic de putere (partea dreaptă) a laserului semiconductor sub influența feedback-ului multiplu în regim haotic.

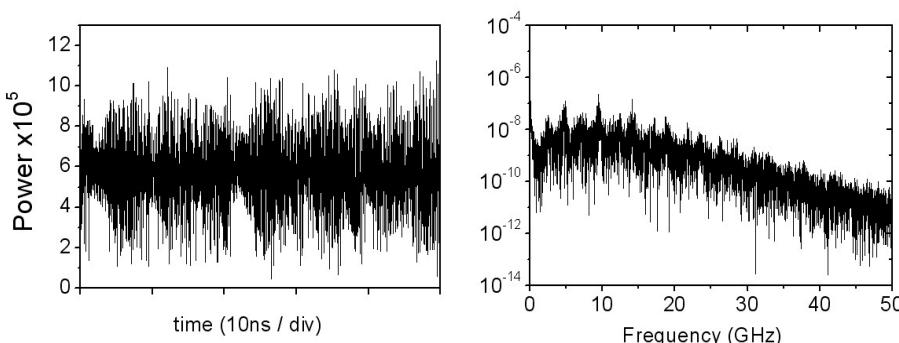


Figura 2. Evoluția în timp a puterii emergente (partea stângă) și spectrul optic de putere (partea dreaptă) a laserului semiconductor sub influența feedback multiplu pentru parametrii: $\gamma_1 = 10 \text{ ns}^{-1}$,

$$\gamma_2 = 10 \text{ ns}^{-1}, \gamma_3 = 20 \text{ ns}^{-1}, \varphi_1 = -\pi/2, \varphi_2 = -\pi/2, \varphi_3 = \pi.$$

Se poate observa că feedbackul multiplu face ca comportamentul laserului să fie mai complex în comparație cu cel raportat în laser convențional cu o singură oglindă plasată la fațeta laserului din spate. Acest fapt este confirmat și de calculele timpului de autocorelație. Aceste calcule conduc la valorile $T_c^{DCF} \approx 0.035 \text{ ns}$.

În continuare considerăm influența neidentității dintre valorile fazelor φ_{3m} pentru laserul principal al emițătorului și cel secundar φ_{3s} al receptorului asupra valorii coeficientului de corelație reciprocă. Figura 3 expune valorile acestui coeficient în planul $(\varphi_{3m} - \varphi_{3s})$ pentru intensitățile reacției inverse $\gamma_1 = 15ns^{-1}$, $\gamma_2 = 10ns^{-1}$, $\gamma_3 = 15ns^{-1}$ și coeficientul de cuplaj $\kappa_r = 75ns^{-1}$. Ceilalți parametri sunt păstrați identici atât pentru laserul principal, cât și pentru cel secundar. Observăm că regiunea valorilor mari ale coeficientului de corelație corespunde valorilor egale ale fazelor, adică $\varphi_{3m} = \varphi_{3s}$. Coeficientul de corelație degradează când fazele diferă una de alta.

Punctele A și B din Fig.3 corespund punctelor de operare care le vom considera ulterior pentru codarea și decodarea mesajului în metoda OOPSK. Punctul A este ales astfel ca coeficientul de corelație să fie maxim, iar punctul B, corespunde stării cu coeficientul de corelație mic.

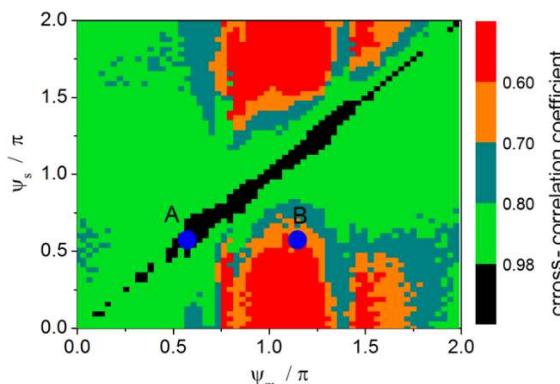


Figura 3. Descrierea este in text

În metoda OOPSK mesajul este codificat variind faza reacției inverse a laserului principal fără a introduce schimbări esențiale în evoluția în timp a puterii emergente și în spectrul de putere sau optic. În cazul acesta laserul secundar, faza căruia este menținută constantă, acționează ca detector al calității sincronizării. Când fazele reacției inverse ale emițătorului și receptorului coincid, coeficientul de corelație dintre puterile emergente ale ambelor sisteme este mare, iar când fazele au valori diferite, el devine mici. Figura 4 descrie procesul de criptare OOPSK a mesajului 0,25 Gbit/s. În panelul de sus este afișat mesajul ce trebuie codat.

Figura 4.b arată procesul de codificare al unui mesaj digital de 0.25 Gb/s prin metoda OOPSK. Figura 4.a expune mesajul ce trebuie codat. Figura 4.b prezintă eroarea de sincronizare când faza receptorului variază de la 0.75 rad (bitul "0") la 0 (bitul "1"), adică de la punctul A spre punctul B din Figura 3. Figura 4.c demonstrează că mesajul poate fi cu succes recuperat după un proces standard de filtrare.

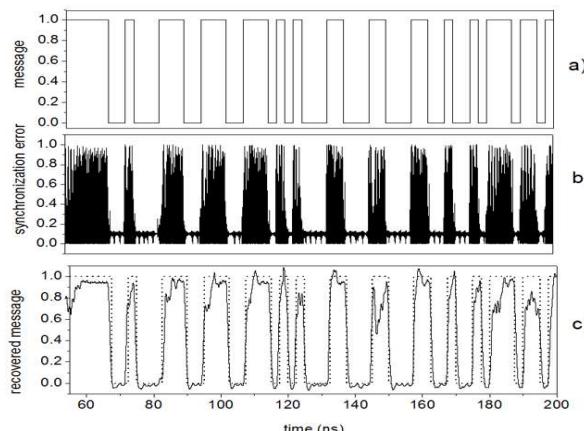


Figura 4. Metoda de codificare si decodare a unui mesaj digital de 0.25 Gb/s.

- a) Mesajul care trebuie codificat;
- b) mesajul decodat ce este reprezentat de eroarea sincronizării;
- c) mesajul decodat și recuperat după procesul de filtrare

Concluzii

În această lucrare am studiat dinamica laserelor semiconductoare sub influența mai multor feedback-uri optice. Rezultatele prezentate în această lucrare arată că, două astfel de sisteme laser în anumite condiții pot fi sincronizate când ele operează în regim haotic în configurația emitor-receptor. Analizind schema bloc a unui sistem utilizat pentru sincronizarea haotică, codificarea și transmiterea mesajului cu folosirea laserelor semiconductoare am obținut rezultate care sunt descrise în figura 4. În metoda OOPSK descrisă în aceasta lucrare, mesajul este codificat variind faza reacției inverse a laserului principal fără a se introduce schimbări esențiale în evoluția în timp a puterii emergente și în spectrul de putere sau optic. În cazul acesta laserul secundar, faza căruia este menținută constantă, acționează ca detector al calității sincronizării. Când fazele reacției inverse ale emițătorului și receptorului coincid coeficientul de corelație dintre puterile emergente ale ambelor sisteme este mare, iar când fazele au valori diferite, el devine mic. În cele din urmă, metoda de criptare OOPSK poate fi aplicată cu succes la o rată de sute de Mbit/s.

Mulțumiri. Această lucrare a fost susținută finanțat de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltarea Moldovei în cadrul proiectului 20.80009.5007.08 „Studiul structurilor optoelectronice și a dispozitivelor termoelectrice cu eficiență înaltă”.

Referințe

1. Donati, S., Mirasso, C.R.; See feature section on optical chaos and applications to cryptography, *IEEE, J. Quantum Electron.* 38 (9) 2002.
2. Larger, L., Goedgebeuer, J.-P. Special number on “Cryptography using Optical chaos” *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences-Dossier de Physique* N. 5, 2004.
3. Sanchez-Diaz A., Mirasso C.R., Colet P. and Garcia-Fernandez P. *IEEE J. Quantum Electron.*, 35, (1999) 292.
4. Argyris, A., Syridis, D., Larger, L., Annovazzi-Lodi, V., at all; *Nature* 438, p.343, 2005.
5. Tronciu V. Z., Ermakov, I. V., Colet, P. and Mirasso, C. R., “Chaotic dynamics of a semiconductor laser with double cavity feedback: Applications to phase shift keying modulation” *Opt. Commun.* 281(18), p. 4747–4752, 2008.
6. Lang, R., and Kobayashi, K. “External Optical Feedback Effects on Semiconductor Injection Laser Properties,” *IEEE Journal of Quantum Electronics*, Vol. 16, No. 3, 1980, pp. 347-355.
[doi:10.1109/JQE.1980.1070479](https://doi.org/10.1109/JQE.1980.1070479).

UNDELE MILIMETRICE - METODA MODERNĂ DE DIAGNOSTICĂ ȘI TRATAMENT

Natalia GUBCEAC^{1,2}

¹Departamentul Fizica, Facultatea de Electronică și Telecomunicații,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Moldova

²Facultatea de Medicină, Catedra de Fiziologie a Omului și Biofizica,
Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie "Nicolae Testemițanu", Chișinău, Moldova

Autorul corespondent: Gubceac Natalia, natalia.gubceac@scee.utm.md

Rezumat. În această lucrare aducem o contribuție asupra dezvoltării metodelor de diagnostică și tratament bazate pe mecanismul de generare a undelor electromagnetice de frecvență înaltă (milimetrice și terahertz) în mediile biologice. Este discutat un model de interacțiune a undelor milimetrice cu fononii și fotonii generați de celulele materiei vii. Astfel se analizează evoluția dinamicii sistemului considerat pentru diferiți parametri.

Cuvinte cheie: unde milimetrice și terahertz, mediu biologic, fotoni și fononi Frohlich, stări stable și haotice.

Introducere

Cercetările teoretice și experimentale recente declanșează un interes înalt pentru tehnologiile bazate pe radiațiile din regiunea frecvențelor înalte (0,1 – 20) Terahertz (THz), precum și undele de frecvență milimetrică, situate în domeniul 30-300 GHz corespunzător intervalului de lungime de undă 1-10 mm. La moment, această regiune a spectrului electromagnetic reprezintă zona de frontieră a multor cercetări multi – disciplinare [1]. Fotonii THz datorită naturii lor ne-ionizante, pot fi utilizati în diverse aplicații nedistructive ale biomedicinii moderne, metrologie și controlul calității, investigații spectroscopice, comunicațiile și securitate, detectare și imagistică [2–10] etc.

Tehnologia THz este un domeniu de cercetare promițător cu diverse aplicații științifice și tehnice. Spre exemplu, imagistica THz este un domeniu nou ce utilizează teorii, modele matematice și tehnici de descriere și evaluare a imaginilor THz, care încă nu s-au maturizat complet. Există multe întrebări deschise cu privire la modul de lucru, la frecvențele THz utilizate, cât și la interacțiunea acestor unde cu sistemele celulare și bio-molecule. Întrucât tehnologiile THz reprezintă un domeniu relativ nou, teoriile și modelele matematice pentru evaluarea sistemelor de interacțiune dintre undele THz și țesutul biologic nu sunt încă complet explicate. Toate aceste incertitudini au condus la formularea mai multor ipoteze din punct de vedere teoretic referitor la mecanismul de interacțiune.

A fost demonstrat ca celulele biologice vii, produc unde MM și THz, datorită proprietăților, a proteinelor din compoziția membranei cât și a pompeelor Na-K. Unele studii presupun că permisiabilitatea membranei celulare pentru ionii de potasiu este cauzată de radiația electromagnetică de intensitate joasă [11]. Permiabilitatea membranelor eritrocitelor contribuie la accelerarea procesului de oxidare a acizilor care fac parte din structura lipozomilor, iar aceștia participă la accelerarea conductivității ionice prin membrana celulară [12, 13].

Pentru prima dată a fost înaintată o ipoteză de către H. Fröhlich, în 1968, precum că țesuturile biologice vii generează unde milimetrice [14-16]. Conform acestei teorii sistemele biologice vii generează oscilații ale macromoleculelor în domeniul de frecvență caracteristic undelor milimetrice. Energia proceselor vitale în celulele vii se transmite oscilațiilor dipol local excitate. Datorită fenomenelor neliniare, la interacțiunea oscilațiilor dipol și legăturii acestora cu undele elastice se produce tranziția sistemului într-o stare metastabilă cu un singur tip de oscilații, trecând în starea fundamentală. Are loc formarea unui dipol colectiv gigant, care reprezintă o stare coerentă a obiectului biologic. Această stare cooperativă condiționează crearea în sistemele biologice a fononilor bose-condensați în regiunea frecvențelor de ordinul 10^{11} Hz. Multe mode vibraționale în

biomoleculele complexe se încadrează în domeniul 1 GHz până la 100 GHz [17]. În ceea ce privește de frecvențe, de asemenea, sunt situate un număr important de mode vibraționale ale apei, vibrațiile atomilor în moleculele organice și legăturile de hidrogen [18]. În acord cu ideea lui Frohlich, dacă energia este furnizată peste o rată critică lanțului dipolar sau ramurilor modurilor electrice, apare condensarea Bose-Einstein, o stare cu energia cea mai scăzută. Odată cu apariția condensului, se stabilește o puternică oscilație electromagnetică coerentă în sistem, iar energia lanțului în modul cu cea mai mică energie poate stimula diferite procese de viață, cum ar fi diviziunea celulară și sinteza proteinelor.

Evoluția dinamicei nelineare a sistemului de celule ori macromolecule la iradierea acestora cu unde milimetrice

Modelul studiat și cercetat este reprezentat în Figura 1 și constă dintr-o sursă de unde MM. Radiația primită de la această sursă este folosită pentru iradierea mediului biologic studiat. Iradierea mediului biologic are loc sub formă de pompaj (P) din partea sursei. După iradierea mediului biologic cu undele milimetrice, acest mediu generează unde, câmpul electromagnetic emis de acest mediu este amplificat cu un amplificator ca mai apoi să fie iar iradiat acest mediu. Iradierea ulterioară a mediului biologic are loc în baza unui feedback optic.

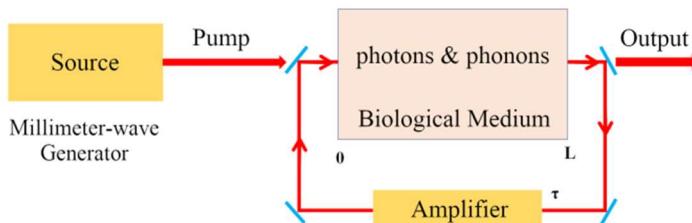


Figura 1. Modelul de iradiere a țesutului biologic cu unde electromagnetice MM sau THz

Astfel, evoluția mediului biologic în urma iradierii cu unde milimetrice sau terahertz poate fi descrisă de un sistemul de patru ecuații diferențiale reprezentat mai jos:

$$\frac{dE_1}{dT} = -\sigma E_1 - (\tilde{\delta} - \tilde{\omega}_0) E_2 + 2\alpha\tilde{\gamma}Y_1 + \alpha \left\{ 2\tilde{\gamma} [\delta - (Y_1^2 + Y_2^2)] - 1 \right\} a_2 + \Gamma [\cos(\varphi) E_1(t-\tau) + \sin(\varphi) E_2(t-\tau)] + P, \quad (1)$$

$$\frac{dE_2}{dT} = (\tilde{\delta} - \tilde{\omega}_0) E_1 - \sigma E_2 + 2\alpha\tilde{\gamma}Y_2 - \alpha \left\{ 2\tilde{\gamma} [\delta - (Y_1^2 + Y_2^2)] - 1 \right\} Y_1 + \Gamma [\cos(\varphi) E_2(t-\tau) + \sin(\varphi) E_1(t-\tau)], \quad (2)$$

$$\frac{dY_1}{dT} = -\alpha E_2 - Y_1 - [\delta - \nu(Y_1^2 + Y_2^2)] Y_2, \quad (3)$$

$$\frac{dY_2}{dT} = -\alpha E_1 + [\delta - \nu(Y_1^2 + Y_2^2)] Y_1 - Y_2, \quad (4)$$

unde E_1 și E_2 sunt fotoni Fröhlich emiși, iar Y_1 și Y_2 fononii generați de moleculele sau celule sistemului biologic. În sistemul de ecuații prezentat au fost utilizate următoarele mărimi adimensionale:

$$\delta = \frac{\Delta}{\gamma}, \quad \tilde{\delta} = \frac{\omega^2 - c^2 k^2}{2\omega\gamma}, \quad \alpha = \sqrt{\frac{\omega\Omega_0}{2\gamma^2}}, \quad \Omega_0 = \frac{4\pi d^2}{V_0\hbar}, \quad \tilde{\omega}_0 = \frac{\Omega_0}{\gamma}, \quad \tilde{\gamma} = \frac{\gamma}{\omega}, \quad \sigma = \frac{\gamma_f}{\gamma}, \quad T = \gamma t.$$

În sistemul de ecuații diferențiale folosit (1-4) termenul $\gamma_f = \tilde{E} + \tilde{E}_0$, reprezintă atenuarea câmpului electromagnetic generat în mediul biologic. În sistemul de ecuații (1-4) prezentat mai sus este descris pe deplin evoluția concentrației fononilor condensați de tip Bose-Einstein cât și a undelor generate de mediul biologic conform schemei din Figura 1.

În continuare vom efectua o descriere asupra dinamicii sistemului descris de ecuațiile de mai sus pentru diferite valori ale parametrilor sistemului. În calculele numerice au fost fixați următorii parametri adimensionali: $\tilde{\omega}_0 = 0.1$, $\nu = 1$, $\tilde{\gamma} = 1.1$, $\tilde{\delta} = 0.1$, $\tau = 0.15$, $\varphi = 3\pi/2$.

Figura 2 descrie evoluția în timp a puterii fotonilor emiși pentru diverse valori ale parametrilor sistemului. După cum se observă pentru $\sigma = 2.1$, dependența în timp a puterii fotonilor emiși descrie un comportament de oscilații continue (vezi Fig. 2a), iar pentru valori mici $\sigma = 0.1$ (Fig. 2b) pot fi observate apariția pulsațiilor periodice.

Pentru unele valori moderate ale sistemului evoluția sistemul tinde către o stare haotică ce poate fi observată în Fig. 2c).

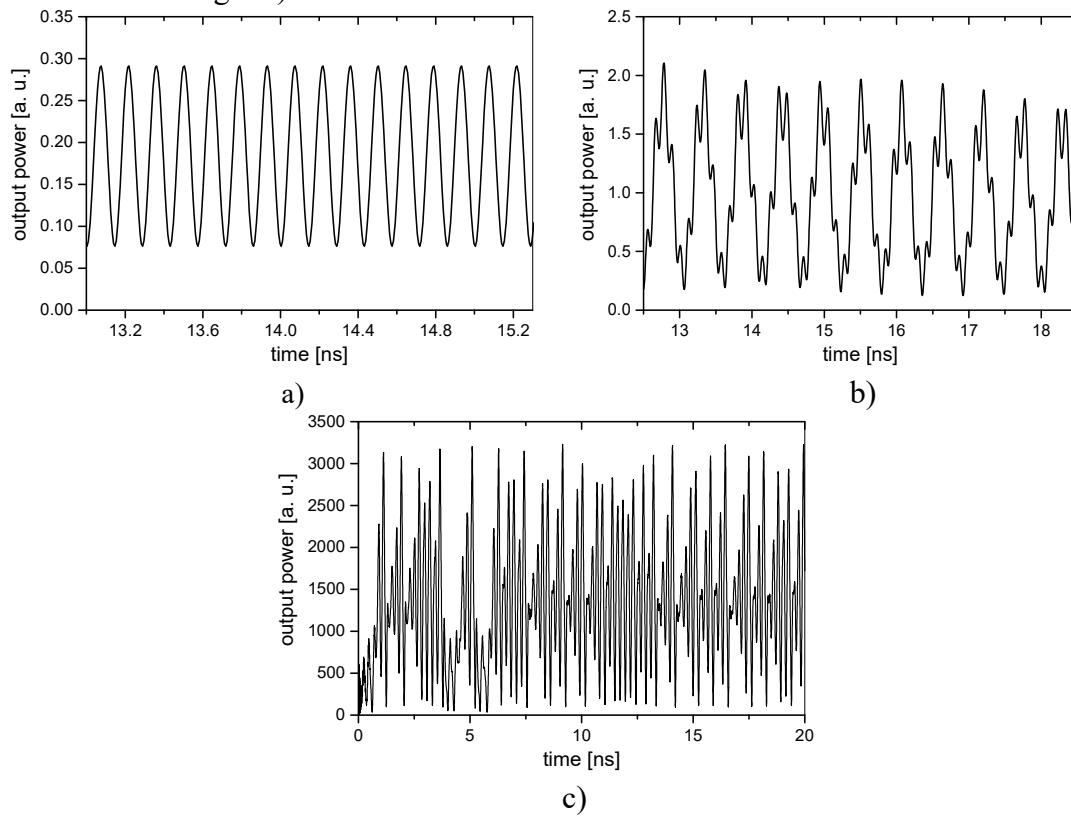


Figura 2. Dependența în timp a puterii fotonilor emiși pentru următoarele valori:

a) $\alpha = 10$, $\delta = -5$, $\Gamma = 5$, $\sigma = 2.1$ b) $\alpha = 10$, $\delta = -5$, $\Gamma = 5$, $\sigma = 0.1$ c) $\alpha = 20$, $\delta = 25$, $\Gamma = 15$, $\sigma = 10$

Concluzii

Dinamica neliniară a interacțiunii undelor milimetrice și terahertz cu fononii generați de sistemul de molecule a fost cercetată pentru diferite valori ale sistemului: amplitudinea feedback-ului optic, abaterea de la rezonanță, numărul mediu de fononi, pompajul exterior, parametrul de atenuare a fononilor emiși. După cum a fost observat, pentru anumiți parametri, evoluția în timp a puterii fotonilor emiși este periodică, iar pentru valori moderate ale feedback-lui optic în sistem apar bifurcații cu dublarea perioadei de oscilație, iar pentru valori mari ale acestuia apar regimuri haotice.

Mulțumiri. Această lucrare a fost susținută finanțat de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltarea Moldovei în cadrul proiectului 20.80009.5007.08 „Studiul structurilor optoelectronice și a dispozitivelor termoelectrice cu eficiență înaltă”.

Referințe

1. Akinori, I.; Stefano, L. and Augusto, M. Terahertz as a frontier area for science and technology. *Condens. Matter* 2021, 6, 23. <https://doi.org/10.3390/condmat6030023>
2. D'Arco, A.; Di Fabrizio, M.; Dolci, V.; Petrarca, M.; Lupi, S. THz pulsed imaging in biomedical applications. *Condens. Matt. Phys.* 2020, 5, 1–25. <https://doi.org/10.3390/condmat5020025>
3. Rothbart, N.; Holz, O.; Koczulla, R.; Schmalz, K.; Hübers, H.W. Analysis of human breath by millimeter-wave/terahertz spectroscopy. *J. Sens.* 2019, 19, 2719. <https://www.mdpi.com/1424-8220/19/12/2719>
4. Ren, A.; Zahid, A.; Fan, D.; Yang, X.; Imran, M.A.; Alomainy, A.; Abasi, Q.H. State-of-the-art in terahertz sensing for food and water security-A comprehensive review. *Trends Food Sci. Tech.* 2019, 85, 241–251. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.01.019>
5. Wang, K.; Sun, D.W.; Pu, H. Emerging non-destructive terahertz spectroscopic imaging technique: Principle and applications in the agri-food industry. *Trends Food Sci. Tech.* 2017, 67, 93–105. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.06.001>
6. Neu, J.; Ostresh, S.; Regan, K.P.; Spies, J.A.; Schmuttenmaer, C.A. Influence of dye sensitizers on charge dynamics in SnO₂ nanoparticles probed with THz spectroscopy. *J. Phys. Chem. C* 2020, 124, 3482–3488. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jpcc.9b11024>
7. D'Arco, A.; Mussi, V.; Petrov, S.; et.al. D. Fabrication and spectroscopic characterization of graphene transparent electrodes on flexible cyclo-olefin substrates for terahertz electro-optic applications. *Nanotechnology* 2020, 31, 364006. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6528/ab96e6>
8. Melinger, J.S.; Yang, Y.; Mandehgar, M.; Grischkowsky, D. THz detection of small molecule vapors in the atmospheric transmission windows. *Opt. Expr.* 2012, 20, 6788–6807. <https://opg.optica.org/oe/fulltext.cfm?uri=oe-20-6-6788&id=230223>
9. Cosentino, A. Terahertz and cultural heritage science: Examination of art and archeology. *Technologies* 2016, 4, 1–13. <https://www.mdpi.com/2227-7080/4/1/6>
10. Curcio, A.; Marocchino, A.; Dolci, V. et.al. Resonant plasma excitation by single-cycle THz pulses. *Sci. Rep.* 2018, 8, 1–8. <https://www.nature.com/articles/s41598-017-18312-y>
11. Zhadoboy, M.; Nicolaz, C. N.; Sauleau, R. et al., Evaluation of the Potential Biological Effects of the 60-GHz Millimeter Waves Upon Human Cells. *IEEE Tans. on Antennas and Propagation* 57: 2009, pp. 2949–2956.
12. Bolterauer, H.; Tuszyński, J. A. and Satarić, M. V., Fröhlich and Davydov regimes in the dynamics of dipolar oscillations of biological membranes, *Phys. Rev. A* 44, 1991, p.1366.
13. T. Globus, D.L. Woolard, T. Khromova, T.W. Crowe, M. Bykhovskaya, B.L. Gelmont, et al., THz spectroscopy of biological molecules, *J. Biol. Phys.* 29, **2003**, 89–100.
14. Frohlich, H. Bose condensation of strongly excited longitudinal electric modes. *Phys. Lett. A* 26, p. 402–403, 1968. [https://doi.org/10.1016/0375-9601\(68\)90242-9](https://doi.org/10.1016/0375-9601(68)90242-9)
15. Frohlich, H. Long-Range Coherence and Energy Storage in Biological Systems. *J. Quantum Chem.*, 2, p. 641-649, 1968.
16. Frohlich, H. Long Range Coherence and the Action of Enzymes. *Nature (London)* 228, 1093, 1970.
17. THzBRIDGE Report. 2004. <http://www.frascati.enea.it/THz-BRIDGE/reports/THz-BRIDGE%20Final%20Report.pdf>
18. ICNIRP Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz), Disponibil in: *HEALTH PHYSICS* 74 (4):494-522; 1998. <https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf>

INVESTIGAȚII ALE GENERĂRII DE IMPULSURI ÎN LASERE CU MEDIU ACTIV GROPI CUANTICE CU ABSORBANT DE SATURAȚIE

Eugeniu GRIGORIEV

Departamentul Fizica, Facultatea Electronică și Telecomunicații,
Universitatea Tehnică din Moldova, or. Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Grigoriev Eugeniu Nicolae, eugeniu.grigoriev@fiz.utm.md

Rezumat. În această lucrare sunt prezentate rezultatele teoretice ale generării impulsurilor în lasere cu gropi cuantice multiple InGaN cu absorbant de saturatie. A fost studiată influența parametrilor dispozitivului precum lungimea absorbantului de saturatie și lungimea de undă a laserului asupra energiei impulsului și a maximului impulsului la ieșire.

Cuvinte cheie: laser InGaN, absorbant de saturatie, impulsuri, energia impulsului

Introducere

În ultimii ani au fost raportate investigații ale impulsurilor optice scurte care au aplicații în cercetările spațiale, în comunicații, la prelucrarea materialelor, în spectroscopie și în alte domenii. Astfel de impulsuri pot fi generate cu ușurință de diodele laser cu două secțiuni. În [1] s-au obținut impulsuri optice cu maximul de putere de 55 W. Energia obținută constituie 820 pJ, iar durata impulsului este de 15 ps. În [2] a fost raportată generarea de impulsuri optice de picoseconde cu o putere de vârf de 8 W, care au fost amplificate de un amplificator optic cu semiconductor, având o putere de vârf de aproximativ 300 W (durata impulsului este de 1,9 ps, iar energia – de 586 pJ). Aceste rezultate dezvăluie potențialul laserelor de lumină albastru-violet de a genera impulsuri optice în regim de picoseconde cu energii mari. În [3] au fost raportate rezultatele investigațiilor teoretice ale generării de impulsuri sub 10 ps de către un laser cu două secțiuni InGaN albastru-violet. Prințipiu generării impulsurilor este comutarea Q activă. S-a investigat impactul factorului de amplificare asupra puterii de vârf, energiei și lățimii impulsului comparând rezultatele numerice cu expresii semi-analitice.

Lucrarea este organizată după cum urmează: în secțiunea 2 este prezentată configurația laserului și ecuațiile, în secțiunea 3 este analizat modelul teoretic, se discută influența variației parametrilor asupra generării impulsurilor și sunt prezentate rezultatele simulărilor numerice. În secțiunea 4 sunt prezentate concluziile.

Structura laserului și ecuațiile

Figura 1 prezintă un model al instalației investigate care conține stratul activ InGaN și un absorbant de saturatie. Stratul activ este compus din 3 gropi cuantice de tipul InGaN. Grosimea regiunii active și a absorbantului de saturatie este de 18 nm, iar lungimea de undă este de 405 nm. În această lucrare calculele numerice au fost efectuate pentru lasere cu lățimea de 2 μm . Lungimea stratului activ este de 650 μm , iar lungimea absorbantului de saturatie variază de la 200 μm până la 700 μm . Ceilalți parametri sunt aceiași ca în [5].

Pentru a simula generarea de impulsuri în laserele cu mediu activ gropi cuantice de tipul InGaN, a fost utilizat modelul Yamada [6] care este redat de următoarele ecuații ale ratei pentru numărul de fotoni S și pentru numărul de purtători de sarcină injectați în regiunea activă N_1 și în absorbantul de saturatie N_2 .

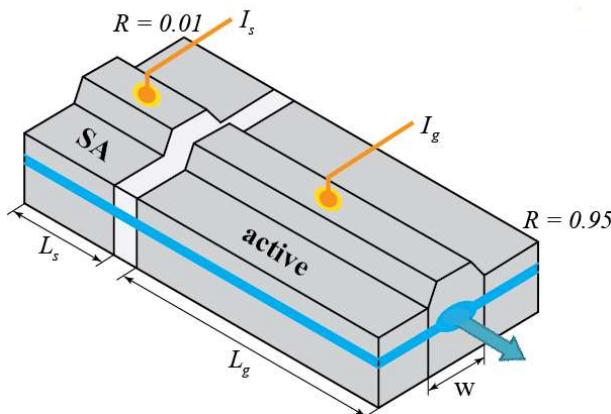


Figura 1. Schema laserului InGaN de lumină albastru-violetă cu două secțiuni

$$\frac{dS}{dt} = \left[\frac{\sum_i a_i \xi_i (N_i - N_{gi})}{V_i} - BS - G_{th} \right] S + \frac{M \sum_i a_i \xi_i N_i}{V_i}, \quad (1)$$

$$\frac{dN_i}{dt} = -\frac{a_i \xi_i}{V_i} (N_i - N_{gi}) S - \frac{N_i}{\tau_{si}} + \sum_{j \neq i} \left(\frac{N_j}{T_{ij}} - \frac{N_i}{T_{ji}} + \frac{I_{ji} - I_{ij}}{e} \right), \quad (2)$$

unde $a_1 = 1.85 \cdot 10^{-12} \text{ m}^3/\text{s}$ și $a_2 = 20 \cdot 10^{-12} \text{ m}^3/\text{s}$ sunt coeficienții de amplificare diferențială al primei și, respectiv, a regiunii a doua. $\xi_1 = 0.045$, $\xi_2 = 0.0033$ reprezintă factorii de limitare a câmpului. N_{tr} este numărul de fotoni la transparentă, τ_s durata de viață a purtătorilor de sarcină. I_i injecția purtătorilor de sarcină în regiunea i . M este numărul total echivalent al modurilor longitudinale [5].

Coeficientul de saturare a amplificării B este dat de expresia:

$$B = B_c (N_1 - N_{g1}) (a_1 \xi_1^2 / V_1^2), \quad (3)$$

unde

$$B_c = \frac{9\pi c \tau_{in}^2 |R_{cv}|^2}{2\epsilon_0 n_r^2 \hbar \lambda_0}. \quad (4)$$

Nivelul de prag al amplificării G_{th} este dat de expresia:

$$G_{th} = \frac{c}{n_r} \left(k + \frac{1}{2L} \ln \frac{1}{R_f R_B} \right), \quad (5)$$

unde $R_f = 0.25$ și $R_B = 0.95$ sunt coeficienții de reflexie ale fațelor din față și, respectiv, din spate, iar $k = 1000 \text{ m}^{-1}$ este coeficientul pierderilor. Pentru o descriere detaliată a parametrilor rămași ai modelului ne referim la [5, 6].

Rezultatele calculelor numerice. Discuții

În cele ce urmează vom raporta rezultatele calculelor numerice având la bază ecuațiile (1) – (5) care descriu dinamica laserului InGaN reprezentat schematic în Figura 1. Dependența de timp a curentului de injecție și a puterii optice emergente este prezentată în Fig. 2, a și b, corespunzător. În acest studiu, curentul de injecție are un profil de dinte de ferăstrău (în Fig. 2,a linia de culoare neagră), crește liniar de la 0 până la 0.25 A în intervalul de timp de la $t = 0$ până la $t = 3$ ns și apoi brusc tinde la zero. Acest interval de timp a fost ales pentru a fi mult mai mare decât durata de viață a purtătorilor de sarcină, care este mai mică de 1 ns. Curentul de comutare are o formă dreptunghiulară cu valoarea maximă de 0,05 A (linia de culoare roșie) este pornit la $t_s = 2.995$ ns și opus la $t = 3$ ns.

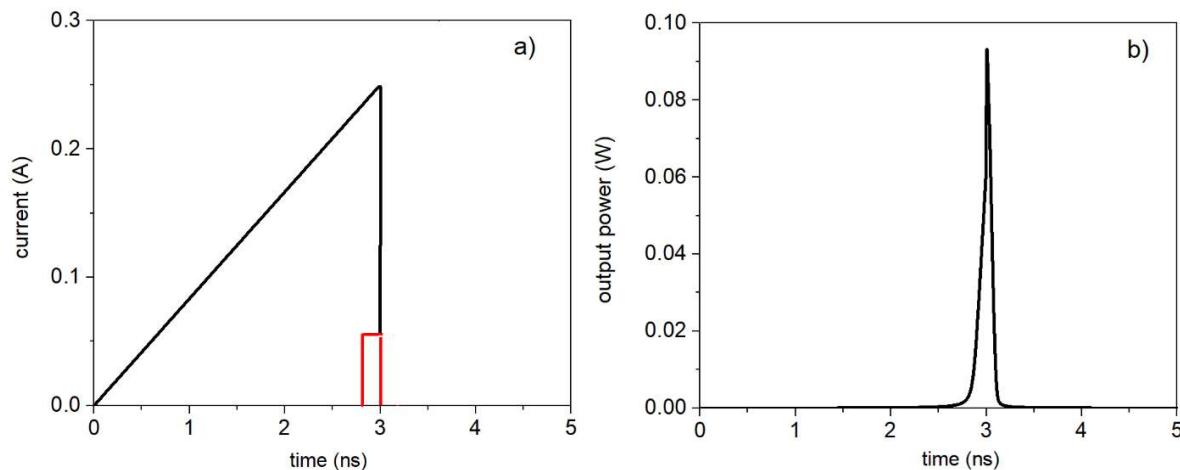


Figura 2. Principiul de generare a impulsurilor. Stânga: curentul injectat în secțiunile activă și a absorbantului saturabil. Dreapta: puterea emergentă în funcție de timp

Figura 3 reprezintă dependența maximului puterii și a energiei impulsului de lungimea absorbantului saturabil (AS). După cum se observă, odată cu creșterea lungimii AS, ambele curbe descresc. Astfel, pentru lungimi mari ale AS pierderile de energie sunt mari și generarea de impulsuri de către sistemul prezentat în Figura 1 este însotită de diminuarea ambelor mărimi.

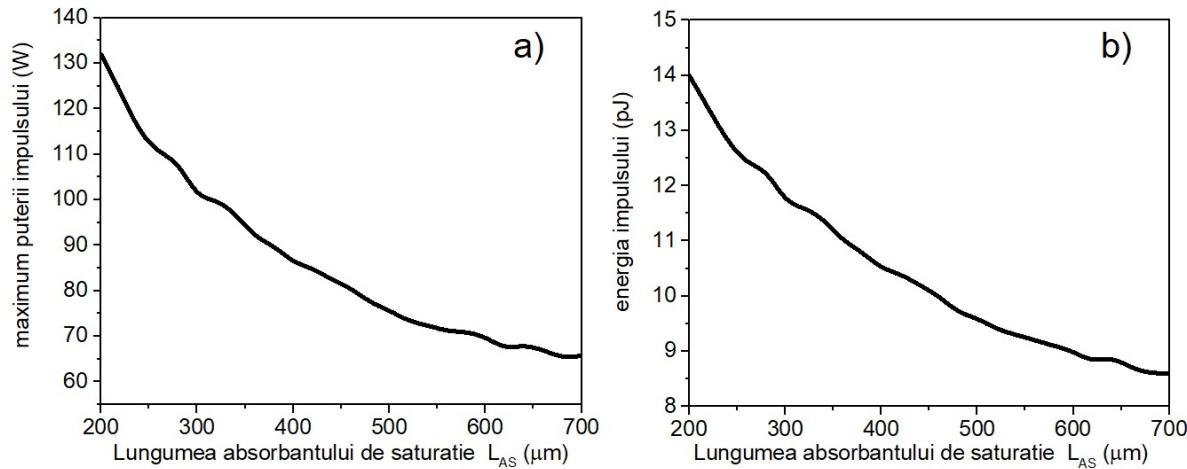


Figura 3. Dependența maximului puterii impulsului a) și energiei lui b) de lungimea AS

În Figura 4 sunt ilustrate dependențele maximului puterii și energiei impulsului de lungimea de undă. Observăm că odată cu creșterea lungimii de undă, ambele mărimi descresc.

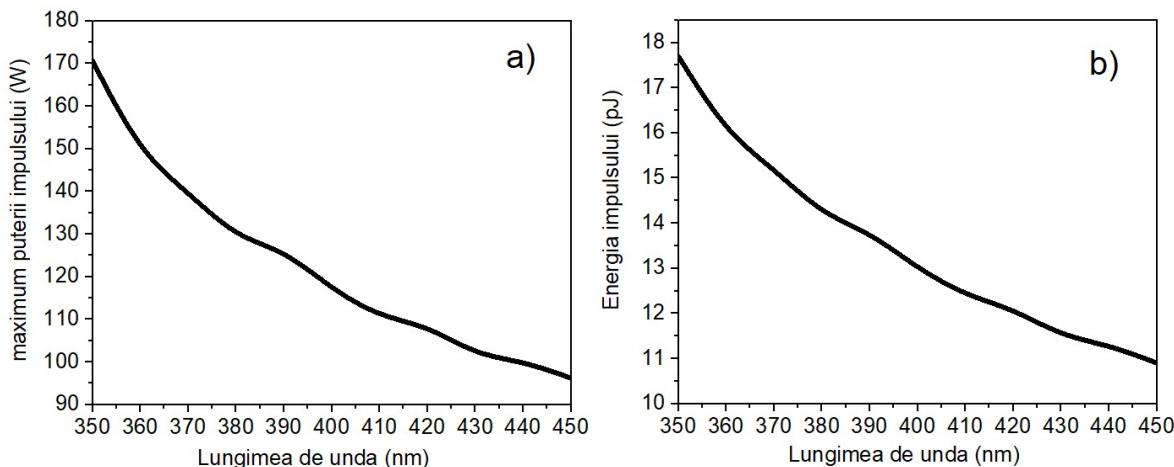


Figura 4. Dependența maximului puterii impulsului a) și energiei lui b) de lungimea de undă

Concluzii

În această lucrare a fost studiată generarea impulsurilor de putere înaltă de către un dispozitiv compus din două secțiuni: una de amplificare și alta care este un absorbant saturabil. În laser este injectat un impuls electric în creștere timp de 3 ns, care ulterior brusc este stopat. Înainte de stoparea impulsului de curent din regiunea activă, în regiunea absorbantului de saturatie se injectează un alt impuls electric de scurtă durată de formă dreptunghiulară. Când curentul de comutare este pornit, densitatea purtătorilor de sarcină în secțiunea absorbantului începe să crească până când laserul emite un impuls fotonic. Am considerat lasere care emit impulsuri la diferite lungimi de undă între 350 nm și 450 nm. Rezultatele prezentate în această lucrare demonstrează următoarele caracteristici: odată cu creșterea lungimii de undă descrește energia și valoarea maximă a puterii emergente. Aceeași tendință de descreștere s-a observat și atunci când crește lungimea absorbantului de saturatie. În final, considerăm că rezultatele obținute au o bază bună pentru investigații mai detaliate ale dispozitivelor pentru generarea impulsurilor scurte.

Mulțumiri. Această lucrare a fost susținută finanțat de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltarea Moldovei în cadrul proiectului 20.80009.5007.08 „Studiul structurilor optoelectronice și a dispozitivelor termoelectrice cu eficiență înaltă”.

Referințe

1. Kuramoto, M., Oki, T., Sugahara, T., Kono, S., Ikeda, M., Yokoyama, H., 2010 *Appl. Phys. Lett.* 96 051102–1:35
2. Koda, R., Oki, T., Kono, S., Miyajima, T., Watanabe, H., Kuramoto, M., Ikeda, M., Yokoyama, H., 2012 *Appl. Phys. Express* 5 022702–1:4
3. Tronciu, V., Wenzel, H., Knigge, A Theoretical studies of the generation of picoseconds pulses with two-section blueviolet semiconductor lasers *Semicond. Sci. Technol.*, 2020 vol. 35, no. 04, pp. 045029.
4. Tronciu, V., Yamada, M., Tomoki, O., Shigetoshi, I., Toshiyuki, K., Mototaka, T., *Self-pulsation in an InGaN laser - theory and experiment*, IEEE J. Quantum Electronics 2003, 39, p.1509-1514.
5. Yamada, M., *A theoretical analysis of self-sustained pulsation phenomena in narrow-stripe semiconductor lasers*, IEEE J. Quantum Electron., vol. 29, pp. 1330–1336, May 1993.

ANALIZA POLITICILOR DE SECURITATE PENTRU DISPOZITIVELE TERMINALE DIN REȚELELE UNIVERSITARE

Denis MALISENCU

Departamentul Telecomunicații și Sisteme Electronice, Grupa SISRC-211M,
Facultatea Electronică și Telecomunicații, mun. Chișinău, Republica Moldova.

Autorul corespondent: Denis Malisencu, denis.malisencu@tse.utm.md

Rezumat. Politicile de securitate reprezintă un set de obiective pentru universitate, reguli de comportament pentru utilizatori și administratori și cerințe pentru sistem care vor asigura în mod colectiv securitatea rețelelor și a sistemelor informatiche dintr-o universitate. Politicele de securitate sunt un „document viu”, ceea ce înseamnă că documentul nu este niciodată finalizat și este actualizat continuu pe măsură ce cerințele tehnologiei și ale angajaților se schimbă.

Cuvinte cheie: dispozitive terminale, rețea, date, securitate informațională, atacuri cibernetice, dispozitive de securitate.

Introducere

Toată securitatea începe cu intenția conducerii de a proteja resursele universității. Cu toate acestea, gestionarea datelor care se deplasează împreună cu o mulțime de dispozitive mobile tinde să sfideze standardele stabilite și acceptate de utilizatori pentru desktopuri, servere etc. Politicile de securitate cuprind un set de obiective pentru universitate, reguli de comportament pentru utilizatori și administratori și cerințe pentru sistem care vor asigura în mod colectiv securitatea rețelelor și a sistemelor informatiche dintr-o universitate. Politicile date de securitate sunt un „document viu”, ceea ce înseamnă că documentul nu este niciodată finalizat și este actualizat continuu pe măsură ce cerințele tehnologiei și ale angajaților se schimbă.

Politici de securitate

O politică de securitate traduce, clarifică și comunică poziția de gestionare a securității, astfel cum este definită în principiile de securitate la nivel înalt. Politica de securitate acționează ca o puncte între aceste obiective de management și cerințele specifice de securitate. Aceasta informează utilizatorii, personalul și managerii cu privire la cerințele lor obligatorii pentru protejarea activelor tehnologice și informaționale. O politică de securitate a tehnologiei informației (IT) identifică regulile și proceduri pentru toate persoanele care acceseză și utilizează activele și resursele IT ale unei organizații. Astfel, o politică de securitate IT eficientă este un document unic pentru fiecare organizație, cultivat din perspectivele oamenilor cu privire la toleranța la risc, modul în care își văd și valorifică informațiile și disponibilitatea rezultată pe care o mențin asupra acestor informații.

Figura 1 prezintă ierarhia unei structuri de politici corporative care vizează satisfacerea eficientă a tuturor nevoilor organizaționale.

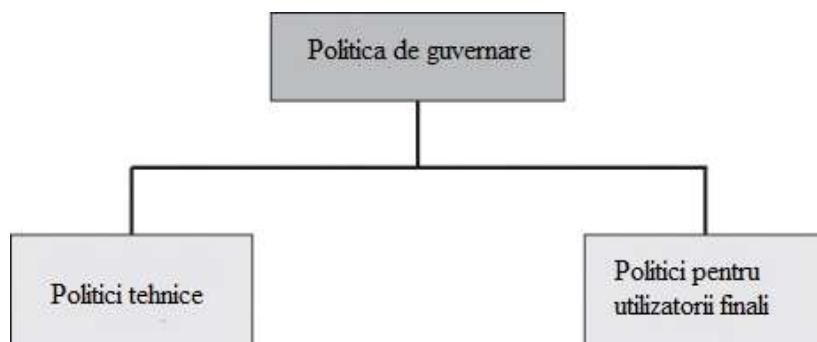


Figura 1. Structura politicelor corporative

- Politica de guvernare: Această politică este un tratament la nivel înalt al conceptelor de securitate care sunt importante pentru universitate. Politica de guvernare controlează toate interacțiunile legate de securitate între unitățile de afaceri și departamentele universității.
- Politici privind utilizatorii finali: acest document acoperă toate subiectele de securitate importante pentru utilizatorii finali.
- Politici tehnice: membrii personalului de securitate folosesc politici tehnice pe măsură ce își îndeplinesc responsabilitățile de securitate pentru sistem.

Una dintre cele mai comune componente ale politiciei de securitate este o politică de utilizare acceptabilă. Această componentă definește ceea ce utilizatorii au voie și nu au voie să facă pe diferite componente ale sistemului, inclusiv tipul de trafic permis în rețele. Politica dată ar trebui să fie cât mai explicită posibil pentru a evita ambiguitatea sau neînțelegerea. De exemplu, o politică ar putea enumera categoriile de site-uri web interzise.

Componentele de bază ale unei politici includ:

- Scop - o scurtă declarație care să explice obiectivele și rezultatele conducerii. În multe cazuri, scopul include cerințele impuse de reglementările locale, de stat sau federale. De asemenea, politica ar trebui să precizeze clar de ce este necesară.
- Domeniul de aplicare – descrie aplicarea politicii. Există două tipuri de politici: la nivel de program și specifice problemei. Politicile la nivel de program se aplică tuturor activităților, sistemelor și dispozitivelor din întreaga organizație. O organizație poate aplica politici specifice problemei aspectelor unei activități, sistem sau dispozitiv care necesită constrângeri de politici diferite de cele prevăzute de o politică de program aplicabilă.
- Responsabilitatea - descrie punctul de contact pentru întrebări sau cereri de modificare, cine este responsabil pentru supravegherea conformității și cine poate aproba modificările.
- Conformitatea – oferă managementului recurs atunci când un angajat sau un manager nu respectă politica. Adesea, departamentul de resurse umane (HR) are deja în vigoare politici disciplinare care se aplică nerespectării oricărei politici a companiei.

Metode de atac, tipuri de controale și dispozitive de securitate

Înainte de a implementa o politica de securitate pentru o rețea, mai întâi și întâi, e nevoie de a cunoaște tipurile de atac care pot afecta rețeaua. Scopul final al atacatorilor este de a obține acces sau de a modifica datele de valoare. Obiectivele lor sunt de obicei servere, stații de lucru sau alte computere conectate la rețelele universității. O strategie de atac a rețelei este de a încerca de a ocoli sau dezactiva rețeaua sau dispozitivele de securitate prin exploatarea vulnerabilităților, care duce la extragerea datelor sau modificarea lor.

- Investigarea – atacatorii folosesc investigarea pentru a descoperi vulnerabilitățile serverelor sau rețelelor. Există o varietate de instrumente gratuite care permit scanarea sistemelor, în care în final arată toate vulnerabilitățile rețelei/serverului, ceea ce ii ajută pe atacatori în spargerea rețelei.
- Exploatarea – protocolele folosite pe internet și în rețelele universitare au fost concepute pentru disponibilitate și confidențialitate. Respectiv, atacatorii abuzează și exploatează în folosul lor lipsa de securitate a TCP/IP și a celorlalte protocole sau dispozitive care nu dispun de o anumită securitate mai performantă. Există mai multe metode de exploatare care sunt reflectate în Tab 1.

Controalele de securitate definesc tehniciile utilizate de către administratorii de sistem pentru a securiza rețelele de comunicații. La fel ca alte tipuri de controale de securitate, controalele de rețea pot fi clasificate în diferite tipuri, în funcție de funcția lor principală. Mai jos, în Tab. 2, sunt reprezentate tipurile de control și funcțiile pe care le îndeplinesc.

Tabelul 1.

Metode de atac	
Denumirea atacului	Metoda de exploatare
Sniffing	Interceptarea și examinarea traficului de rețea
Spoofing	Uzurparea unei gazde de rețea sau a unui utilizator
Man-in-the-Middle	Atac cibernetic în care atacatorul transmite în secret și, eventual, modifica comunicările dintre două părți care cred că comunică direct între ele.
Hijacking	Are loc atunci când un intrus preia controlul unei sesiuni între un server și client.
Replay attack	O formă de atac de rețea în care transmiterea validă a datelor este repetată sau întârziată cu rea intenție sau în mod fraudulos.
Password cracking	Este procesul de recuperare a parolelor din datele care au fost stocate sau transmise de un sistem informatic sub formă amestecată.
Exploatarea sistemului sau a aplicației	Odată ce un atacator intră în contact cu un sistem la oricare dintre protocolele stratului aplicației, cum ar fi FTP, Telnet, SSH, HTTP, HTTPS, SNMP și altele, punctele slabe ale sistemului de operare sau ale aplicațiilor pot fi exploataate pentru obținere acces neautorizat

Tabelul 2.

Tipurile de control	
Tipurile de control	Funcția controlului
Controalele preventive	Caută să opreasă sau să prevină atacurile sau intruziunile înainte ca acestea să apară. Firewall-urile, sistemele de prevenire a intruziunilor, gateway-urile web și izolarea fizică a cablurilor de rețea și a dispozitivelor sunt toate exemple de controale preventive.
Controalele detective	Caută să detecteze atacurile sau intruziunile în curs sau după (în mod ideal, foarte curând după aceea) au avut loc deja. Sistemele de detectare a intruziunilor, colectarea și revizuirea jurnalelor, sistemele de gestionare a informațiilor și evenimentelor de securitate (SIEM), software-ul AntiVirus și supravegherea video în centrele de date și facilitățile de comunicații sunt exemple de controale detective.
Controalele administrative	Îi conduce pe utilizatori - angajați, facultate, studenți, contractori și parteneri - să urmeze proceduri specifice. Exemplul include politici împotriva conectării hub-urilor, switch-urilor sau routerelor neconveniente la rețea, utilizarea sniff-urilor de trafic din rețea, serviciile de rețea neautorizate și procedurile de aprovisionare a conturilor de acces la rețea.
Controalele tehnice	Impun adesea controale administrative, dar pot limita sau preveni activitatea / traficul rețelei sau pot izola segmente de rețea sau utilizatori pentru a spori securitatea generală. Exemplul include controlul accesului la rețea, obiecte de politică de grup, autentificare puternică, criptare și tehnologia rețelei private virtuale (VPN).

Controlul rețelei trebuie să fie plasat strategic astfel încât să poată fi controlat și monitorizat tot traficul de rețea care circulă în și din rețelele interne ale universității, adică Intranet-ul său. Aceste controale sunt esențiale pentru funcționalitatea și securitatea rețelei și, prin urmare, trebuie să fie tolerate la erori și să aibă copii de rezervă disponibile. În plus, acestea trebuie să fie capabile să proceseze volumul maxim de trafic de rețea anticipat. Acest lucru este deosebit de important pentru universitățile mai mari, cu lățime de bandă agregată extrem de mare. Tehnologiile utilizate pentru a asigura transmiterea/recepția datelor dar și pentru a securiza rețelele sunt enumerate în tabelul 3.

Tabelul 3.

Comenzile tipice ale perimetrului

Echipamentele/Comenzile	Descrierea
Routere	Routerul este de obicei capabil să permită sau să refuze conexiunile, dar scopul său principal este să direcționeze traficul la frontieră de rețea
Firewall	Firewall-urile blochează sau limitează traficul, de obicei prin portul TCP / UDP
IDS / IPS	Un sistem de detectare a intruziunilor și / sau un sistem de prevenire a intruziunilor adaugă un strat suplimentar de protecție, examinând, limitând sau blocând traficul care a fost permis prin firewall-ul de frontieră
Prevenirea pierderii de date (DLP)	Unele soluții DLP inspectează tot traficul de rețea pentru a detecta sau bloca datele confidențiale de la ieșirea din Intranet
Firewall-uri „Next Generation”	Termenul „NextGen” este un termen de marketing folosit de unii furnizori pentru a implica un nivel mai ridicat de performanță și, prin urmare, un nivel mai ridicat de protecție. În timp ce multe dintre aceste produse funcționează aşa cum sunt publicate, acestea îndeplinește în esență aceleași funcții sau funcții combinate ca firewall și tehnologia IDS / IPS.
Web Gateway	Un gateway web sigur nu stă neapărat la perimetru, ci filtrează traficul web, oferind funcționalități IDS / IPS mai granulare pentru trafic sau conținut web.
Traducerea adreselor de rețea (NAT)	Nu este strict un control de securitate, dar, NAT limitează vizibilitatea punctelor finale din cadrul Intranetului universitar de potențialii atacatori de pe Internet.

Concluzii

Scopul acestui articol a fost de analiza politicile de securitate pentru dispozitivele terminale din rețelele universitare. O politică de securitate, aşa cum s-a explicat în prima secțiune, este un document unic pentru fiecare organizație, care identifică reguli și proceduri pentru toate persoanele care accesează și utilizează activele și resursele IT ale unei organizații.

În cadrul Instituțiilor Academice, care prestează un spectru larg de servicii electronice, mai ales începând cu anul 2020 și pandemia cu Covid-19, atunci când a avut loc migrarea studiilor din mediul tradițional în online, implementarea politicilor de securitate joacă un rol strategic, deoarece stabilește termenii în care angajații și studenții pot utiliza infrastructura IT universitară.

Implementarea controalelor de securitate care să satisfacă așteptările administrației universitare și configurarea corectă a dispozitivelor de rețea diminuează riscurile cibernetice asociate domeniului educațional.

Mulțumiri.

Vreau să adresez mulțumiri cu totul speciale, doamnei Alexei Arina, Lect.univ., pentru coordonarea și ajutorul oferit care a dus la bun sfârșit acesta lucrare. Mi-a permis să mă folosesc de propriile-i instrumente de investigare, și nu m-a lipsit de sprijin și orientare.

Referințe

1. Information Security Manager, IT Security Policy, Version 3.0, Feb 2020, 11 p. Disponibil: <https://www.hud.ac.uk/media/policydocuments/IT-Security-Policy.pdf>
2. A Case Study Tarumanagara University, Campus Network Design And Implementation Using Top Down Approach, 2011 , 6 p. Disponibil: http://eprints.undip.ac.id/36065/1/bagus_mulyawan.pdf.
3. Information Security Plan, April 27, 2020, 27 p. Disponibil: <https://www.wku.edu/policies/docs/index.php?policy=79>
4. Catherine Paquet, Implementing Cisco IOS Network Security (IINS 640-554) Foundation Learning Guide, 2nd Edition, Nov 30 , 2013, 784 p, Chapter 3 Security Policies. Disponibil: <https://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=1998559&s eqNum=3>.
5. EDUCAUSE, Network Security. Disponibil:<https://www.educause.edu/focus-areas-and-initiatives/policy-and-security/cybersecurity-program/resources/information-security-guide/network-security>
6. MALISENCU, D. Elaborarea politicilor de securitate pentru dispozitivele terminale din rețelele universitare. Teză de licență, Municipiul Chișinău (MD): Universitatea Tehnică a Moldovei, 2021.

ANALIZA RISCURILOR ȘI AMENINȚARILOR DE SECURITATE ALE DISPOZITIVELOR IoT

Mihaela MĂMĂLIGĂ

Departamentul Telecomunicații și Sisteme Electronice, grupa RST-181, Facultatea Electronică și Telecomunicații,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

Autor corespondent: Alexei Arina, arina.alexei@tse.utm.md

Rezumat. Securitatea IoT se referă la metodele de protecție utilizate pentru a securiza dispozitivele conectate la internet sau bazate pe rețea. IoT implică adăugarea de conectivitate la internet la un sistem de dispozitive de calcul interconectate, mașini mecanice și digitale, obiecte, animale și/sau oameni. Fiecărui „lucru” i se oferă un identificator unic și capacitatea de a transfera automat date printr-o rețea. Permiterea dispozitivelor să se conecteze la internet le deschide la o serie de vulnerabilități grave dacă nu sunt protejate corespunzător. Astfel, analizând tipurile de riscuri IoT și problemele de securitate cu care se confruntă dispozitivele IoT, au fost elaborate practici pentru a reduce riscurile și a preveni amenințările.

Cuvinte cheie: Securitatea IoT, riscuri IoT, vulnerabilități, securizare.

Introducere

Securitatea Internet of Things (IoT) este un set de abordări și practici pentru protejarea dispozitivelor fizice, rețelelor, proceselor și tehnologiilor care cuprind un mediul IoT împotriva unui spectru larg de atacuri de securitate IoT. Securitatea IoT este familia de tehnici, strategii și instrumente utilizate pentru a proteja aceste dispozitive împotriva compromisurilor. În mod ironic, conectivitatea inherentă IoT face aceste dispozitive din ce în ce mai vulnerabile la atacurile cibernetice [3].

Deoarece IoT este atât de larg, securitatea IoT este și mai largă. Acest lucru a dus la o varietate de metodologii care intră sub umbrela securității IoT. Securitatea interfeței programului de aplicație (API), autenticarea infrastructurii cu chei publice (PKI) și securitatea rețelei sunt doar câteva dintre metodele pe care liderii IT le pot folosi pentru a combate amenințarea tot mai mare a criminalității cibernetice și a terorismului cibernetic înrădăcinată în dispozitivele IoT vulnerabile [4].

Conform unui studiu efectuat de Gartner, 50 de miliarde de dispozitive conectate și alți senzori vor fi utilizați în întreaga lume până în 2025:

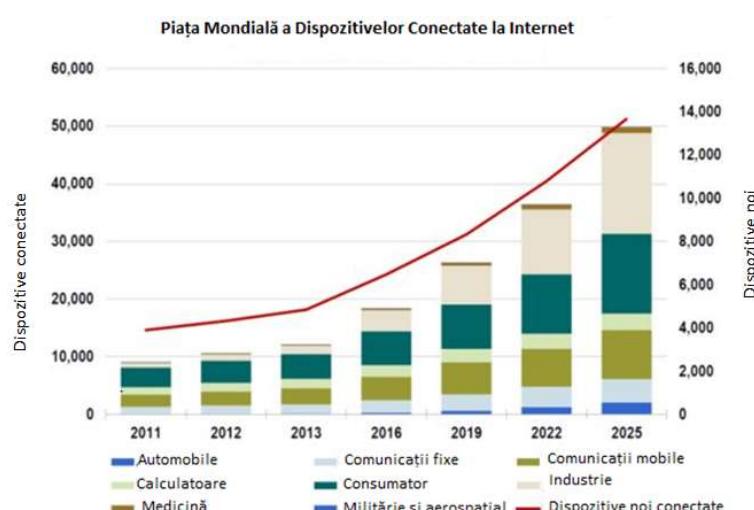


Figura 1. Utilizarea dispozitivelor IoT în viitorul apropiat

1. Tipuri de riscuri IoT

Multe domenii, inclusiv finanțe, lanț de aprovisionare și asistență medicală, sunt afectate de atacurile IoT. Dacă vulnerabilitățile din dispozitivele IoT (sau mediul IoT) sunt exploataate de amenințări din sistem, aceasta duce la riscuri IoT și anume:

1. Risc etic IoT: se referă la efectele adverse neprevăzute ale acțiunilor neetice care utilizează dispozitive IoT. Volkswagen, o companie producătoare de automobile, a dezvoltat și instalat software pentru a înșela testele de emisii diesel. Acest lucru a încălcat Legea privind aerul curat al SUA, a compromis standardele organizației și ale industriei și a dus la pierderi masive de reputație și financiare.
2. Risc IoT de securitate și confidențialitate: se referă la exploatarea vulnerabilităților din sistem pentru a obține acces la active cu intenția de a provoca prejudicii. În octombrie 2016, Botnet-ul Mirai (malware specializat IoT) a lansat un atac DDoS asupra DYN care a dus la căderea unor părți ale internetului și a afectat Twitter, Netflix, CNN, Reddit și multe altele. Această categorie include și riscul de confidențialitate IoT care se referă la pierderea temporară sau permanentă a controlului datelor care dăunează organizației. Încălcarea datelor eBay care a avut loc în luna mai 2014 a determinat piratarea înregistrărilor clientilor săi, inclusiv a parolelor.
3. Risc tehnic IoT: Acest lucru se datorează defectiunilor hardware sau software din cauza designului, evaluării proaste etc. S-a descoperit recent că cipurile de computere personale create în ultimii 20 de ani conțin defecte de securitate la nivel de cip. Meltdown este o vulnerabilitate hardware a microprocesorului Intel ×86 care permite unei metode necinstitite să citească toată memoria, deși nu este autorizată să facă acest lucru. Problemele de design slabe duc la riscuri IoT pentru confidențialitate și securitate. [1]

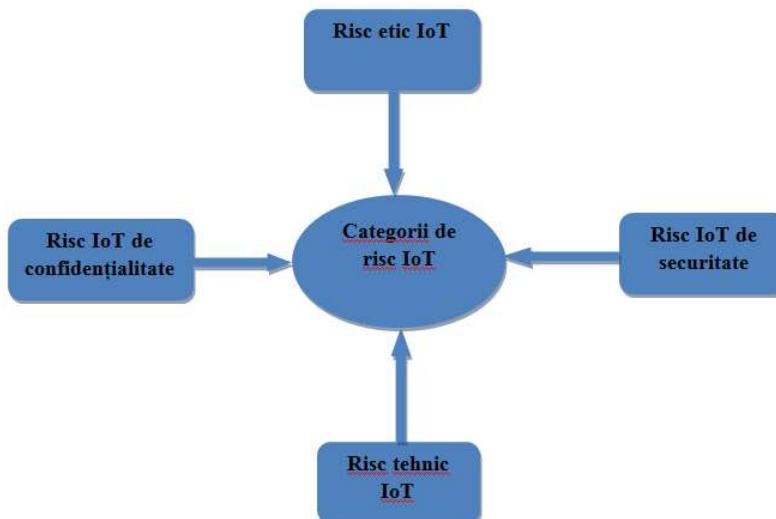


Figura 2. Categorii de risc IoT

2. Problemele de securitate în IoT

Securitatea IoT este critică în mare parte din cauza suprafetei de atac extinse a amenințărilor care au afectat deja rețelele. La aceste amenințări se adaugă practicile nesigure în rândul utilizatorilor și organizațiilor care nu au resursele sau cunoștințele necesare pentru a-și proteja cel mai bine ecosistemele IoT.

Aceste probleme de securitate include următoarele:

- **Vulnerabilități.** Vulnerabilitățile sunt o problemă mare care afectează în mod constant utilizatorii și organizațiile. Unul dintre principalele motive pentru care dispozitivele IoT sunt vulnerabile este faptul că nu au capacitatea de calcul pentru securitatea încorporată. Un alt motiv pentru care vulnerabilitățile pot fi atât de răspândite este bugetul limitat pentru dezvoltarea și testarea firmware-ului securizat, care este influențat de prețul dispozitivelor și de ciclul lor de dezvoltare foarte scurt. Pe lângă dispozitivele în sine, vulnerabilitățile din aplicațiile web și software-ul asociat pentru dispozitivele IoT pot duce la sisteme compromise [2].

- **Programe malware.** În ciuda capacitatei limitate de calcul a majorității dispozitivelor IoT, acestea pot fi în continuare infectate cu malware. Aceasta este ceva ce infractorii cibernetici îl au folosit cu mare efect în ultimii ani. Malware-ul botnet IoT se numără printre variantele cele mai frecvent întâlnite, deoarece sunt atât versatile, cât și profitabile pentru infractorii cibernetici. Cel mai notabil atac a fost în 2016, când Mirai a distrus site-uri web și servicii importante folosind o armată de dispozitive IoT obișnuite. Alte familii de programe malware include programe malware și ransomware pentru extracția de criptomonede .
- **Escaladarea atacurilor cibernetice.** Dispozitivele infectate sunt adesea folosite pentru atacuri distribuite de refuzare a serviciului (DDoS). Dispozitivele deturnate pot fi, de asemenea, folosite ca bază de atac pentru a infecta mai multe mașini și a masca activitatele rău intenționate sau ca punct de intrare pentru mișcarea laterală într-o rețea corporativă. În timp ce organizațiile pot părea să fie mai profitabile, casele inteligente înregistrează și un număr surprinzător de atacuri cibernetice neprevăzute .
- **Furtul de informații și expunerea necunoscută.** Ca și în orice lucru care are de-a face cu internetul, dispozitivele conectate cresc şansele de expunere online. Informațiile tehnice importante și chiar personale pot fi stocate și vizate în neștiință în aceste dispozitive.
- **Gestionarea defectuoasă a dispozitivului și configurarea greșită.** Supravegherile de securitate, igiena proastă a parolelor și gestionarea defectuoasă a dispozitivului pot contribui la succesul acestor amenințări. De asemenea, utilizatorii pot să nu aibă cunoștințele și capacitatea de a implementa măsuri de securitate adecvate, în care furnizorii de servicii și producătorii ar putea avea nevoie să-și ajute clienții să obțină o protecție mai bună [5].

3. Recomandări de securitate IoT

Nu există nici o remediere instantanee care să poată răspunde problemelor de securitate și amenințărilor prezentate în acest articol. Pot fi necesare strategii și instrumente specifice pentru a securiza în mod corespunzător sisteme și aspecte mai specializate ale IoT. Cu toate acestea, utilizatorii pot aplica câteva bune practici pentru a reduce riscurile și a preveni amenințările:

- **Atribuirea unui administrator al dispozitivelor IoT.** Faptul că o persoană acționează ca administrator al dispozitivelor IoT și al rețelei poate ajuta la minimizarea observărilor și expunerilor de securitate. Aceștia vor fi responsabili cu asigurarea securității dispozitivelor IoT, chiar și acasă. Rolul este esențial mai ales în această perioadă de configurare a WFH, unde experții IT au un control limitat în securizarea rețelelor de acasă care au acum o influență mai puternică asupra rețelelor de lucru.
- **Verificarea în mod regulat a patch-urilor și actualizărilor.** Vulnerabilitățile reprezintă o problemă majoră și constantă în domeniul IoT. Acest lucru se datorează faptului că vulnerabilitățile pot proveni de la orice strat de dispozitive IoT. Chiar și vulnerabilitățile mai vechi sunt încă folosite de infractorii cibernetici pentru a infecta dispozitivele, demonstrând cât de mult pot rămâne online dispozitivele nepatchate.
- **Utilizarea parolelor puternice și unice pentru toate conturile.** Parolele puternice ajută la prevenirea multor atacuri cibernetice. Managerii de parole pot ajuta utilizatorii să creeze parole unice și puternice pe care utilizatorii le pot stoca în aplicație sau software în sine.
- **Prioritizarea securității Wi-Fi.** Unele dintre modalitățile prin care utilizatorii pot face acest lucru includ activarea paravanului de protecție a routerului, dezactivarea WPS și activarea protocolului de securitate WPA2 și utilizarea unei parole puternice pentru accesul Wi-Fi. Asigurarea setărilor securizate ale routerului este, de asemenea, o parte importantă a acestui pas.
- **Monitorizarea rețelei de referință și comportamentului dispozitivului.** Atacurile cibernetice pot fi dificil de detectat. Cunoașterea comportamentului de bază (viteză, lățimea de bandă tipică etc.) al dispozitivelor și al rețelei poate ajuta utilizatorii să urmărească abaterile care sugerează infecții cu malware.

- **Aplicarea segmentării rețelei.** Utilizatorii pot minimiza riscul atacurilor legate de IoT prin crearea unei rețele independente pentru dispozitivele IoT și a alta pentru conexiunile pentru oaspeți. Segmentarea rețelei ajută, de asemenea, la prevenirea răspândirii atacurilor și la izolare eventualelor dispozitive problematice care nu pot fi scoase imediat offline.
- **Securizarea rețelei pentru a consolida securitatea.** Dispozitivele IoT pot pune rețelele în pericol, dar rețelele pot servi și ca teren nivelat prin care utilizatorii pot implementa măsuri de securitate care acoperă toate dispozitivele conectate.
- **Securizarea convergenții IoT-cloud și aplicarea soluțiilor bazate pe cloud.** IoT și cloud-ul devin din ce în ce mai integrate. Este important să ne uităm la implicațiile de securitate ale fiecărei tehnologii pentru celalătă. Soluțiile bazate pe cloud pot fi, de asemenea, luate în considerare pentru a oferi securitate suplimentară și capabilități de procesare dispozitivelor de vârf IoT.
- **Luarea în considerare a soluțiilor și instrumentelor de securitate.** Un obstacol mare cu care se confruntă utilizatorii în încercarea de a-și securiza ecosistemele IoT este capacitatea limitată în care pot implementa acești pași. Unele setări ale dispozitivului ar putea avea acces restricționat și sunt dificil de configurați. În astfel de cazuri, utilizatorii își pot completa eforturile luând în considerare soluții de securitate care oferă protecție pe mai multe straturi și criptare endpoint.
- **Luarea în considerare a diferitor protocoale utilizate de dispozitivele IoT.** Pentru a comunica, dispozitivele IoT folosesc nu numai protocoale de internet, ci și un set imens de protocoale de rețea diferite, de la binecunoscutele Bluetooth și Near Field Communication (aka NFC), la cele mai puțin cunoscute nRF24, nRFxx, 443MHz, LoRA, LoRaWAN și comunicații optice, în infraroșu. Administratorii trebuie să înteleagă întregul set de protocoale utilizate în sistemele lor IoT pentru a reduce riscurile și a preveni amenințările.
- **Asigurarea utilizării intensivă a GPS-ului.** Unele dispozitive și aplicații IoT folosesc în mare măsură GPS-ul, ceea ce are potențiale probleme de securitate. Organizațiile, în special, trebuie să fie atenți la cazurile în care semnalele GPS pot fi blocate sau chiar falsificate, mai ales dacă folosesc sisteme de poziționare pentru producție, monitorizare și alte funcții. Dacă aceste sisteme de poziționare sunt cruciale pentru o companie, atunci ar trebui să existe și mijloace de monitorizare a semnalului GPS în companie [5].

Concluzii

Securitatea IoT, include o gamă largă de tehnici, strategii, protocoale și acțiuni care urmăresc atenuarea vulnerabilităților IoT în creștere ale afacerilor moderne. Orice vulnerabilitate poate duce la o defecțiune a sistemului sau la un atac de hacking, care, la rândul său, poate afecta sute sau mii de oameni. Un alt motiv important pentru a acorda prioritate securității atunci când se dezvoltă sisteme IoT este păstrarea datelor în siguranță. Dispozitivele inteligente adună tone de date sensibile, inclusiv informații de identificare personală, care trebuie să fie protejate de diverse legi, standarde și reglementări de securitate cibernetică. Compromisul unor astfel de informații poate duce la procese și amenzi. De asemenea, poate duce la deteriorarea reputației și la pierderea încrederii clienților.

Cele mai importante probleme de securitate sunt legate, fără îndoială, de controlul accesului și serviciile expuse. În plus, dispozitivele IoT ar trebui să implementeze măsuri de securitate de cele mai bune practici, cum ar fi criptarea. Furnizorii pot facilita utilizarea în siguranță a produselor lor prin furnizarea de documentație și interacțiunea cu utilizatorii și profesioniștii în securitate. Pentru a îngreuna atacatorii, dispozitivele ar trebui să fie securizate fizic. În cele din urmă, dacă un dispozitiv este compromis, acesta ar trebui să respingă programele furnizate de atacator și să notifice utilizatorul că ceva nu este în regulă.

Referințe

1. Kandasamy, K., Srinivas, S., Achuthan, K. *et al.* IoT cyber risk: a holistic analysis of cyber risk assessment frameworks, risk vectors, and risk ranking process. *EURASIP J. on Info. Security* **2020**, 8 (2020). <https://doi.org/10.1186/s13635-020-00111-0>
2. Alexei, A., & Alexei, A. (2021). Analysis of IoT security issues used in Higher Education Institutions. *INTERNATIONAL JOURNAL OF MATHEMATICS AND COMPUTER RESEARCH*, 09(05). <https://doi.org/10.47191/ijmcr/v9i5.01>
3. Anna Katreenko, Elena Semeniak, Internet of Things (IoT) Security: Challenges and Best Practices. Disponibil: <https://www.apriorit.com/dev-blog/513-iot-security>
4. Sharon Shea, Ivy Wigmore, IoT security (internet of things security). Disponibil: <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/IoT-security-Internet-of-Things-security>
5. IoT Security Issues, Threats, and Defenses. Disponibil: <https://www.trendmicro.com/vinfo/us/security/news/internet-of-things/iot-security-101-threats-issues-and-defenses>

INTERNETUL LUCRURIILOR (IoT) – VIITORUL UMANITĂȚII

Mihaela MĂMĂLIGĂ

*Departamentul Telecomunicații și Sisteme Electronice, grupa RST-181, Facultatea Electronică și Telecomunicații,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova*

Autor corespondent: Sorochin Serafima, serafima.sorochin@srco.utm.md

Rezumat. Dispozitivele IoT sunt, practic, dispozitive inteligente care au suport pentru conexiunea la internet și sunt capabile să interacționeze cu celelalte dispozitive prin internet și să acorde acces de la distanță unui utilizator pentru a gestiona dispozitivul în funcție de nevoile acestuia. În zilele noastre, producția și utilizarea dispozitivelor Internet of Things cresc foarte rapid. Produsele și dispozitivele IoT includ, practic, laptopuri, smartphone-uri, gadgeturi inteligente, ceasuri inteligente, vehicule inteligente și digitalizate și aproape toate acestea sunt utilizate în principal astăzi. Piața dispozitivelor IoT se extinde rapid pe zi ce trece și devine tot mai populară, odată cu creșterea drastică a numărului de utilizatori care le folosesc zilnic.

Cuvinte cheie: Internetul lucrurilor, automatizare, acces la distanță, dispozitiv intelligent.

Introducere

Internetul lucrurilor, sau IoT, se referă la miliardele de dispozitive fizice din întreaga lume care sunt acum conectate la internet, toate colectând și partajând date. Datorită apariției cipurilor de computer super- ieftine și ubicuității rețelelor wireless, este posibil să transformi orice, de la ceva mic ca o pastilă la ceva atât de mare ca un avion , într-o parte a IoT. Conectarea tuturor acestor obiecte diferite și adăugarea de senzori la ele adaugă un nivel de inteligență digitală dispozitivelor care altfel ar fi stupide, permitându-le să comunice date în timp real fără a implica o ființă umană. Internetul lucrurilor face ca structura lumii din jurul nostru să fie mai inteligentă și mai receptivă, îmbinând universurile digital și fizic [1].

1. Funcționarea dispozitivelor IoT

Un sistem IoT constă din dispozitive inteligente activate pe web care utilizează sisteme încorporate, cum ar fi procesoare, senzori și hardware de comunicații, pentru a colecta, trimite și acționa asupra datelor pe care le obțin din mediile lor. Dispozitivele IoT distribuie datele senzorilor pe care le colectează conectându-se la un dispozitiv IoT sau la un alt dispozitiv unde datele sunt fie trimise către cloud pentru a fi analizate, fie analizate local. Se poate întâmpla ca aceste dispozitive să comunice cu alte dispozitive înrudite și să acționeze pe baza informațiilor pe care le primesc unul de la celălalt. În acest mod dispozitivele fac cea mai mare parte a muncii fără intervenția umană, însă oamenii pot interacționa cu dispozitivele pentru a le configura, a le oferi instrucțiuni sau a accesa datele [2].

Practic, depinde de două lucruri pentru a transforma un dispozitiv normal într-un dispozitiv intelligent IoT:

1. Dispozitivul care are capacitatea de a se conecta la internet în orice mod.
2. Dispozitivul care este integrat cu tehnologii precum senzori, software funcțional, unele tehnologii încorporate care suportă conexiuni de rețea și, de asemenea, actuatoare.

Când ambele aceste funcționalități sunt combinate împreună, se formează un dispozitiv IoT. Anterior, doar ceasurile simple erau folosite doar pentru a vedea ora și data, dar acum ceasurile inteligente IoT permit unui utilizator să vadă ritmul bătailor inimii, numărul de calorii, pașii parcursi etc.



Figura 1. Internetul lucrurilor

IoT are un ciclu de viață foarte simplu de dezvoltare.

Implementare urmată de monitorizare, service, gestionare, care este urmată de actualizări regulate și dezafectare la sfârșit [3].

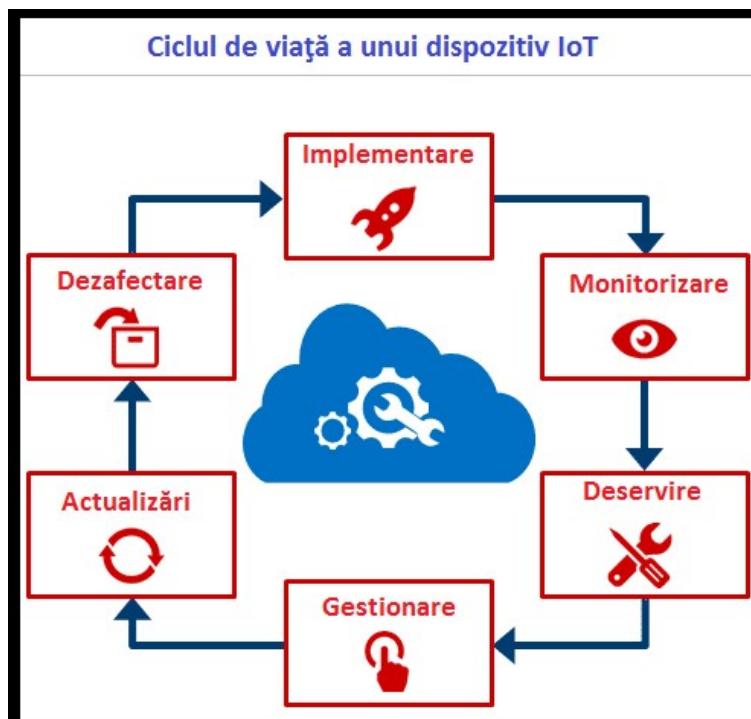


Figura 2. Ciclul de viață unui dispozitiv IoT

2. Exemple de integrare IoT

În agricultură, sistemele de agricultură intelligentă bazate pe IoT folosind senzori conectați pot ajuta la monitorizarea luminii, temperaturii, și a umidității solului din câmpurile de cultură. IoT este, de asemenea, utilizat în automatizarea sistemelor de irigații.

În domeniul sănătății, IoT pune la dispoziție multe avantaje, inclusiv capacitatea de a monitoriza mai atent pacienții folosind o analiză a datelor generate. Astfel, spitalele folosesc deseori sisteme IoT pentru a finaliza sarcini precum gestionarea stocurilor atât pentru produse farmaceutice, cât și pentru instrumente medicale.

Termostatele inteligente permit controlul și monitorizarea de la distanță al temperaturii sistemelor de încălzire și răcire. Avantajul cel mai important a utilizării unui termostat intelligent, spre deosebire de un termostat de modă veche, este că poate fi programat modul în care vrem să ridicăm sau să reducem temperatura de la distanță.

Încălzitoarele de apă inteligente cu ajutorul unei conexiuni la internet avem posibilitatea să ridicăm sau să scădem temperatura apei din boilerul de acasă. De exemplu să presupunem că facem un duș în fiecare seară la 20:00. Astfel, putem programa boilerul pentru a începe încălzirea apei la 19:00 ca la sosirea acasă apa să fie deja fierbinte.

Sistemul de iluminat intelligent are senzori care în funcție de prezența oamenilor în cameră permit aprinderea sau stingerea luminii. În acest mod sistemele de iluminare de acest tip ne permit să programăm senzorii, de exemplu, pentru a aprinde luminile în scopuri de securitate.

Clădirile inteligente cu ajutorul senzorilor care detectează câte persoane se află într-o cameră, pot să reducă costurile de energie. De exemplu, temperatura se poate regla automat – reducerea căldurii dacă toți cei de la birou sunt plecați acasă sau pornirea aparatului de aer condiționat dacă senzorii detectează că o sală de conferințe este plină.

Într-un oraș intelligent, senzorii și implementările IoT pot ajuta la micșorarea traficului, monitorizarea și soluționarea problemelor de mediu, conservarea energiei și îmbunătățirea canalizării cu ajutorul iluminatului intelligent și contoarelor inteligente.

Televizoarele smart conectate la internet sunt foarte răspândite în ziua de astăzi. Nu peste mult timp **frigiderele și mașinile de spălat smart** care vor putea fi programate și controlate de la distanță vor deveni la fel de răspândite ca și cuptorul cu microunde [3].

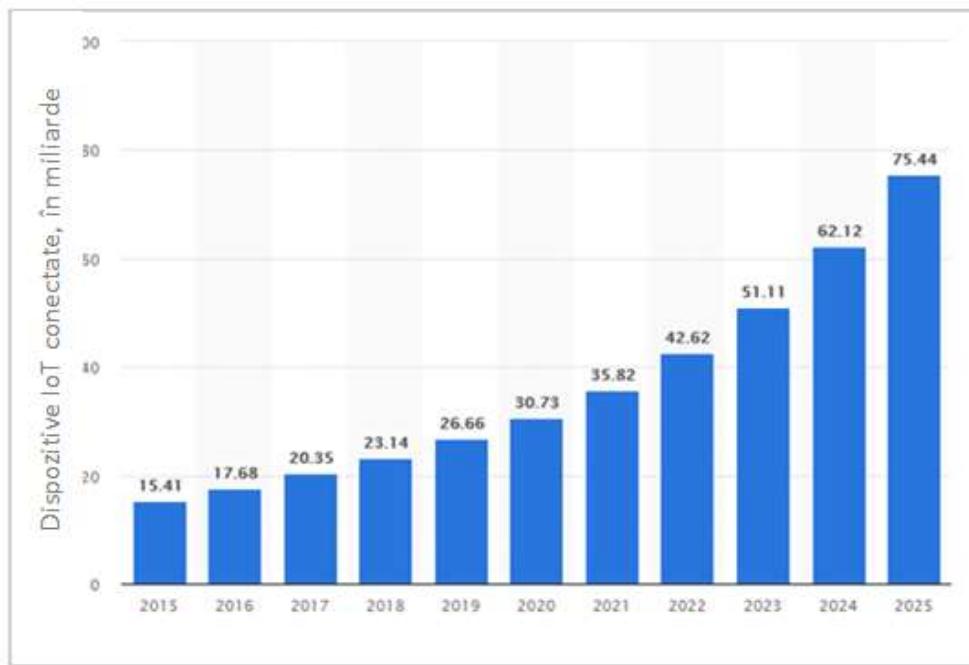


Figura 3. Creșterea cererii pentru dispozitivele IoT în viitorul apropiat

3. Avantaje și dezavantaje ale IoT

Câteva dintre avantajele IoT includ următoarele:

- automatizarea sarcinilor contribuind la îmbunătățirea calității serviciilor unei afaceri și reducând nevoia de intervenție umană;
- posibilitatea de a accesa informații de oriunde și oricând pe orice dispozitiv;
- transferul de pachete de date printr-o rețea conectată economisind bani și timp;
- comunicare îmbunătățită între dispozitivele electronice conectate.

Câteva dezavantaje ale IoT includ următoarele:

- Pe măsură ce numărul de dispozitive conectate crește mai multe informații sunt partajate între dispozitive și astfel, crește și posibilitatea ca un hacker să poată accesa informații confidențiale.
- Este dificil pentru dispozitivele de la diferiți producători să comunice între ele, deoarece nu există un standard internațional de compatibilitate pentru IoT.
- Probabilitatea ca fiecare dispozitiv conectat să fie corupt, în cazul în care există o eroare în sistem.
- Întreprinderile s-ar putea confrunta în cele din urmă cu un număr masiv de dispozitive IoT, iar colectarea și gestionarea datelor de pe toate aceste dispozitive va fi o provocare [4].

Concluzii

Studiind informația prezentată putem concluziona că Internetul lucrurilor (IoT) va permite intrarea într-o nouă eră economică pentru întregul glob. Analizând perspectivele oferite de IoT putem spune că acestea nu se referă numai la simple îmbunătățiri ale proceselor și modelelor economice existente, dar mai degrabă la transformarea domeniului de aplicare a acestora.

Astfel, economia IoT va revoluționa modul în care organizațiile economice își desfășoară activitățile de producție, funcționare și dezvoltare. Putem observa că schimbarea se întâmplă mai repede decât în orice revoluție industrială anterioară. De asemenea, IoT va produce schimbări semnificative în toate sectoarele și pentru toate industriile.

Însă cu toate îmbunătățirile și performanțele pe care le dezvoltă IoT apar și unele problemele cu privire la confidențialitatea datelor personale, securitatea cibernetică, precum și proprietatea și responsabilitatea asupra produselor.

Referințe

1. Steve Ranger, What is the IoT? Everything you need to know about the Internet of Things right now. Disponibil: <https://www.zdnet.com/article/what-is-the-internet-of-things-everything-you-need-to-know-about-the-iot-right-now/>
2. Alexander S. Gillis, What is the internet of things (IoT)? Disponibil: <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT>
3. 18 Most Popular IoT Devices In 2022 (Only Noteworthy IoT Products). Disponibil: <https://www.softwaretestinghelp.com/iot-devices/>
4. IoT- internetul lucrurilor. Disponibil: <https://tnt-light.ro/iot-internetul-lucrurilor/>

APLICAREA FRAMEWORKULUI QUARKUS ÎN CADRUL ARHITECTURII BAZATE PE MICROSERVICII

Gabriel TUREȚCHI¹, Olga CERBU^{2*}

¹*Informatica, IA-201, FCIM, UTM, Chișinău, Moldova*

²*Matematică și Informatică, USM, Chișinău, Moldova*

*Autorul corespondent: Olga Cerbu, olga.cerbu@gmail.com

Rezumat. Acest articol abordează o metodă de soluționare în optimizare a limbajului de programare Java în cadrul tehnologiilor cloud, container și a arhitecturilor bazate pe microservicii. Stratul de abstractizare JVM a permis aplicațiilor Java să ruleze pe orice dispozitiv astfel aducându-i o popularitate printre programatori, dar acum în cadrul noilor tehnologii care permit încapsularea și rularea aplicațiilor în mediul lor nativ, această virtualizare doar încetinesc aplicațiile. Pentru a soluționa această problemă a fost introdus frameworkul Quarkus care permite limbajului Java să concureze cu alte limbi de programare cu o performanță sporită în cadrul diferitor arhitecturi.

Cuvinte cheie: *microservicii, quarkus, container, abstractizare, nativ.*

Introducere

În prezent, inginerii și programatorii au multe opțiuni tehnologice pentru a rezolva o problemă de afaceri sau tehnică. Java rămâne unul dintre cele mai utilizate limbi de programare pentru a construi aplicații. Acest limbaj a fost creat când cloud-ul, containerele și sistemele de gestionare a containerelor, cum ar fi Kubernetes, Docker, încă nu existau[2]. Java a fost întotdeauna (în)faimos în ceea ce privește performanța sa, mai ales din cauza strukturilor de abstractizare dintre cod și mașina reală cu scopul de a fi multi-platform (Scripti o dată, rulați oriunde). În zilele noastre, cu arhitectura bazată pe microservicii, poate că nu mai are sens construirea aplicațiilor universale care vor rula întotdeauna pe același loc și platformă (containerul Docker — mediu Linux), când portabilitatea devine mai puțin relevantă, iar acel nivel suplimentar de abstractizare nu este atât de important.

Frameworkul Quarkus

În martie 2019, după mai bine de un an de dezvoltare internă, Quarkus a fost introdus în comunitatea open source. Quarkus este un framework Java adaptat pentru OpenJDK HotSpot și GraalVM, oferind un timp de lansare rapid și utilizare redusă a memoriei. Multe organizații de la lansarea inițială au văzut valoarea imediată a Quarkus-ului și s-au alăturat efortului de dezvoltare[1].

Quarkus oferă, de asemenea, extindere aproape instantanee și utilizare de înaltă densitate în platforme de gestionare a containerelor, cum ar fi Kubernetes. Mai multe instanțe ale aplicației pot fi rulate în aceeași resurse hardware. Încă de la început, Quarkus a fost proiectat pe baza filozofilor de tip container-first și Kubernetes-native, optimizând consumul memoriei și timpul de lansare. În timpul asamblării codului aplicației se realizează cât mai multă procesare posibilă, inclusiv luarea unei abordări a ipotezei lumii închise pentru construirea și rularea aplicațiilor. Această optimizare înseamnă că, în majoritatea cazurilor, JVM-ul rezultat conține doar cod care are o cale de execuție în timpul lansării.

În Quarkus, clasele utilizate numai la pornirea aplicației sunt invocate în momentul construirii și nu sunt încărcate în JVM. De asemenea, Quarkus evită reflectarea cât mai mult posibil, favorizând în schimb legarea de clasă statică. Aceste principii de proiectare reduc dimensiunea și în cele din urmă amprenta de memorie a aplicației care rulează pe JVM, permitând frameworkului Quarkus să fie „nativ”.

La baza creării frameworkului Quarkus a stat compilarea nativă. A fost optimizat pentru utilizarea capacităților imaginii native GraalVM pentru a compila bytecode JVM într-un format binar nativ de cod-mașină. GraalVM elimină în mod riguros orice cod inaccesibil găsit în interiorul codului sursă al aplicației, precum și oricare dintre dependențele acesteia. Combinată cu containerele Linux și Kubernetes, o aplicație Quarkus rulează asemenea unui executabil Linux nativ, eliminând JVM-ul. Un executabil nativ Quarkus pornește mult mai rapid și utilizează mult mai puțină memorie decât un JVM tradițional.

Capacitățile de imagine nativă similare celor din frameworkul Spring sunt încă considerate experimentale sau beta. Oportunitățile frameworkului Spring de a susține compilarea nativă nu oferă aceleași optimizări al timpului de compilare și a opțiunilor de proiectare, cum are loc în cadrul frameworkului Quarkus, extrem de rapid și eficient din punct de vedere al memoriei atunci când rulează pe JVM sau într-o imagine nativă.

Quarkus nu se axează doar pe furnizarea tehnologiilor noi, pentru că fiecare inovație ar trebui să fie simplă, să aibă o configurație redusă sau deloc și să fie cât mai intuitivă de utilizat. Ar trebui să fie simplu să creezi lucruri esențiale și în același timp relativ ușor să faci lucruri complexe, permitând dezvoltatorilor să se concentreze pe expertiza domeniului și logica lor de afaceri.

O problemă majoră de productivitate cu care se confruntă majoritatea dezvoltatorilor Java astăzi este fluxul de lucru tradițional de dezvoltare Java. Pentru majoritatea dezvoltatorilor, acest proces arată ca în Fig. 1.

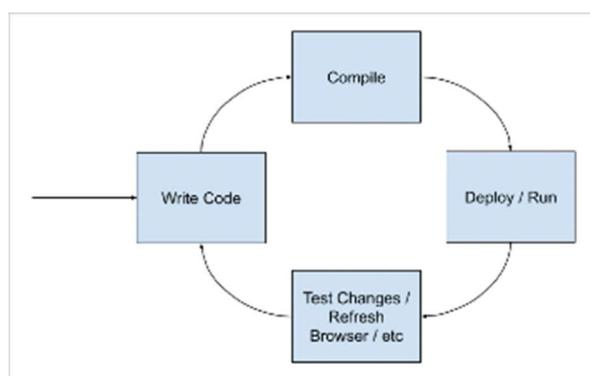


Figura 1. Ciclul tradițional de lucru

Menționăm că ciclul de Compilare și Deploy/Run durează un minut sau mai mult aceasta fiind un dezavantaj în procesul de execuție. Această întârziere este timp pierdut în care un dezvoltator ar putea soluționa alte sarcini. Tehnologiile de codare live a frameworkului Quarkus rezolvă problema timpului lent de execuție. Quarkus va detecta automat modificările aduse fișierelor Java, inclusiv refactorizările clasei sau a metodei, configurația aplicației, resursele statice sau chiar modificările dependenței de clasă. Când este detectată o astfel de modificare, Quarkus recompilează și redistribuie în mod transparent modificările. Redistribuirea Quarkus are loc de obicei în mai puțin de o secundă. Folosind Quarkus, fluxul de lucru de dezvoltare arată acum ca în Fig. 2.

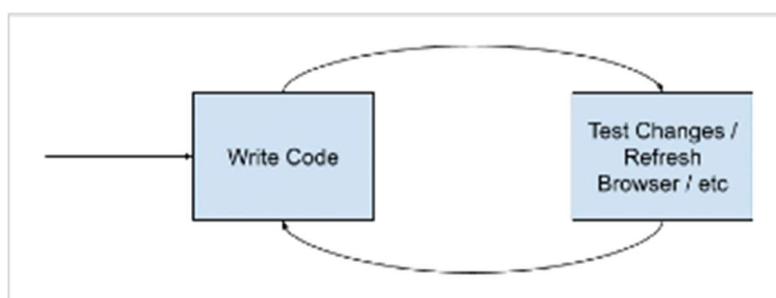


Figura 2. Ciclul Quarkus de lucru

Compararea Frameworkurilor Quarkus și Spring Boot

Spring este o platformă open source bine cunoscută printre rândurile programatorilor Java ce oferă diferite module care ușurează și accelerează dezvoltarea aplicațiilor. Pentru a compara aceste două frameworkuri a fost creată o simplă aplicație care simulează un API ce afișează, adaugă și sterge un element dintr-un obiect JSON. Pentru crearea containerului a fost folosită aplicația Docker [2].

```

@Path("/api")
public class SimpleResource {

    private Set<JsonExample> jsonObject = Collections.newSetFromMap(Collections.synchronizedMap(new LinkedHashMap<>()));

    public SimpleResource(){
        this.jsonObject.add(new JsonExample( word: "first", UUID.randomUUID().toString(), extractIP()));
        this.jsonObject.add(new JsonExample( word: "second", UUID.randomUUID().toString(), extractIP()));
        this.jsonObject.add(new JsonExample( word: "third", UUID.randomUUID().toString(), extractIP()));
    }

    @GET
    @Path("/list")
    @Produces(MediaType.APPLICATION_JSON)
    public Set<JsonExample> list() {
        return this.jsonObject;
    }

    @GET
    @Path("/{word}")
    @Produces(MediaType.APPLICATION_JSON)
    public Set<JsonExample> add(@PathParam String word){
        this.jsonObject.add(new JsonExample(word, UUID.randomUUID().toString(), extractIP()));
        return jsonObject;
    }

    @GET
    @Path("/{word}")
    @Produces(MediaType.APPLICATION_JSON)
    public Set<JsonExample> delete(@PathParam String word){
        this.jsonObject.removeIf(existingJsonElement -> existingJsonElement.word.equals(word));
        return this.jsonObject;
    }

    private String extractIP(){
        try {
            return InetAddress.getLocalHost().getHostAddress();
        } catch (UnknownHostException e) {
            return e.getMessage();
        }
    }
}

```

Figura 3. Aplicația Quarkus

După cum observăm în Fig. 3 la nivel de sintaxă, Quarkus este destul de intuitiv ceea ce ne permite să ne axăm mai mult pe logica aplicației.

În cadrul experimentului, aplicațiile Quarkus și Spring Boot au fost încapsulate în diferite container folosind Docker, fiecare container a fost recreat și testat de 10 ori, iar pe baza timpului de pornire și a memoriei consumate a fost creată o statistică aproximativă de performanță [3].

În Fig. 4 se observă că Quarkus a fost lansat în două moduri diferite, primul este cel nativ care oferă o performanță multă mai bună din cauza lipsei stratului de abstractizare dintre aplicație și mașină. Cel de-al doilea mod unde este prezent stratul de abstractizare JVM este mai lent, dar similar primului caz este mult mai rapid decât Spring Boot.

În Fig. 5 de-asemenea Quarkus a fost lansat în două moduri și la fel putem observa diferențele considerabile referitor la consumul de memorie în raport cu aplicația Spring Boot.

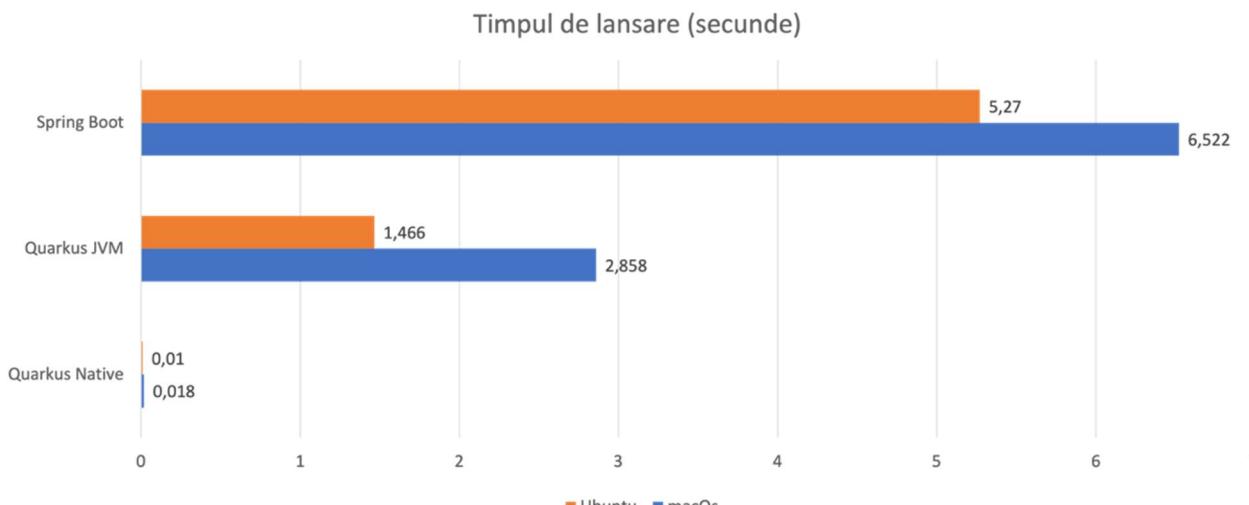


Figura 4. Timpul de lansare a aplicației

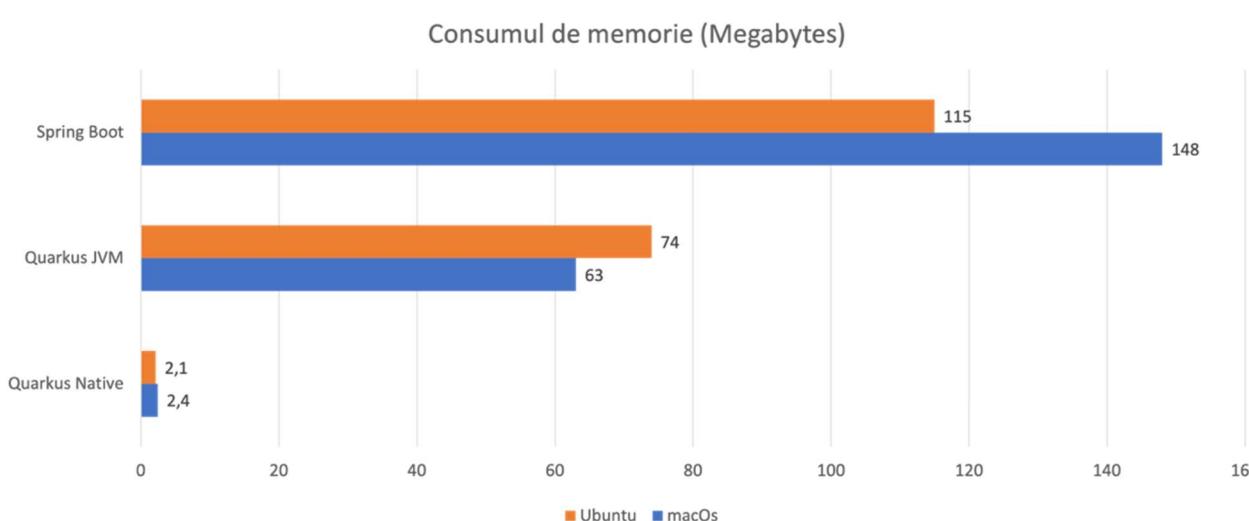


Figura 5. Consumul de memorie la lansarea aplicației

Concluzii

După efectuarea acestui experiment putem concluziona că Quarkus este un framework cu un potențial considerabil care va permite limbajului de programare Java să corespundă noilor tendințe din domeniul tehnologiilor informaționale dar și să concureze cu alte limbiage moderne de programare. Deși Quarkus are o performanță extraordinară în raport cu Spring, la moment este un framework încă Tânăr cu o bază de utilizatori și documentație restrânsă ceea ce nu putem spune despre Spring, iar numărul de module și servicii oferite de Spring este imens. Frameworkul Quarkus se îmbină perfect cu diferite module Spring ceea ce conduce la o alegere perfectă pentru proiectele care au la bază arhitectura de microservicii.

Referințe

1. RED, HAT, *Quarkus For Spring Developers*, E-Book, 2021.
2. NEBRASS, L., *Pro Java Microservices with Quarkus and Kubernetes*, Berkly: Apress, 2021.
3. Microservices Quarkus vs Spring Boot. [online]. Disponibil: <https://dzone.com/articles/microservices-quarkus-vs-spring-boot>

SECTIA ENERGETICĂ ȘI INGINERIE ELECTRICĂ

SECTION OF ENERGETICS AND ELECTRICAL ENGINEERING

MĂSURAREA ȘI ÎNREGISTRAREA PRODUSELOR PETROLIERE ȘI GAZELOR LICHEFIAȚE

Alexandrina BERZEDLEANU*, Dan STAVILA

Facultatea Energetică și Inginerie Electrică, Universitatea Tehnică a Moldovei

*Autorul corespondent: Alexandrina Berzedeau, alexandrina.berzedeau@ie.utm.md

Rezumat. Creșterea prețurilor produselor alimentare și în sectorul energetic pe teritoriul Republicii Moldova a cauzat o criză economică. Costul produselor petroliere și a gazele lichefiate a crescut cu 50-53%, provocând un şoc în societate. Zona sudică a Republicii Moldova este înzestrată cu resurse naturale, care în mare parte au fostexploatare de către SRL Valiexchimp, prima întreprindere autohtonă în domeniu. În prezent liderii pe piața de distribuție a combustibilului în Republica Moldova sunt companiile LUKOIL Moldova și ROMPETROL Moldova. Aceste întreprinderi, cât și celelalte, sunt supuse unor controale inițiale, periodice și inopinate, efectuate de către specialiști cu autorizații respective. Unul din controalele principale este verificarea metrologică conform NML 3-06:2016, ea reprezintă procedura de verificare metrologică a sistemelor de măsurare și înregistrare a produselor petroliere și gazelor lichefiate. Această procedură trebuie să respecte cu strictețe cerințele stabilite de Institutul Național de Metrologie.

Cuvinte cheie: Produse petrolifer, normă, metrologie, combustibil, stații PECO.

Introducere

Economia este masa de joc ai jucătorilor ce îi numim bani. Pentru ca economia să rămână pe picioare și să continue în același ritm e nevoie ca acești jucători să fie activi și să fie mereu în mișcare. Fiind martori ai crizei pandemice din 2020 am observat cum viteza evenimentelor din această perioadă e în scădere, aşadar criza energetică din 2021 a fost rezultatul accelerării evenimentelor. Cererea fiind înaltă, iar oferta joasă din cauza situației din anul precedent a cauzat creșterea prețurilor a resurselor energetice exponential. Făcând o analiză a acestor evenimente, dacă în 2020, 1 litru de benzină 95 costa 16,14 lei, iar motorina 13,70 lei, acum avem o creștere considerabilă: 1 litru de benzină costă 24,21 lei, respectiv, motorina 20,98 lei. În consecință avem o creștere cu aproximativ 50-53 % [3]. În ciuda creșterii prețurilor la carburanți, scumpirea nu a înlăturat necesitatea acestuia, accentuând importanța ramurii energetice. Totuși activarea acestui domeniu presupune anumite standarde cu o exactitate aproape perfectă. Toleranța sistemelor de măsurare și înregistrare a produselor petroliere de a comite erori este extrem de mică.

1. Republica Moldova și resursele petroliere

Petrolul, sau țăciul, împreună cu cărbunii și gazele naturale fac parte din zăcămintele de origine biogenă care se găsesc în scoarța pământului. În Republica Moldova, descoperirile geologice referitor la carburanți au început în anul 1945. Prospecțiunile au convenit că în lucrări geofizice, reprezentate prin seismică de reflexie și refracție, gravimetrie, magneto-metrie și electrometrie. Aceste descoperiri au continuat până la începutul anilor 1970, timp îndelungat în care au fost adunate date cu privire la stratigrafia, tectonica și potențialul petrogazifer al țării. În urma analizei datelor, s-a demonstrat că zona sudică, prezintă condiții favorabile pentru geneză, migrație și acumularea hidrocarburilor. Între anii 1952-1954 au fost forate niște sonde spre sudul Moldovei, evidențiindu-se prezența zăcămintelor de gaze și combustibile în Sarmățianul mediu și superior. În 1953 a fost trasat, prin foraje, zăcământul de gaze de la Berești-Ungheni, iar în 1956 la Văleni [2] a început extracția de petrol de petrol, în urma descoperirilor precedente.

Prima întreprindere autohtonă, care s-a ocupat cu extragerea zăcămintelor de petrol și gaze naturale din R.M. este compania S.R.L. Valiexchimp Fig. 1 [2], preluată de la compania Redeco, din 2008.



Figura 1. Stație PECO Valiexchimp

Oficial, pe piața petrolieră de distribuție din Republica Moldova funcționează aproximativ 100 de companii. Până în 2017, lider indisutabil al pieței petroliere din Moldova a fost compania Lukoil Moldova [1]. Poziția de top a pieței a fost „pierdută” în 2017, când Lukoil Moldova, însă aceasta avusese vânzări în creștere cu circa 10%, ajungând la 4,2 miliarde de lei, a fost retrogradată către Rompetrol Moldova, care a consemnat în 2017 o creștere cu circa 950 milioane lei și a ajuns la cifra de afaceri de 4,55 miliarde lei.

Pentru vânzarea cu amănuntul a combustibilului este necesar ca stațiile PECO să respecte anumite norme pentru a-și putea desfășura activitatea.

2. Procedura de verificare metrologică

Pentru buna funcționare a stațiilor PECO este nevoie de respectat câteva reguli impuse de autorități (norme antiincendiare, electrosecuritate, reguli de sănătate și securitate în muncă și, nu în ultimul rând, normele care direct îl pot afecta pe consumator. Pentru ca clientul să nu aibă de suferit una din normele care trebuie să fie respectată cu strictețe este norma metrologica legală (3-06:2016, procedura de verificare metrologică a sistemelor de măsurare și înregistrare a produselor petroliere și gazelor lichefiate).

La executarea măsurărilor pe parcursul verificării metrologice și prelucrării rezultatelor măsurării se acceptă persoane cu calificarea de verifier metrolog în domeniul Fig. 2, potrivit documentelor normative aplicabile. Pentru verificarea metrologică este nevoie de următoarele echipamente: termohigrometru (mediu ambiant), termometru (temperatura lichidului verificat), cronometru, soft etalon, măsură de volum etalon de ord. 2, vestimentație conform normei „Securitate și sănătate în muncă”. Toate echipamentele trebuie să fie etalonate și caracteristicile tehnice trebuie să corespundă cerințelor NML 3-06:2016 [4].

Efectuarea verificării metrologice se realizează prin verificarea aspectului exterior, Fig. 2 și a ciclului de alimentare cu produse petroliere, Fig. 3.

Echipamentele se etalonează odată pe an, verificările intermediare și menenanța se efectuează la necesitatea, aceste acțiuni reduc probabilitatea măsurărilor eronate. Pe durata realizării verificării metrologice este necesar să se țină cont de următoarele condiții: Verificarea necesită să se realizeze cu lichidul de lucru în intervalul temperaturilor mediului înconjurător și combustibilului de la -40°C până la +50°C (iar la benzină de la -40°C până la + 35°C).

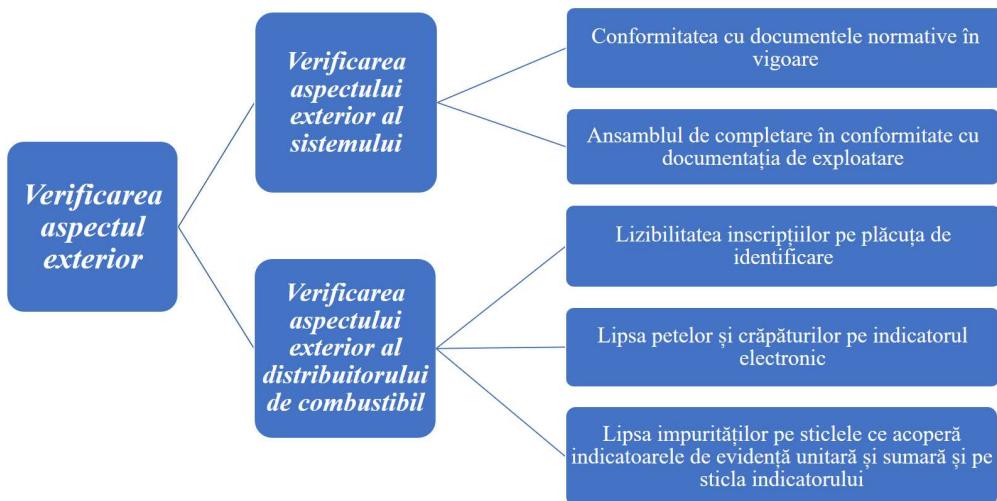


Figura 2. Verificarea aspectului exterior

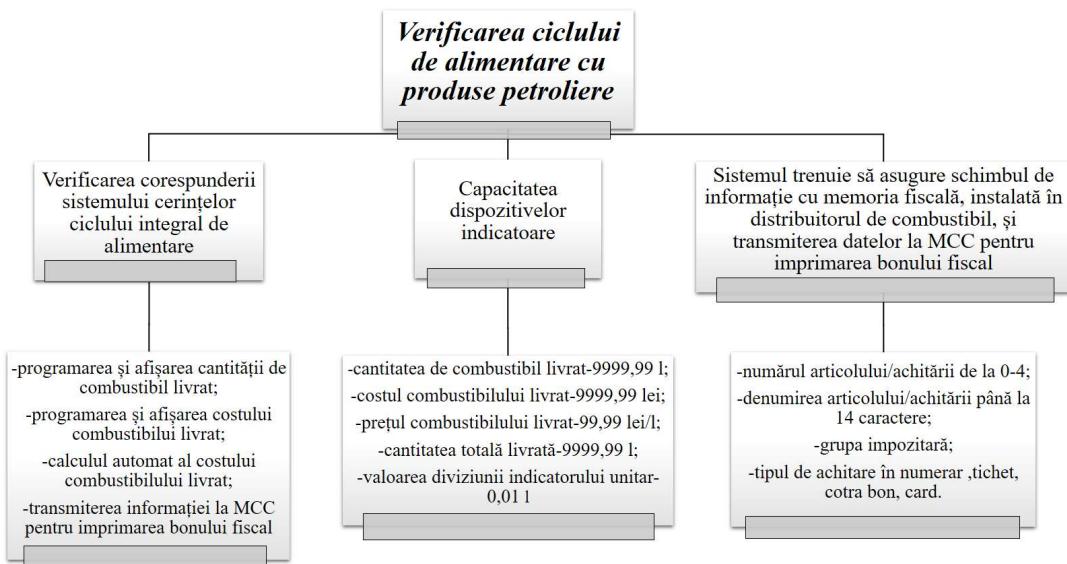


Figura 3. Verificarea ciclului de alimentare cu produse petroliere

Măsură de volum etalon de ord. 2, (Mernik)^[4] conform Fig. 4, sunt utilizate pentru măsurarea volumului de lichide la benzinării, depozite de petrol, centre de metrologie, întreprinderi de producție de vin, alcool etc. Volumul paharelor de măsurare exemplare este de 10 litri și 20 litri. La rezervor este atașată o fiolă nivelată pentru a controla instalarea dispozitivului de măsurare în poziție verticală. Instrumentele de măsură M2R-10-B-01 și M2r-20-B-01 sunt echipate cu șuruburi de reglare pentru a simplifica sarcina de instalare a instrumentului de măsurare M2R în poziție verticală. Mernik-ul funcționează în felul următor: se umple cu un fluid de lucru (benzină, motorină...) de la aparatul care se verifică: mernik tehnic, dozator, dozator de combustibil. După echilibrarea nivelului lichidului, se fac citiri. Pentru a măsura temperatura fluidului de lucru din rezervorul de măsurare, termometrul este scufundat în lichid prin orificiu, după ce se ține timp de 1 minut, citirile sunt luate de pe scala termometrului.



Figura 4. Măsură de volum etalon de ord. 2

Întocmirea rezultatelor verificării metrologice se efectuează conform următoarelor principii:

1) În urma rezultatelor satisfăcătoare ale verificării metrologice, periodice, sistemul se sigilează potrivit schemei de sigilare pe baza exemplului acceptat de către fiecare sistem și furnizor de produse petroliere, ulterior este eliberat buletin de verificare metrologică cu desemnarea pe partea din spate a componenții sistemului: tipul; numărul de fabricație; numerele sigiliilor metrologice administrative și înregistrările respective în formularele furnizorilor de produse petroliere cu marcajul metrologic din cauciuc vulcanizat și stabilirea numerelor sigiliilor metrologice aplicate. MCC (mașina de casă și control) se închid de Inspectoratul Fiscal Principal de Stat în concordanță cu schema de plombare prezentată în documentele de exploatare a fiecărui sistem individual.

2) Conform rezultatelor nesatisfăcătoare ale verificării metrologice incipiente, periodice se eliberează buletin de inutilizabilitate și se realizează înregistrările potrivite în formularele furnizorilor de combustibil.

Din cauza progresului rapid, norma cu privire la sistemele de măsurare și înregistrare a produselor petroliere și a gazelor lichefiate, 3-06:2016 [5] are nevoie periodic de a fi actualizată pentru asigurarea eficientă și îmbunătățirea corectitudinii verificării metrologice.

Concluzii

Domeniul energetic reprezintă una din ramurile cu o importanță semnificativă care menține economia într-o continuă dezvoltare. O parte indispensabilă a acesteia reprezintă realizarea produselor petroliere prin intermediul stațiilor PECO, care pot efectua acest lucru doar în urma unei verificări metrologice.

Asigurarea încrederii cetățenilor și tuturor întreprinderilor țării în corectitudinea prestării serviciilor de către benzinării este realizată de specialiști, care se conformează Legii Nr.LP19/2016 cu privire la Metrologie, capitolul III “Controlul metrologic legal”, art. 11 [6], care cuprinde următoarele domenii de exercitare a controlului metrologic legal: sănătate publică, ordinea și siguranța publică, protecția mediului, protecția consumatorului, perceperea taxelor și impozitelor, corectitudinea tranzacțiilor comerciale.

Toate acestea în ansamblu creează un mediu în care populația are acces la combustibil la un nivel înalt prin garantarea unui produs de calitate și siguranță maximă.

Mulțumiri: Sincere mulțumiri, Doamnei Guțu-Chetrușca Corina, dr. lect. univ. coordonator al articolului dat.

Referințe:

1. CARAMAN T. AGROBIZNES.MD, 2020.<https://agrobiznes.md/cine-sunt-principalii-jucatori-pe-piata-produselor-petroliere-din-republica-moldova.html>,
2. <https://www.rasfoiesc.com/educatie/geografie/geologie/Zona-de-extractie-Valeni47.php>
3. <https://stiri.md/article/economic/anre-vine-cu-precizari-dupa-scumpirea-carburantilor-in-ianuarie>
4. <http://contragent.com.ua/produktsiya/neftgaz/oborudovanie-dlya-azs/item/mernik-etalonnyj-2-razryada-m2r-20b-01-m2r-10b-01>
5. Normă de Metrologie Legală NML 3-06:2016 *Sisteme de măsurare și înregistrare a cantității produselor petroliere și gazelor lichefiate livrate cu amănuntul.*https://inm.md/static-files/data/415/file_1641_0.pdf,
6. Legea 19/2016, cu privire la Metrologie
https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=106060&lang=ro

STUDIUL IMPACTULUI SISTEMELOR SOLARE ASUPRA MEDIULUI

Visarion-Cătălin IFRIM

*Departamentul de Electrotehnică, Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor,
Universitatea "Ștefan cel Mare", Suceava, România*

Autorul corespondent: Visarion-Cătălin IFRIM, ifrim.visarion@usm.ro

Rezumat. Cererea ascendentă de sisteme care utilizează ca și sursă de energie primară radiația solară și aduc beneficii semnificative forțează, dacă putem spune așa, direcția cercetătorilor, dezvoltatorilor și producătorilor spre îmbunătățirea tehnologiilor existente sau spre dezvoltarea unor tehnologii noi. Aceste tehnologii vin cu provocări noi în ceea ce privește scoaterea pe piață a unui produs revoluționar, deoarece implică prelucrarea și utilizarea unor metale rare sau dezvoltarea de noi materiale, care la rândul lor implică costuri suplimentare și efecte asupra mediului neștiute încă. Această lucrare prezintă o analiză generală asupra impactului sistemelor solare asupra mediului înconjurător. Impactul asupra mediului în domeniul sistemelor solare pleacă de la cercetare și proiectare care implică costuri, producere care implică materiale rare și materiale vitale, funcționarea și scoaterea din funcțiune cu implicații directe asupra mediului înconjurător. Dintre efectele negative amintim: efectul de seră, afectarea stratului de ozon, acidificarea, poluarea cu metalele grele și agenții cancerogeni, afectarea zonelor împădurite și a zonelor agricole, smog și deșeuri nereciclabile. De asemenea lucrarea prezintă oferă soluții tehnice și ecologice de minimizare a impactului negativ produs de sistemele solare cu implicații în stadiile de producere respectiv eliminare.

Cuvinte cheie: sisteme solare, impact, efecte, minimizarea impactului, reciclare

Introducere

Sistemele solare au fost considerate o perioadă lungă de timp tehnologii care oferă energie gratuită, regenerabilă, curată, sustenabilă și nu în ultimul rând o energie fără impact negativ asupra mediului înconjurător. Sistemele solare de energie: sisteme fotovoltaice cu celule solare, sisteme solare de încălzire cu aer cald, sisteme solare de încălzire a apei calde cu tuburi vidate, concentratoare solare termale (CSP), participă din ce în ce mai mult la dezvoltarea activităților umane. Deși oferă beneficii semnificative față de sursele de energie convenționale, sistemele solare pot avea și consecințe negative asupra mediului înconjurător. Din acest motiv unii investitori sunt încă reticenți atunci când vine vorba de instalarea unor sisteme solare [1].

Impactul sistemelor solare se regăsește în: poluarea aerului, utilizarea unor cantități mari de apă, poluarea vizuală, ocuparea unor suprafețe de teren, consecințe negative asupra florei și faunei din zonele ocupate cu sisteme și utilizarea unor materiale și substanțe chimice neprietenoase cu mediul [2].

Poluarea aerului

Sistemele solare contribuie la eliminarea numeroaselor probleme create de utilizarea combustibililor fosili pentru producerea energiei. De exemplu, prin producerea unui kWh din sisteme solare se evită poluarea cu 0.53 Kg emisii de CO₂ din surse convenționale [3]. În timpul funcționării sistemele solare emit zero emisii de metan (CH₄), dioxid de carbon (CO₂), oxizi de sulf (SO_X) sau oxizi de nitrogen (NO_X) și au efecte neglijabile asupra încălzirii globale și a poluării aerului. Totuși, aceste afirmații sunt valabile pentru perioada de funcționare și nu includ ciclul de viață complet al sistemelor solare. Pentru o evaluare completă a efectului asupra mediului înconjurător al sistemelor solare trebuie considerate emisiile de la producere, transport, instalare, funcționare până la eliminarea sau dezafectarea lor [2].

Emisiile rezultate în urma producerii sistemelor solare sunt atribuite fabricării oțelului și aluminiului utilizat pentru rame, producției de sticlă și reducerii nisipului de silicat în siliciu utilizat

pentru celulele de siliciu. De asemenea, amplitudinea poluării este strâns legată de tipul de combustibil utilizat la prelucrarea materialelor. Spre exemplu, emisiile de Kg CO₂ pe kWp rezultate în etapa de producere a celulelor fotovoltaice mono-cristaline au fost de 2186 Kg/kWp, reprezentând 93.7 procente din totalul emisiilor cu efect de seră. Restul emisiilor sunt atribuite astfel: pentru transport 0.9%, pentru funcționare 3.5% și pentru dezafectare 1.9% [4].

Utilizarea apei

Consumul de apă este critic în special pentru țările care duc lipsă de apă, cum sunt Arabia Saudită, Libia, Iordan și Singapore. Pentru locațiile cu deficit de apă se impune utilizarea unor sisteme de consum și tratament a apei, durabile și eficiente. În timpul producerii sistemelor solare consumul de apă este considerabil mai mare față de consumul de apă utilizat în timpul funcționării sistemelor. Procesul de producere a sistemelor include procesarea mineralelor, extragere, purificare și gravare chimică [2]. De exemplu: consumul de apă în timpul producerii celulelor de siliciu este de 180 kg/Kg iar consumul de apă pentru conversia în celule multe-cristaline este de aproape 470 Kg/Kg, rezultând pentru fiecare kWp un necesar de apă între 3.7 și 5.2 tone [5]. Fără îndoială la un consum atât de mare de apă și la reziduurile rezultate în apă după procesul de fabricație se impune tratarea apei și reutilizarea acesteia [2]. Pentru tratarea apei se realizează următoarele etape: etape biologice, absorbție, oxidare avansată [6], coagulare și separare cu ajutorul unor membrane [7]. S-a demonstrat prin studii că sistemele solare au cea mai mică amprentă în utilizarea apei comparate cu alte tehnologii, consumul de apă este dependent de zona geografică și variază de la o locație la alta. Se observă consumul de apă în funcție de tehnologie în Tab. 1 [8].

Tabelul 1.

Consumul mediu de apă într-un ciclu de viață pentru tehnologiile de producere a energiei [8]

Tehnologia de producere a energiei electrice	Consumul mediu de apă (L/MWh)
Biomasă	85100
Hidroenergia	4961
Petrol	3220
Nuclear	2290
Cărbune	2220
Concentratoare solare (CSP)	1250
Geotermal	1022
Gaz natural	596
Fotovoltaice	330
Eolian	43

Suprafața de teren ocupată

Tipul terenului și distribuirea potrivită sunt importante pentru o utilizare eficientă a sistemelor fotovoltaice și pentru evitarea competiției cu alte activități importante cum ar fi agricultura [2]. Terenurile propice dezvoltării agriculturii au scăzut cantitatea de energie solară care ar putea fi utilizată pentru a produce energie regenerabilă. Studiile recente au arătat faptul că sistemele fotovoltaice și sistemele solare concentrate (CSP) ocupă cel mai mult teren în comparație cu alte tehnologii de producere a energiei electrice [9]. Terenul total utilizat pentru sistemul solar este reprezentat de tot terenul aflat în limitele amplasamentului proiectului iar terenul direct utilizat este terenul ocupat de toate infrastructurile fizice: rețeaua de panouri solare, clădirile cu instalații și drumurile de acces [2].

Pentru a evita ocuparea suprafețelor de teren se pot utiliza și sisteme fotovoltaice plutitoare (FPV). Sistemele sunt construite pe structuri care plutesc pe apă cu avantajul producerii unei cantități mai mari de energie datorită unei răciri continue cauzată de evaporarea apei din spatele panourilor. Astfel sistemele utilizate sunt eficiente și au randament ridicat. Utilizarea sistemelor solare pe ape previne evaporarea apei. De exemplu: canalul Gujarat din India a fost acoperit cu panouri solare plutitoare cu putere de 1 MW, reducându-se astfel evaporarea apei cu aproape 9000 de metri cubi [10].

Suprafețele necesare instalării unor sisteme fotovoltaice pot fi reduse prin utilizarea unor sisteme hibride de producere a energiei. Introducerea unui sistem hibrid eolian – fotovoltaic reduce suprafața de teren de la 1.5 ha/MW la 0.4 ha/MW [11].

Utilizarea limitată a suprafețelor și competiția cu activitățile agricole nu se aplică pentru țările unde marea majoritate a suprafețelor sunt ocupate de deșert. Deșertul și suprafețele sterpe sunt locul ideal pentru amplasarea unor mega sisteme fotovoltaice [2].

Poluarea vizuală

Impactul estetic al sistemelor solare este evident o problemă ce ține de preferințele și gusturile individuale deși sistemele solare plate sunt construite în aşa manieră încât să se potrivească arhitecturii acoperișurilor deja existente și să aducă o mică strălucire acestuia. Echipamentele moderne permit producătorilor de sisteme solare integrarea cu ușurință în zonele rezidențiale într-o manieră estetică și plăcută [12].

Impactul vizual depinde de schema utilizată, de tipul panoului solar utilizat și de împrejurimile locului de dispunere. Este evident că montarea unor sisteme solare în zonele cu frumusețe naturală duce la un impact vizual semnificativ de negativ. De asemenea, montarea sistemelor pe fațadele clădirilor rezidențiale sau culturale poate avea un impact vizual pozitiv dacă soluțiile arhitecturale integrează estetica clădirilor cu structura sistemelor solare [12].

Progresele în dezvoltarea sistemelor solare montate pe fațade, efectele estetice și funcțiile practice, oferă un stimul important expresiei arhitecturale.

Flora, fauna și habitatul

Impactul asupra ecosistemelor de origine vegetală și animală reprezintă un obstacol major pentru primirea autorizațiilor de construire a centralelor solare. Unele proiecte aflate în SV Statelor Unite ale Americii, deși construite în zone deșertice, creează controverse în ce privește perturbarea vieții sălbaticice și a habitatului. Discuții recente asupra impactului sistemelor solare în aceste zone estimează eforturi extinse pentru atenuarea efectelor negative produse de acestea [13].

Majoritatea impactelor asupra vieții sălbaticice au loc datorită ocupării și închiderii cu gard de protecție a suprafețelor, limitând astfel accesul animalelor. Habitatul prezent în zonă se schimbă semnificativ. Locurile ascunse de vânătoare, strategiile de vânătoare și disponibilitatea hranei vor fi afectate într-o măsură mai mare sau mai mică în funcție de complexitatea sistemului solar construit. Solul prezent este curățat la zero în timpul construcției și stropit cu ierbicide, în timp ce în unele cazuri vegetația este lăsată să crească dar curățată pentru a nu afecta producția sistemelor solare [14]. În orice caz are loc o alterare a vegetației prezente. Inclusiv sistemele montate la sol pot schimba microclimatele datorită umbririi cu efecte încă nestudiate asupra vegetației.

Utilizarea materialelor periculoase de la producere până la casare/reciclare

Fabricarea celulelor solare implică utilizarea unor materiale periculoase pentru extracția celulelor, gravarea semiconductorilor și curățarea suprafețelor. Materialele utilizate în timpul producției de celule solare sunt: Cupru (Cu), Siliciu (Si), Seleniu (Se), Cadmiu (Cd), Telurit (Te) și Galiu (Ga). Aceste materiale trec la rândul lor prin procese precum extragerea din mine și purificarea. De exemplu Cadmiu se recuperează din procesarea Zincului și a Plumbului cu o puritate de 95%; prin oxidare, leșiere, precipitare și electroextracție se concentrează la o puritate de 99.99%; pentru a atinge puritatea de 99.999% necesară pentru CdTe este distilat în vid. De asemenea teluritul (Te) este un produs secundar obținut din procesarea minereurilor ce conțin Plumb, Cupru și Aur [15]. Teluritul este un metal rar, care poate pune capăt celulelor solare CdTe, dacă nu este recuperat prin reciclarea celulelor [2].

Numerose substanțe chimice și solvenți sunt utilizate în cantități considerabile pentru procese de separare, extragere, purificare, producere și curățare a diferitelor tipuri de celule solare. Substanțele chimice utilizate în aceste procese sunt: amoniac, hidrogen, acid selenhidric, acid clorhidric, acid azotic și alcool izopropilic. Multe dintre substanțele utilizate în procesele celulelor solare trebuie manipulate cu grijă deoarece sunt inflamabile, corozive, cancerigene sau toxice. Cantitatea de emisii în mediu a acestor gaze toxice și substanțe chimice variază în funcție de celulele solare produse [2].

Stocarea energiei electrice în baterii

Studiile privind impactul și emisiile sistemelor de stocare a energiei electrice sunt relativ recente datorită interesului în creștere a industriei și a factorilor decizionali pe măsură ce costurile acumulatorilor sunt în scădere. Studiile recente sugerează faptul că sistemele de stocare a energiei conectate la rețea tind să crească emisiile de CO₂ din sectorul energetic [16].

Fabricarea bateriilor utilizare în sistemele solare de producere a energiei electrice necesită cantități consistente de metale și nemetale. Metalele utilizate la fabricarea bateriilor sunt: Plumb (Pb), Argint (Ag), Crom (Cr), Aluminiu (Al), Cupru (Cu), Litiu (Li), Fier (Fe), Siliciu (Si), Indiu (In), Ceriu (Ce), Antimoniu (Sb), Zinc (Zn), Nichel (Ni), Mercur (Hg), Cobalt (Co), Cadmiu (Cd), Mangan (Mn), Vanadiu (V), Staniu (Sn), Titan (Ti) și Potasiu (K). Materialele nemetalice utilizate sunt: Brom (Br), Carbon (C), Germaniu (Ge), Fluor (F), Sulf (S) și Clor (Cl) [17].

Concluzii

Reducerea amprentei de carbon a sistemelor solare asupra mediului înconjurător poate fi realizată prin adoptarea în fazele de proiectare și implementare a unor practici menite să îmbunătățească performanțele și să reducă emisiile totale. Pentru a atinge niveluri scăzute de emisii se pot lua în considerare acțiunile: creșterea capacitații panourilor solare utilizate la realizarea sistemului, creșterea duratei de viață prin îngrijirea panourilor, evitarea montării la sol prin sisteme supraetajate sau montare pe suprafete inutile, utilizarea sistemelor hibride de producere a energiei electrice.

Următoarele recomandări pot fi adoptate pentru a face industria energiei solare mai prietenoasă cu mediul înconjurător [18]:

- Reducerea și eliminarea materialelor riscante utilizate în procesele chimice ale materialelor semiconductoare;
- Creșterea perioadei de funcționare a sistemelor pentru reducerea emisiilor de CO₂;
- Îmbunătățirea eficienței panourilor solare pentru a ocupa suprafete de teren cât mai mici;
- Pentru evitarea interpunerii cu agricultura centralele solare pot fi construite pe clădiri industriale, centre comerciale și în zone desertice.
- Analiză eficientă a impactului sistemelor solare în diferite medii locuite;
- Studiu pentru identificarea unor semiconductoare și substanțe chimice cu impact redus asupra mediului;
- Respectarea unor reguli stricte în timpul producției pentru protejarea personalului;
- Tratarea chimică a deșeurilor înainte de aruncarea în ape, pentru protejarea vieții acvatice;
- Producerea unor module ușor de dezasamblat, pentru a reduce costurile de reciclare;
- Dezvoltarea unor substanțe pe bază de apă pentru curățarea panourilor;
- Utilizarea unor baterii cu protoni, care în momentul de față sunt un domeniu nou, neexplorat [19];
- Utilizarea panourilor solare transparente [20].

Referințe

1. TSOUTSOS, T.; FRANTZESKAKI, N.; GEKAS, V.; *Environmental Impacts from The Solar Energy Technologies*, Energy Policy, 33 (3), 2005, Pp. 289-296, ISSN 0301-4215, [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(03\)00241-6](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(03)00241-6).
2. TAWALBEH, M.; AL-OTHMAN, A.; KAFIAH, F.; ABDELSALAM, E.; ALMOMANI, F.; ALKASRAWI, M.; *Environmental Impacts of Solar Photovoltaic Systems: A Critical Review of Recent Progress and Future Outlook*, Science of the Total Environment, 759, 2021, 143528, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143528>.
3. CHENG, J.; YEH, C.; TU, C.; *Trust and Knowledge Sharing in Green Supply Chains*, Supply Chain Management, 2008, 13 (4), Pp. 283–295, <https://doi.org/10.1108/13598540810882170>.
4. CUCCHIELLA, F.; DADAMO, I.; *Estimation of The Energetic and Environmental Impacts of a Roof-Mounted Building-Integrated Photovoltaic Systems*, 2012, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16 (7), 5245–5259, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.04.034>.

5. YANG, D.; LIU, J.; YANG, J. and DING, N.; *Life-Cycle Assessment of China's Multi-crystalline Silicon Photovoltaic Modules Considering International Trade*, 2015, Journal of Cleaner Production, 94, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.003>.
6. ALMOMANI, F.; AL KETIFE, A.; JUDD, S.; SHURAIR, M.; BHOSALE, R.;ZNAD, H.; TAWALBEH, M.; *Impact of CO₂ Concentration and Ambient Conditions on Microalgal Growth and Nutrient Removal from Wastewater by A Photobioreactor*, Science of The Total Environment, 662, 2019, Pp. 662-671, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.144>.
7. TAWALBEH, M.; AL MOJJLY, A.; AL-OTHMAN, A.; HILAL, N.; *Membrane Separation as A Pre-Treatment Process for Oily Saline Water*, Desalination, 447, 2018, Pp. 182-202, ISSN 0011-9164, <https://doi.org/10.1016/j.desal.2018.07.029>.
8. JIN, Y.; BEHRENS, P.; TUKKER, A.; SCHERER, L.; *Water Use of Electricity Technologies: A Global Meta-Analysis*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 115, 2019, 109391, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109391>.
9. PEARLMUTTER, D.; THEOCHARI, D.; NEHLS, T.; PINHO, P.; PIRO, P.; KOROLOVA, A.; PAPAEFTHIMIOU, S.; MATEO, M. C. G.; CALHEIROS, C.; ZLUWA, I.; PITHA, U.; SCHOSSELER, P.; YAAKOV, F.; OUANNOU, S.; GAL, E.; AICHER, A.; ARNOLD, K.; IGONDOVÁ, E.; PUCHER, B.; *Enhancing The Circular Economy With Nature-Based Solutions In The Built Urban Environment: Green Building Materials, Systems And Sites*, Blue-Green Systems, 1 January 2020, 2 (1): 46–72, <https://doi.org/10.2166/bgs.2019.928>.
10. SANTAFÉ, Miguel Redón; GISBERT, Pablo S. Ferrer; ROMERO, Francisco Javier Sánchez; SOLER, Juan Bautista Torregrosa; GOZÁLVEZ, José Javier Ferrán; GISBERT, Carlos M. Ferrer; *Implementation of A Photovoltaic Floating Cover for Irrigation Reservoirs*, Journal of Cleaner Production, 66, 2014, Pages 568-570, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.006>.
11. AL-AJMI, M. S.; MUSTAPHA, F.; YUNUS, N. A. M.; HALIN, I. A.; *A True Hybrid Solar Wind Turbine Electric Generator System for Smaller Hybrid Renewable Energy Power Plants*, In MATEC Web of Conferences, 2018, 215, p. 01015, EDP Sciences, <https://doi.org/10.1051/matecconf/201821501015>.
12. TSOUTSOS, T.; FRANTZESKAKI, N.; GEKAS, V.; *Environmental Impacts from The Solar Energy Technologies*, Energy Policy, 33(3), 2005, Pages 289-296, ISSN 0301-4215, [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(03\)00241-6](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(03)00241-6).
13. US-BLM; *Final Staff Assessment and Draft Environmental Impact Statement and Draft California Desert Conservation Area Plan Amendment: Ivanpah Solar Electric Generating System*, Sacramento, CA, U.S. BLM, California-Energy-Commission, [online]. 2009, [accesat 2.22.2022]. Disponibil: https://eplanning.blm.gov/public_projects/nepa/65894/79903/92668/Supplemental-DEIS-IvanpahSolar.pdf.
14. US-BLM, US-DOE; *Final Programmatic Environmental Impact Statement for Solar Energy Development in Six Southwestern States*, 2010, 1 (1-7), Pp. 14-16, [online]. [accesat 2.22.2022]. Disponibil: https://www.energy.gov/sites/default/files/EIS-0403-FEIS-Volume1-2012_0.pdf.
15. FTHENAKIS, V.; WANG, W.; KIM, H. C.; *Life Cycle Inventory Analysis of The Production of Metals Used in Photovoltaics*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 13 (3), 2009, Pages 493-517, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2007.11.012>.
16. BISTLINE, E.T.; YOUNG, T.; *Emissions impacts of future battery storage deployment on regional power systems*, Applied Energy, 264, 2020, 114678, ISSN 0306-2619, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114678>.
17. DEHGHANI-SANJI, A.R.; THARUMALINGAM, E.; DUSSEAUT, M.B.; FRASER, R.; *Study of energy storage systems and environmental challenges of batteries*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 104, 2019, Pages 192-208, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.01.023>.
18. AMAN, M.M.; SOLANGI, K.H.; HOSSAIN, M.S.; BADARUDIN, A.; JASMON, G.B.; MOKHLIS, H.; BAKAR, A.H.A.; KAZI, S.N.; *A review of Safety, Health and Environmental (SHE) issues of solar energy system*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 41, 2015, Pages 1190-1204, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.086>.
19. FUTURISM; *What's A Proton Battery? Three Things You Need to Know*, No, it's not from Star Trek, [online]. [accesat 2.22.2022]. Disponibil: <https://futurism.com/proton-battery>.
20. SOLAR, Magazine; *Transparent Solar Panels: Reforming Future Energy Supply*, Feb. 2020, [online]. [accesat 2.22.2022]. Disponibil: <https://solarmagazine.com/solar-panels/transparent-solar-panels/>.

CELULA DE COMBUSTIBIL CU APĂ A LUI STANLEY MEYER

Florin TESLARI^{1*}, Vladislav ENACHI²

¹Departamental Inginerie electrică, ISEM-201, FEIE, UTM, Chișinău, Republica Moldova

²Departamental Energetică, EIE-201, FEIE, UTM, Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Florin Teslari, florin.teslari@ie.utm.md

Rezumat. O metodă pentru eliberarea unui amestec de gaze combustibile, inclusiv hidrogen și oxigen, din apă, în care apa este un mediu dielectric într-un circuit rezonant electric. Principiul acestei metode este separarea apei în elementele sale componente cu ajutorul electricității prin altă metodă decât cea a electrolizei. Mecanismul de acțiune presupus produce HHO „gazul lui Brown”, un amestec de oxihidrogen, cu un raport de 2:1, având aceeași compoziție ca apa lichidă. Aceasta eventual se va amesteca cu aerul ambiant, care conține azot, oxigen, dioxid de carbon, metan, clorofluorocarburi, radicali liberi, radiați etc. În patentele sale Meyer a folosit denumirea de „pilă de combustie” (engleză fuel cell) sau „pilă de combustie cu apă” (engleză water fuel cell), pentru partea din dispozitivul său în care electricitatea trece prin apă pentru a produce hidrogen și oxigen. Meyer descrie într-un patent din 1990 folosirea unui „ansamblu cu pilă de combustie cu apă” și ilustrează cu imagini ale unui „condensator” electric cu pilă de combustie cu apă. Potrivit lui Meyer, dispozitivul necesită mai puțină energie electrică pentru a obține oxihidrogen, decât prin electroliză.

Cuvinte cheie: pilă, combustie, polarizare, oxihidrogen.

Introducere

Apa din pila de combustibil este supusă unei pulsații polarizante ale câmpului electric creat de circuitul electric, în urma căruia moleculele apei sunt întinse ca urmare a subordonării lor forțelor polare electrice ale plăcilor condensatorului. Frecvența pulsatorie de polarizare este astfel încât pulsațiile electrice câmpurilor induc rezonanță în moleculă. Există un efect de cascadă și de ansamblu, nivelul de energie al moleculei de apă crește în mod corespunzător în cascadă. Astfel de gaze precum hidrogenul, oxigenul și altele, legate și dizolvate anterior în apă sunt eliberate atunci când energia de rezonanță depășește legătura covalentă a moleculelor de apă. Procesul are loc conform punctelor din Fig. 1.

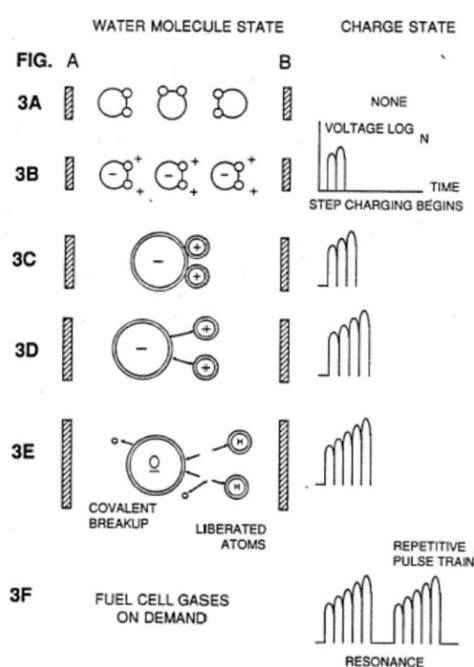


Figura 1. Procesul de descompunere a unei molecule de apă

În repaus, arbitrar molecula de apă orientată este aliniată cu molecula de orientare. Ulterior, moleculele sunt polarizate și „alungite” sub influența potențialului electric astfel încât legătura covalentă a moleculii de apă să slăbească la faptul că atomii sunt separați și molecula de apă se descompune în elementele constituente, cum ar fi hidrogen și oxigen. În acest proces, punctul optim de eliberare a gazului este atins la rezonanța circuitului.

Principiul de funcționare a circuitului intensificator de tensiune

De exemplu, în diagrama celulei de combustie din Fig. 2, condensatorul de apă este inclus. Bobina de amplificare este înfășurată pe un miez toroidal convențional realizat dintr-un material de pulbere presat feromagnetic, care în sine nu va fi complet magnetizat. Miezul are un diametru de 38 mm și o grosime de 6,35 mm. Înfășurarea primară este formată din 200 de spire de sârmă de cupru de 0,511 mm, iar înfășurarea secundară este formată din 600 de spire de 0,127 mm. În schema din Fig. 2, dioda (IN1198) acționează ca o diodă de blocare și un comutator electric care permite curgerea tensiunii doar într-o singură direcție.

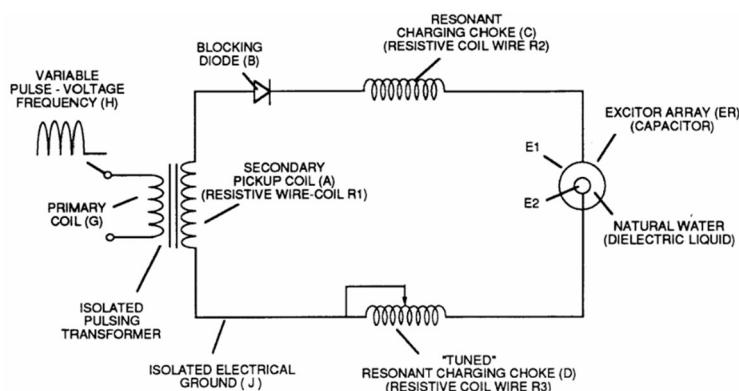


Figura 2. Circuit intensificator de tensiune

Astfel, condensatorul nu este niciodată supus impulsurilor de polaritate inversă. Un impuls cu un ciclu de lucru de 50% ajunge la înfășurarea primară a unui transformator toroidal. Transformatorul crește tensiunea de la generatorul de impulsuri de cinci ori, deși raportul de transformare relativ este preselectat pe baza criteriilor specifice modelului. Când pulsul amplificat intră în primul inductor (format din 100 de spire de sârmă de 0,511 mm înfășurate în jurul unei tije de 25,4 mm în diametru, se formează un câmp electromagnetic în jurul inductorului. Când pulsul de la transformator se oprește, câmpul electromagnetic se prăbușește și produce un alt puls de aceeași polaritate, adică se formează un alt impuls pozitiv acolo unde 50% din ciclul de lucru a fost finalizat. Astfel, se produce o frecvență dublă a impulsurilor, totuși, într-un „tren” de impulsuri unipolar, există un timp scurt în care nu există impulsuri, apa cuprinsă între plăcile condensatorului ia o sarcină electrică, care crește în timpul etapei de încărcare a procesului care are loc în condensatorul de apă. Tensiunea crește constant (până la 1000 volți sau mai mult) și molecula de apă începe să se lungească. „Trenul” de impulsuri se oprește apoi, tensiunea pe condensatorul de apă scade la sarcina pe care moleculele de apă le-au dobândit, adică tensiunea pe condensatorul încărcat este menținută. Apoi secvența de impulsuri se repetă.

Utilizarea „Potențialului de tensiune” pentru a stimula molecula de apă cu scopul de a genera energie atomică

Dinamica tensiunii energetice ale tensiunii este „presiunea electrică” sau „forța electrică” din interiorul unui circuit electric, cunoscută și sub numele de „potențial de tensiune”. Cu cât potențialul de tensiune este mai mare, cu atât „forța electrică de atracție” sau „puterea” este mai mare. „Repulsiunea electrică” este atașată circuitului. Potențialul de tensiune rămâne o stare de energie „neschimbată” atunci când „mișcarea electronilor” sau „deviația electronului” este blocată

sau nu apare în circuitul electric. Tensiunea de funcționare sarcinii opuse dintr-un circuit electric setează „Atractie electrică”, în timp ce sarcinile electrice cu același semn din interiorul aceluiasi circuit susțin „acțiunea respingătoare”. În ambele cazuri, mișcare sau abaterea sarcinilor electrice sunt direct legate de tensiunea aplicată. Aceste „forțe” electrice sunt cunoscute ca „câmpuri de tensiune” și pot avea o sarcină electrică pozitivă sau negativă. De asemenea, ionii sau particulele dintr-un circuit electric cu semn opus sarcinilor electrice sunt atrase unele de altele. Reacția atomică la impactul tensiunii structurii atomului are două tipuri de mase încărcate electric. Electronii orbitali cu sarcină electrică negativă și un nucleu format din protoni cu sarcină electrică pozitivă. Într-o stare electrică durabilă, numărul de electroni încărcați negativ este egal cu numărul de protoni încărcați cu electroni pozitivi, formând un atom care nu are sarcină electrică. Potențialul de tensiune dintr-un circuit electric Fig. 2 poate determina detașarea unuia sau mai multor electroni dintr-un atom, datorită forței de respingere cu polaritate opusă dintre obiectele încărcate opus, așa cum se arată în Fig. 3.

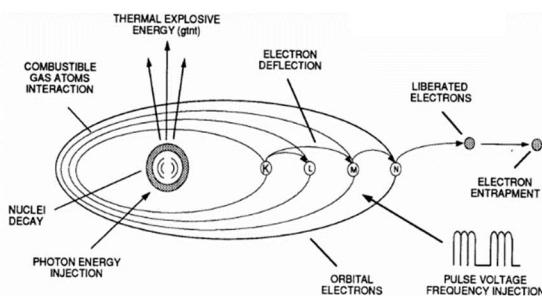


Figura 3. Procesul de fracturare a hidrogenului

Conform legii lui Newton și legii forțelor electrice a lui Coulomb, forța electrică de atracție rezultată unește diferenți atomi printr-o legătură covalentă pentru a forma o moleculă gazoasă, solidă sau lichidă. Când un atom de oxigen se combină cu doi atomi de hidrogen pentru a crea o moleculă de apă, acceptând electroni de hidrogen Fig. 4, un atom de oxigen devine încărcat negativ din atomul restructurat, 10 electroni încărcați negativ și doar 8 protoni încărcați pozitiv.

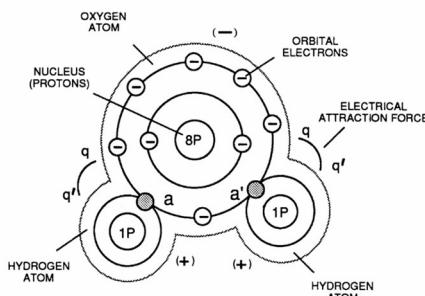


Figura 4. Sarcinile electrice ale moleculii de apă

Un atom de hidrogen cu singura sa sarcină pozitivă neutilizată, protonul încărcat capătă acum o sarcină pozitivă „netă” egală cu intensitatea electrică a sarcinii negative a doi electroni, fiind separat de un atom de oxigen, respectând legile fizicii care fiecare acțiune are loc o reacție egală și opusă. Suma a doi atomi de hidrogen încărcați pozitiv este egală cu un atom de oxigen încărcat negativ, formând o moleculă de apă neutră din punct de vedere electric. Doar atomii opuși ai moleculei de apă au sarcini electrice opuse.

Disocierea prin tensiune a unei molecule de apă

Aplicarea unei tensiuni de impuls la Excitator (ER) în timp ce curentul este în buclă Amplificator de tensiune Fig. 2 este împiedicat, provoacă separarea moleculei de apă în părțile sale constitutive, întinzând instantaneu electronii orbitali ai moleculei de apă. Câmpul electric static „pozitiv” (E1) nu numai că atrage negativ atomul încărcat, dar respinge și electronii încărcați negativ

ai moleculei apei. În același timp, câmpul static „negativ” (E2) atrage pozitiv atomii de hidrogen încărcați. Când electronii încărcați negativ sunt desprinși de molecula de apă, legătura covalentă încetează să mai existe, încălcând puterea de atracție între atomii moleculei de apă. Atomii eliberați și în mișcare capturează electronii liberi când impulsul de tensiune este la minim. Un atom eliberat și stabil electric având un neutru o sarcină electrică egală cu „zero” lasă recipientul cu apă pentru ulterior utilizarea hidrogenului. Disocierea unei molecule de apă prin aplicarea tensiunii este denumită în continuare „Procesul de polarizare electrică”. Prin supunerea moleculei de apă la niveluri și mai mari de stres contribuie transformarea atomilor eliberați în „starea” unui gaz ionizat. Fiecare atom eliberat capătă propria sa sarcină electrică „pură”. Atomi ionizați împreună cu rătăcirea liberă încărcați negativ electronii sunt acum deviați (de o tensiune electrică pulsatorie cu polaritate opusă) prin procesul de polarizare electrică, comunicând sau impunând o a doua forță fizică electrică recipientului încărcat cu apă. Oscilațiile electrice particulelor încărcate prin deviație de tensiune sunt denumite în continuare „Rezonanța acțiunii”. În timpul funcționării rezonante, „trenul” de impulsuri unipolare de intrare (H) Fig. 2 și pe Fig.5 provoacă efectul de încărcare treptată prin Excitator (ER), așa cum se arată în Fig. 6 și Fig. 7.

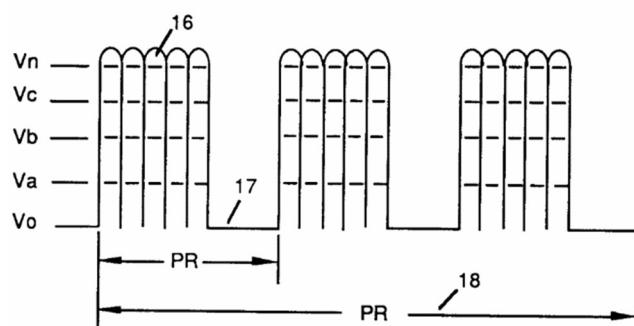


Figura 5. Frecvența pulsului unipolar cu amplitudine variabilă controlează dinamic rădamentul de hidrogen gazos la cerere, inhibă în același timp fluxul de amperi

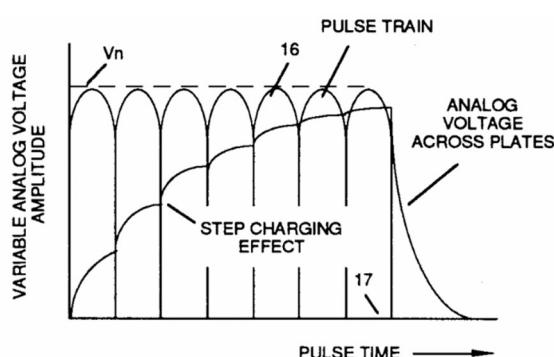


Figura 6. Tensiune aplicată plăcilor

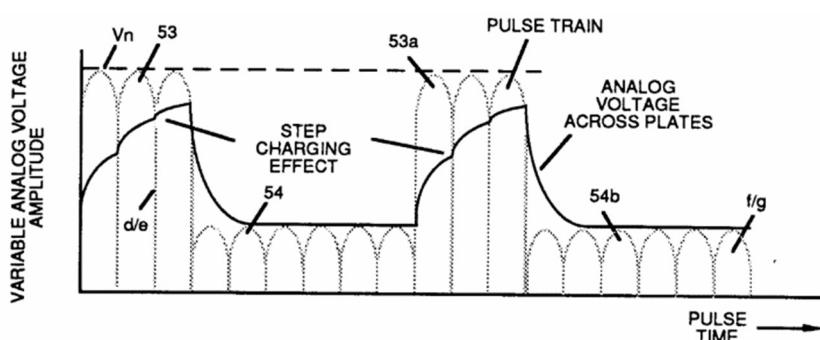


Figura 7. Tensiune aplicată în cavitatea rezonantă

Intensitatea tensiunii se ridică de la zero „Poziție legată la pământ” la tensiune înaltă potențial pozitiv progresiv. În momentul în care impulsul tensiunii se oprește, potențialul de tensiune revine la „poziția sol” sau aproape de aceasta, pentru a începe apoi din nou procesul de deviere a tensiunii. Intensitatea sau nivelul tensiunii la excitator (ER) poate depăși 20.000 de volți, datorită funcționării circuitului și conectării directe cu amplitudinea variabilă a „trenului” de impulsuri de intrare. Circuit RLC inductorul (C) este realizat din fir rezistiv (R2), pentru mai departe a preveni curentul continuu în spatele reacției inducitive (XL). Circuit RLC inductorul reglabil (D) similar cu inductorul (C) conectat la zona polară opusă (E2) previne de asemenea mișcarea electronilor sau deviația în cadrul amplificatorului de tensiune. Piciorul reglabil regleză „Acțiunea de rezonanță” în timpul pulsărilor. Inductorul (D) în raport cu inductorul (C) electric echilibrează potențialul electric opus între zone cu tensiune (E1/E2).

Concluzii

Procesul de descompunere a hidrogenului excita și eliberează energie atomică din apă, permitând ionilor de gaz inflamabil foarte încărcați să scape împreună în timpul aprinderii termice a gazului. Circuitul de extracție electrică nu numai că reduce dimensiunea maselor de atomi de gaze inflamabile, dar în același timp produce „Energie electrică” când electronii eliberați ies din instalația de tunuri cu hidrogen. Procesul de descompunere a hidrogenului are capacitatea de a elibera explozivi termici energie echivalente cu peste 660,5 mii de barili de petrol dintr-un litru de apă într-un mod controlat, care împiedică formarea unei molecule de apă în timpul aprinderii gazului, eliberând energie termică care depășește arderea unui simplu gaz. Procesul de descompunere a hidrogenului este ecologic. Procesul de descompunere a hidrogenului poate fi adaptat la orice tip de dispozitiv, consumând energie, deoarece tunul cu hidrogen poate fi redus la dimensiunea unei bujii de automobil sau a unui injector de gaz al unei nave militare sau mărită la dimensiunea motorului rachetei.

Mulțumiri. Aducem sincere mulțumiri domnului lect. univ. Marcel Burduniuc pentru ajutorul oferit în realizarea acestui articol.

Referințe

1. MEYER, S.A. *The Birth of New Technology*. Grove City: Explaining the Hydrogen Fracturing Process on how to Use Water as a New Fuel-source, 1995.
2. MEYER, S.A. *Stanley Meyer's water fuel cell* [online]. [accesat 26.02.2022].
Disponibil: https://en.wikipedia.org/wiki/Stanley_Meyer%27s_water_fuel_cell

AUTONOMOUS VEHICLES

Radu-Ionel VĂTAFU^{1*}, Andrei Petrișor LĂBUS¹, Dragoș-Ioan DOBROTĂ²

¹"Dunarea de Jos" University of Galati, Faculty of Automatics, Computers, Electrical and Electronical engineering,
Department of Automation and Applied Informatics, AIA-2221b group, Galati, Romania

²"Dunarea de Jos" University of Galati, Faculty of Automatics, Computers, Electrical and Electronical engineering,
Department of Applied Electronics, EA-2241 group, Galati, Romania

*Autorul corespondent: Vătăfu Radu-Ionel, rvatafu7@gmail.com

Abstract. The concept of an autonomous car [1] represents a vehicle which can perceive its environment and can move on a particular route with or without the help of the driver. For a car to be considered autonomous it needs to have a variety of technologies such as radar, LiDAR, GPS, network infrastructure and sensors such as proximity, ultrasonic and ultrasound sensors. The main goal of an autonomous car is to ensure the safety of all the traffic participants including pedestrians.

Keywords: autonomous car, radar, Arduino Mega 2560, microcontroller board.

Introduction

The first autonomous cars appeared in 1984 through the project named Navlab [2] formed by the collaboration of University „Carnegie Mellon” and ALV [3]. In 1985, ALV succeeded in autonomously maintaining a speed of 31 km/h. A big breakthrough was in 1995 when Navlab drove 4585 km between Pittsburgh and San Diego with a percentage of 98% autonomously driving at an average speed of 102.3 km/h. Another breakthrough was in 2017 when Audi declared that the A8 model which used the “Audi AI” [3] system could maintain a speed of 60 km/h without having the driver to perform any safety manoeuvre. In 2018 Waymo declared that their test vehicles autonomously drove 1.6 million km.

Vehicle Automation [4] can be divided into 6 levels:

Table 1
Levels of Vehicle Automation

The human monitors the driving environment			The automated system monitors the driving environment		
Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
Manual Control. All driving tasks are performed by the driver.	The vehicle features a single automated system for driver assistance (e.g., cruise control)	The vehicle can control both steering and accelerating/decelerating but the driver can take control at any time.	Environmental detection capabilities. The vehicle can perform most of the driving task, but driver control is still required.	Vehicles can operate in self-driving mode and can intervene if a danger is detected or if a system failure appears. The driver can still take control at any time	The vehicle performs all driving tasks under all conditions and there is attention or interaction needed from the driver.

In this article we will be using levels 4 and 5 to explain our approach to an autonomous vehicle.

Hardware Design and Implementation

The car uses an Arduino Mega 2560 microcontroller board as a logical unit which carries out different tasks received through the Android app using a Bluetooth connection. The microcontroller sends commands to the DC motor for forward/backwards movement through the H bridge while for steering it sends commands to the servo motor. The units responsible for environmental detection are the HC-SR04 ultrasound sensors which will determine the distance to various objects. Using the data received by the ultrasound sensors we will be implementing various algorithms by which the car will be able to perform automatic framing manoeuvres, emergency stop, determining a viable parking place and automated parking.

The Fig. 1 exemplifies the implementation of the hardware components while Fig. 2 exemplifies the wiring diagram.

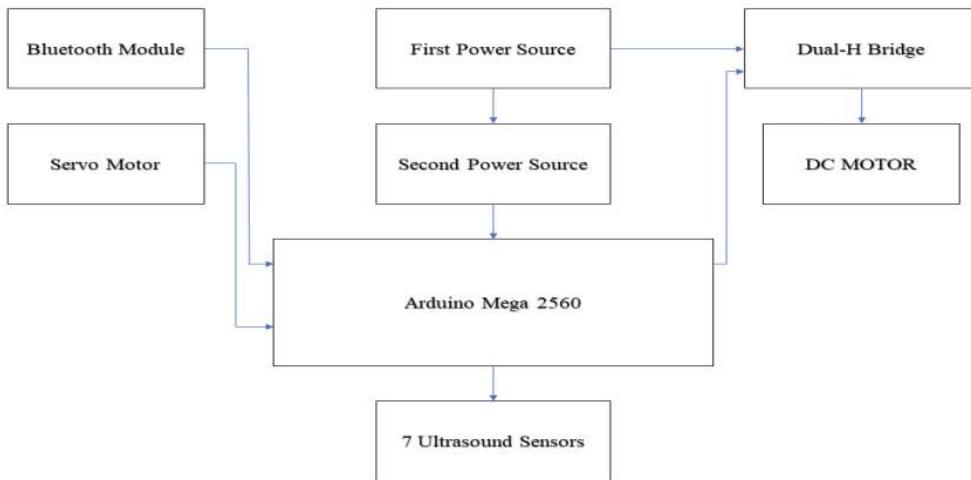


Figure 1. Hardware Implementation block scheme

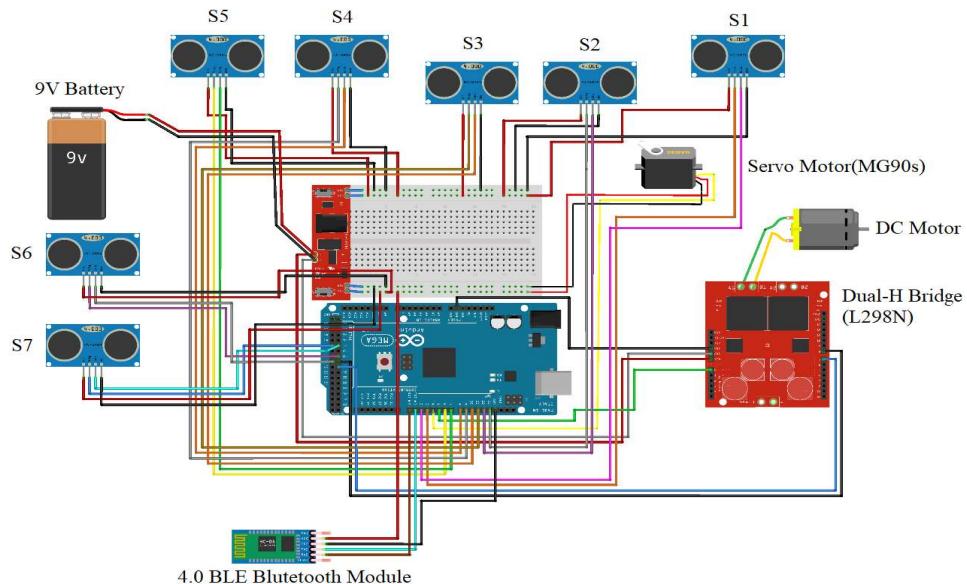


Figure 2. Wiring Diagram

The main reason we chose the Arduino Mega 2560 as the microcontroller board was for its multitude of digital pins used for connecting all 7 HC-SR04 ultrasound sensors. Although this microcontroller board also has its drawbacks, one of them being that this board cannot generate a high enough electrical current intensity on its output pins which made it necessary for us to use a Dual-H Bridge to achieve a high enough electrical current intensity to power the DC Motor. For the Dual-H Bridge we chose the L298N module.

For the servo motor we chose the MG90S module due to its small dimensions and its capability to rotate 180°. In order for the car to be able to turn left and right the servo motor was mounted on the neutral position at an angle of 90°.

The final product can be observed in Fig. 3.



Figure 3. Practical implementation of the car

Software Design and Implementation

The main used technologies are:

- Arduino IDE, which is used to write and compile the Arduino program.
- MIT AppInventor which is used for the Android app interface.

By declaring a detection threshold for each ultrasonic sensor, we implemented a series of algorithms which the car uses to detect possible obstacles and perform tasks such as maintaining travel direction by using a lateral wall as a point of reference, detecting if there is an available parking place or performing manoeuvres such as parallel parking.

Using MIT AppInventor we developed an android application with which we can control the car. The application has 3 menus:

- Autonomous mode
- Search for parking spot
- Parallel Parking

Conclusions

Implementing this project proved to be a very difficult task even at the theoretical stage, there are many variables needed to be considered for even a simple scenario such as parallel parking, but with all the technical difficulties we managed to implement a simple solution for an autonomous car. However, implementing this kind of project in a real world environment and making the transition to Level 4 Vehicle automation will prove a difficult task but not an impossible one, there are a plethora of car companies that are working on implementing auto vehicles capable of Level 4 Vehicle automation, but their biggest obstacle are the legislations and laws regarding the safety of all traffic participants. Nevertheless, I think this topic is relevant for the future of car manufacturing and useful for the future of the automotive industry.

References

1. What is an Autonomous Car? [accessed 25.02.2022]. Available: <https://www.synopsys.com/automotive/what-is-autonomous-car.html>
2. Navlab: The Carnegie Mellon University Navigation Laboratory [accessed 25.02.2022]. Available: <https://www.cs.cmu.edu/afs/cs/project/alv/www/>
3. First Results in Robot Road-Following [accessed 25.02.2022]. Available: <https://web.archive.org/web/20140806093746/http://ijcai.org/Past%20Proceedings/IJCAI-85-VOL2/PDF/086.pdf>
4. The new Audi A8 – conditional automated at level 3 [accessed 25.02.2022]. Available: <https://www.audi-mediacenter.com/en/on-autopilot-into-the-future-the-audi-vision-of-autonomous-driving-9305/the-new-audi-a8-conditional-automated-at-level-3-9307>
5. The 6 Levels of Vehicle Autonomy Explained [accessed 25.02.2022]. Available: <https://www.synopsys.com/automotive/autonomous-driving-levels.html>

SISTEM COMPLEX PENTRU DETECTAREA INCENDIILOR

Marian BEJENAR

Departamentul de electrotehnica, grupa 3521, Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor,
Universitatea "Ştefan cel Mare", Suceava, România

Marian Bejenar, bejenar.marian@gmail.com

Rezumat. Lucrarea se referă la o aplicatie care implica utilizarea limbajului C++ in programarea microcontrolerului ATmega328P, in forma unui sistem de monitorizare complex bazat pe Arduino, care, cu senzori dedicati si cu ajutorul canalelor de comunicatie sonore, vizuale si digitale, semnaleaza prezenta incendiilor. Functionarea ansamblului si a capacitatilor de transmitere si comunicare a datelor au fost studiate cu ajutorul mediului de programare vizuala pentru achiziții de date LabView.

Cuvinte cheie: senzor, foc, gaze, hazard, monitorizare, alarma.

Introducere

Un sistem de detectare a incendiilor este compus din mai multe dispozitive care lucrează împreună cu scopul de a preveni apariția incendiilor, iar în cazul în care se produce un incendiu, să alerteze oamenii de pericolele posibile cu ajutorul unor semnale acustice, optice sau alt fel de semnale, iar astfel oferă oamenilor posibilitatea de a interveni într-un timp cât mai scurt [1-2].

Atât societatea cat si industria au trecut prin numeroase etape, in ultimele secole evoluând accelerat. In prezent industria este formata preponderent din sisteme informatiche în care un mecanism este controlat sau monitorizat de algoritmi computerizați.

Dacă în societatea primitivă, în scopul detectării incendiilor era necesară identificarea fizica a acestuia la fața locului prin prezenta oamenilor, în cazul societății de astăzi, prevenirea incendiilor începe prin respectarea normelor si normativelor de proiectare a spațiilor și instalațiilor electrice, pentru care se recomanda instalarea sistemelor de semnalizare [3-4]. Tot mai des, aceste sisteme sunt digitale și au capacitați extinse si complexe, cum ar fi semnalizarea acustica, vizuala, digitala, au algoritmi de analiza si predicție, capacitate de calcul al riscului de incendiu și posibilități de conectare la internet sau platforme interconectate. Toate acestea elimina necesitatea existentei unui martor uman prezent fizic in mijlocul unui eveniment, fără a mai fi și el supus tot dată riscurilor din timpul manifestării acestuia [5].

Aspecte teoretice

Începutul unei flăcări este însoțit de fum, de scăderea umidității, de creșterea temperaturii ambientale, de emisia radiațiilor luminoase vizibile dar și infraroșii caracterizate de un spectru cu vârfuri specifice dar și de o anumita pulsăție a acestora. Izbucrenirea unui incendiu poate fi lenta sau foarte rapidă, in funcție de locul și condițiile in care se formează. Factorii favorizați cum ar fi: umiditatea scăzuta, temperatura ridicata, prezenta unor gaze inflamabile, pot emite un semnal de alarmă asupra existentei riscurilor de combustie spontana [6]. Efectele cele mai nefaste ale incendiilor sunt distrugerile materie și pierderile de vieți omenești, de aceea este important sa monitorizam acești factori de risc.

In sensul prevenirii, detecției si semnalării incendiilor, se cunosc mai multe sisteme și metode, cum ar fi detectoarele de căldură (care sunt si cele mai utilizate), detectoarele optice (bazate pe măsurarea Idicelului de refracție a mediului), detectoarele de flacără (care reacționează la radiația electromagnetică care este emisă de flăcări) și detectoare de gaze, care pot indica prezenta unor gaze inflamabile, cum ar fi gazul metan.

Conținutul proiectului

Standul experimental este format dintr-un microcontroler Arduino la care sunt conectate 2 LED-uri numerotate cu 6 si 7 din Fig. 1, un circuit adaptor pe care sunt amplasați mai mulți senzori numerotați de la 1 la 5 Fig. 1 și un piezo buzzer vizibil in Fig. 3. Acesta transmite unui computer starea alarmei si valorile tuturor senzorilor, care mai apoi sunt prelucrate cu ajutorul unui instrument virtual realizat in mediul de programare vizuala LabView, după ce sunt primite printr-un canal de comunicație serial.

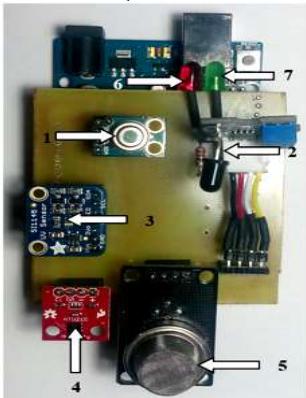


Figura 1. Elemente

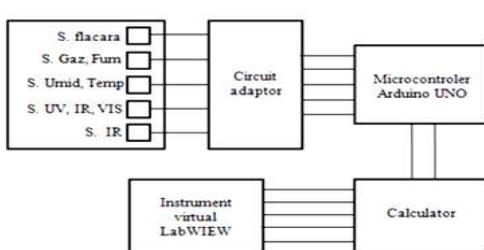


Figura 2. Schema bloc a sistemului

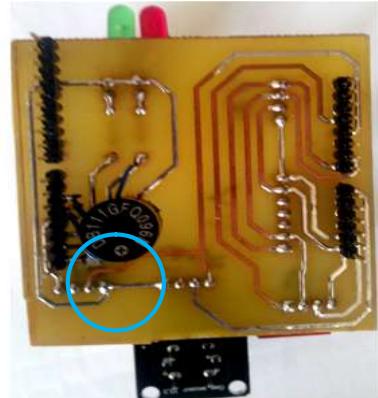


Figura 3. Piezo buzzer

Carcasa din textolit are o crestătură în formă de „U” Fig. 4 care permite o ușoară glisare a plăcuței în carcăsa Fig. 5 astfel încât în interiorul ei să fie plasați doar circuitul adaptor cu cei cinci senzori, iar plăcuța Arduino să rămână în exteriorul acesteia, protejată de fum, temperatură sau de alți factori externi care ar putea să o deterioreze.



Figura 4. Crestătură

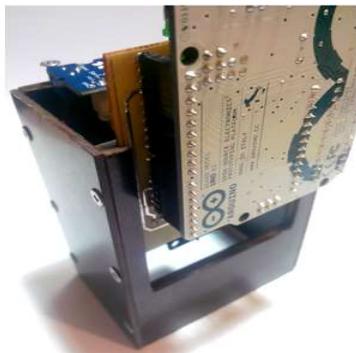


Figura 5. Culisare



Figura 6. Capac

Elementele sensibile conectate pe circuitul adaptor, in ordinea in care sunt notate si in Fig. 1 au următoarele funcții: Senzorul MLX90614 este un termometru infraroșu [7], Senzorul Grove detectează flăcările, si anume radiațiile electromagnetice ale acestora [8], Senzorul SI1145 citește valorile radiațiilor UV, IR și Spectrul Vizibil [9], Senzorul HTU21D măsoară umiditatea si temperatura [10], Iar Senzorul MQ-2 detectează fumul si gazele inflamabile [11].

(1)

(2)

(3)

(4)

(5)



MLX90614



Grove



SI1145



HTU21D



MQ-2

Figura 7. Elemente sensibile

Programul urmează o serie de pași reprezentați în Fig. 8: își initializează variabila $x = 0$ (care reprezintă numărul de alarme active), își initializează comunicarea serială, senzorul UV, senzorul de umiditate și temperatură, senzorul IR. După, citește valori de la senzorii: senzorul UV, senzorul de umiditate, senzorul IR, senzorul de gaze inflamabile și la senzorul de flacără.

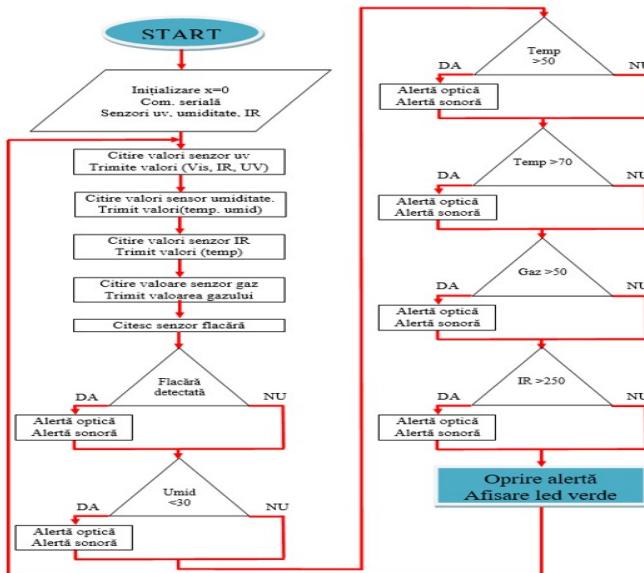


Figura 8. Diagrama logică a programului

După acest pas, programul verifică o serie de condiții: dacă se detectează flacără, dacă umiditatea este sub nivelul de 30%, dacă senzorul de temperatură înregistrează o valoare mai mare de 50°C , dacă termometrul IR înregistrează o valoare mai mare de 70°C , dacă valoarea înregistrată a gazelor depășește 50, dacă valoarea înregistrată a radiațiilor IR depășește 250. În cazul în care cel puțin o condiție de mai sus este îndeplinită, se declanșează alerta optică și sonoră. Ne putem da seama de seriozitatea alarmei în funcție de sunetul produs de piezo buzzer deoarece, în funcție de câte alarme sunt active în același timp, alerta sonoră este diferită.

Datele primite de la senzori sunt trimise în mediul LabView, în timp real, prin interfațarea acestuia cu Arduino. Acesta este panoul frontal de afișare a datelor:

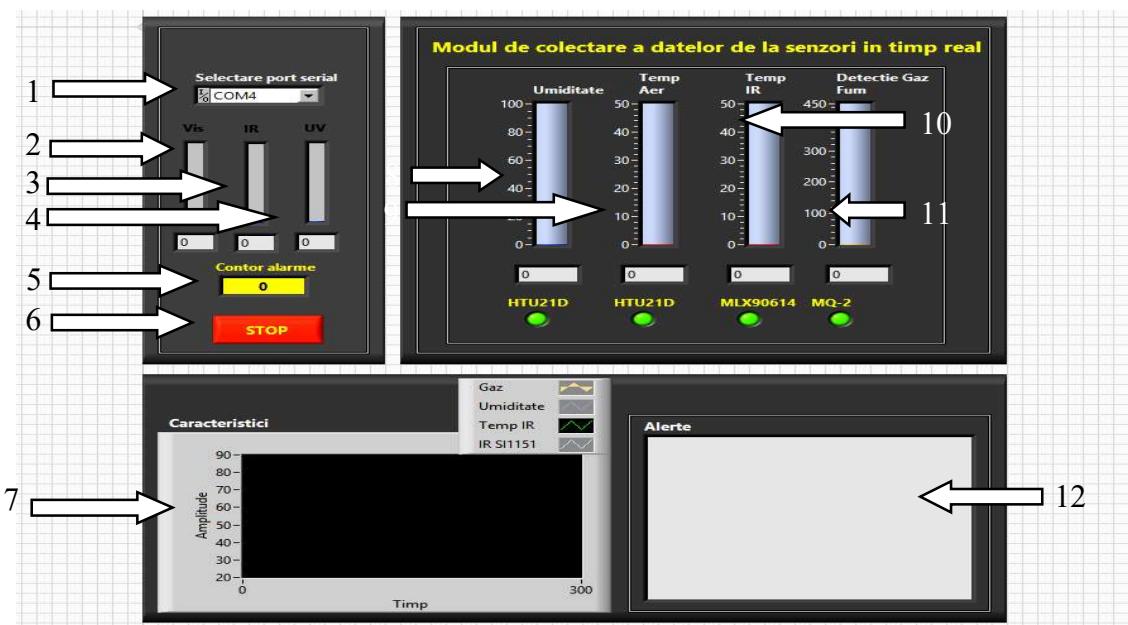


Figura 9. Panoul frontal de afișare a datelor

- | | |
|--|---|
| 1- Buton de selectare a portului serial; | 8- Valoarea umidății; |
| 2- Valoarea radiației în Spectrul Vizibil; | 9- Valoarea temperaturii aerului; |
| 3- Valoarea radiației IR; | 10- Valoarea temperaturii IR; |
| 4- Valoarea radiației UV; | 11- Valoarea gazelor din aer; |
| 5- Contor al numărului de alarme active; | 12- Ecranul pe care se afișează alertele active (text). |
| 6- Buton de stop; | |
| 7- Scara axei OY care este în funcție de ce grafic selectam; | |

În Fig. 10 este reprezentat programul din spatele funcționării panoului frontal. Programul urmează o serie de pași: se selectează portul serial, se citesc valorile primite de la Arduino, aceste valori sunt citite în permanență și sunt afișate în indicatoare, se verifică condițiile pentru fiecare senzor în parte, iar în funcție de ce senzor îndeplinește condițiile, se afișează pe ecran diverse alerte de tip text.

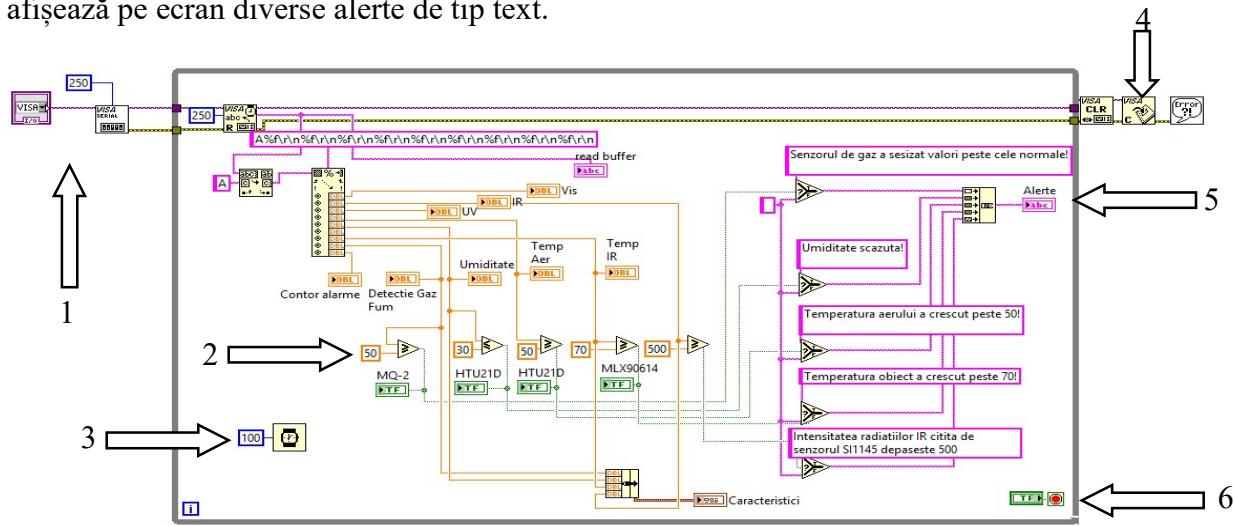


Figura 10. Programul din spatele funcționării panoului frontal

- | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1- Inițializarea comunicării seriale; | 4- Funcția de clean; |
| 2- Condiții pentru activarea alertei; | 5- Afisarea alertelor de tip text; |
| 3- Temporizatorul (setat la 100 ms); | 6- Buton de stop. |

Date experimentale

În Fig. 11 sunt afișate datele când o bricheta cu gaz a fost ținută la distanță de 5 cm, în Fig. 12 sunt afișate datele când un recipient cu lichid fierbinte a fost ținut la distanță de 10 cm, în Fig. 13 sunt afișate datele când o bricheta cu rezistență a fost ținută la distanță de 1 cm, iar în Fig. 14 sunt afișate datele când flacăra unei brichete a fost ținută la distanță de 1 cm. De asemenea se pot observa și creșterile mai mici ale graficului, obiectele respective fiind situate, mai întâi, la distante mai mari fata de montaj (în jur de 15-30 cm).

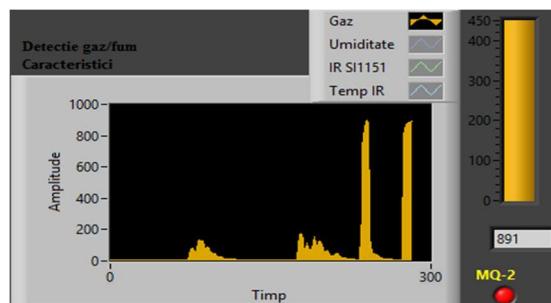


Figura 11. Rezultate senzor MQ-2

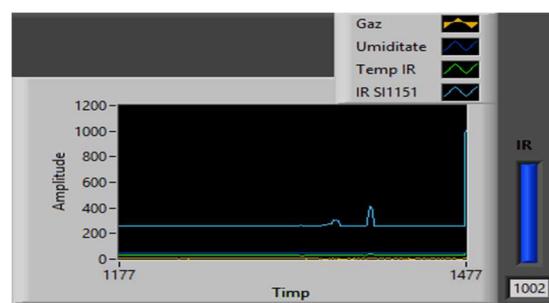


Figura 12. Rezultate senzor HTU21D

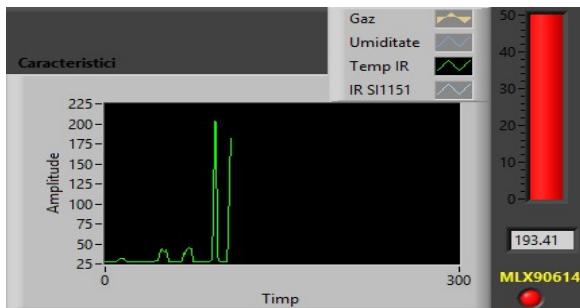


Figura 13. Rezultate senzor MLX90614

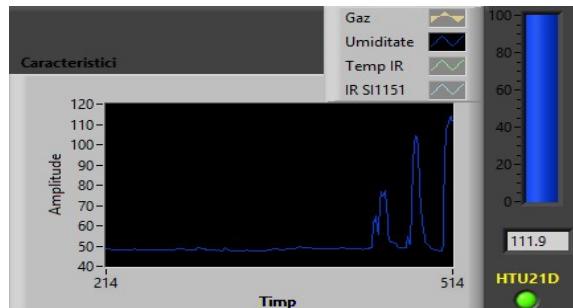


Figura 14. Rezultate senzor SI1145

Concluzii

Avantajele ar fi ca: Sistemul urmărește o multitudine de factori ce ar putea fi monitorizați pentru a depista un posibil incendiu, costul de realizare este convenabil, sistemul este ușor și mic ca volum și poate fi montat cu ușurință în diferite locuri.

Dezavantajele ar fi faptul că eroarea măsurătorilor crește odată cu distanța montajului față de pericole, un incendiu la distanță mare are sănse să nu fie detectat în timp util, acest sistem trebuie să fie alimentat permanent de la un Computer prin USB, iar momentan nu există o conectare cu un dispozitiv ce ar putea primi datele de la distanță.

Mulțumiri

Mulțumesc domnului prof. univ. dr. ing. Laurențiu-Dan Milici pentru îndrumările primite în realizarea acestei lucrări.

Referințe

1. T. ȘERBU, I. MATEA – *Instalații automate de semnalizare a incendiilor*, Ministerul Industriei Chimice și Petrochimice, București, 1989.
2. P. BĂLULESCU, V. CĂLINEȘCU – *Instalații automate de detectare și stingere a incendiilor*, Editura Tehnică, București, 1977.
3. P. BĂLULESCU, I. CRĂCIUN – *Agenda pompierului*, Editura Tehnică, București, 1993.
4. A. PAVEL – *Protecția antiexplozivă a instalațiilor tehnologice*, Editura Tehnică, București, 1993.
5. T. ȘERBU, I. FLUCUŞ – *Instalații speciale de protecție împotriva incendiilor*, vol. I și II, Academia de Poliție „Al. I. Cuza”, 1994.
6. C. CĂRLOGEANU – *Combustii rapide în gaze și pulberi*, Editura Tehnică, București, 1986.
7. Fișă cu date senzor MLX90614: <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/MLX90614.pdf>
8. Fișă cu date senzor Grove: https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Flame_Sensor/
9. Fișă cu date senzor SI1145: <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/SI1145-46-47.pdf>
10. Fișă cu date senzor HTU21D: https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/1899_HTU21D.pdf
11. Fișă cu date senzor MQ-2: https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Gas_Sensor-MQ2/

STUDIUL PRESIUNII ȘI DISTRIBUȚIEI FLUXULUI DE LICHID CALOPOTOR ÎN TERMOGENERATORUL CU MAGNEȚI PERMANENȚI

Octavian MANGOS

*Departamentul Inginerie Electrică, Facultatea Energetică și Inginerie Electrică,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova*

Octavian Mangos, octavian.mangos@ie.utm.md

Rezumat. Se prezintă rezultatele studiului variației presiunii lichidului caloportor în termogeneratorul cu magneți permanenți și curenti turbionari. S-a utilizat software SOLIDWORKS Flow Simulation pentru determinarea dependenței presiunii lichidului în conductă de admisie a termogeneratorului în funcție de debit și a variației acestuia de la 10 până la 3500 l/h. Rezultatele obținute vor servi pentru proiectarea noilor generatoare termice cu magneți permanenți pentru sistemele de preparare a apei calde menajere folosind energia eoliană.

Cuvinte cheie: termogenerator, lichid caloportor, presiunea lichidului funcție debit; simulare; SOLIDWORKS Flow Simulation

1. Introducere

Termogeneratorul cu magneți permanenți este un generator termic pentru conversia directă a energiei mecanice generată de un organ de lucru eolian, în energie termică prin intermediul curentilor turbionari [1].

Scopul de bază a studiului constă în elaborarea unei noi scheme constructive a generatorului termic cu magneți permanenți pentru producerea energiei termice prin conversia directă a energiei eoliene.

Pentru aceasta au fost elaborate diverse modele constructive ale termogeneratorului cu magneți permanenți pentru studiul fluxului de lichid caloportor prin cămașile termogeneratorului și, în consecință, determinarea unui model constructiv mai eficient din punct de vedere termic și hidraulic. Astfel, s-au realizat simulări utilizând software SOLIDWORKS Flow Simulation pentru determinarea variației presiunii lichidului în conductă de admisie în funcție de debit, ceea ce reprezintă pierderile locale de sarcină hidraulică provocate de aşa numitele rezistențe hidraulice, cum ar fi variațiile locale de formă și de dimensiuni ale conductei și canalului în care are loc curgerea. Trecerea lichidului prin aceste modificări de formă, determină apariția unor variații de viteză, variații de impuls, formarea locală de vârtejuri etc. [2].

Studierea, dezvoltarea și implementarea acestor tehnologii ar contribui la îmbunătățirea situației în sectorul rural în ceea ce privește alimentarea cu apă caldă dar și ar conduce la atingerea obiectivelor Republicii Moldova privind valorificarea energiilor regenerabile [3].

2. Schema constructivă a generatorului termic

Generatorul termic eolian cu curenti turbionari, conform Fig. 1, conține paharele 1 și 2, care formează cămașa exterioară 12, respectiv interioară 13 a indusului generatorului termic prin care circulă lichidul caloportor. În spațiul format dintre cămașile 12 și 13, Fig. 2, este orientat concentric inductorul 3 al generatorului termic, fiind asigurate întreierile 10 și 11, cu o lungime de 1-2 mm. Inductorul 3 este executat din material neferomagnetic, iar în canelurile longitudinale, sunt montați magneți permanenti 4. Lichidul caloportor, Fig. 1, care formează un circuit închis în sistemul de conversie a energiei mecanice în energie termică, intră în cămașa exterioară 12 a generatorului termic prin conductă de admisie 5 și ieșe din cămașa interioară 13 prin conductă de refulare 6. În același timp, inductorul 3 este montat pe arborele 7, antrenat de motorul 14 și care se rotește liber în rulmenții 8 și 9 fixați în corpul generatorului 15 [1].

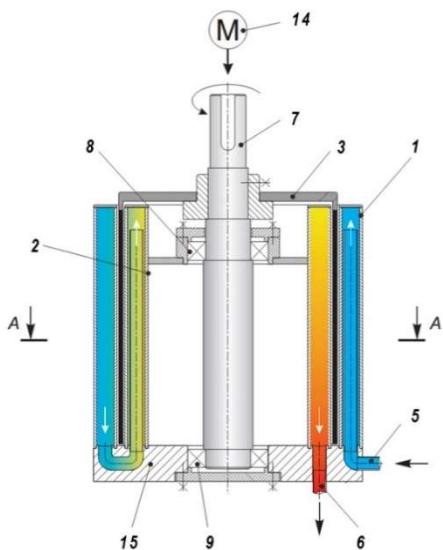


Figura 1. Vederea de ansamblu a generatorului termic în secțiune longitudinală

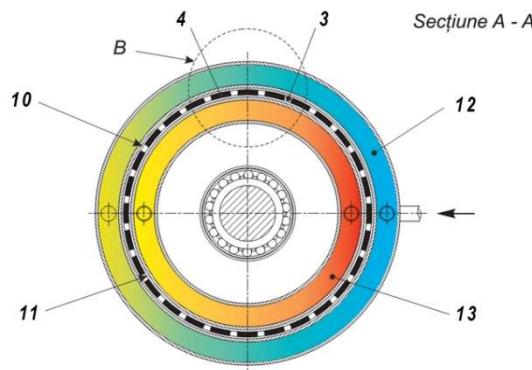


Figura 2. Vederea generatorului termic în secțiune transversală (secțiunea A-A)

Generatorul termic eolian cu curenți turbionari funcționează în felul următor. Motorul 14, care poate fi un organ de lucru eolian, antrenează arborele 7 al generatorului termic pe care este montat inductorul 3. La rotirea inductorului 3 cu magnetii permanenți 4, câmpul magnetic intersectează pereții din material feromagnetic masiv al indusului. Astfel, în paharele 1 și 2 ale cămășilor indusului 12 și 13, Fig. 1 se induc curenți turbionari, are loc încălzirea materialului paharelor 1 și 2 cu care interacționează lichidul caloportor. Așa cum lichidul caloportor, care circulă permanent într-un sistem închis, este admis în cămașa 12 prin conducta de admisie 5, acesta preia o parte din energia termică generată și o transportă consumatorului prin conducta de refuzare 6 la ieșirea din cămașă 13 [1].

3. Simularea circulației fluxului de lichid caloportor

În contextul studiului propus, s-au elaborat trei modele constructive ale termogeneratorului, descrise în [4], utilizând software SOLIDWORKS pentru analiza circulației fluxului de lichid caloportor. Modelele au aceleași principii constructive și de funcționare descrise mai sus, diferența constă în modul de admisie și circulație a lichidului caloportor prin cămășile termogeneratorului. Software SOLIDWORKS Flow Simulation permite simularea fluxului de lichide sau gaze cu utilizarea modelelor fizice tipice de lichide sau gaze pentru realizarea calculelor termice complexe și crearea modelelor hidrodinamice sau gazodinamice și termice ale dispozitivelor tehnice [4].

Simularea fluxului de lichid caloportor prin cămășile termogeneratorului realizată în SOLIDWORKS Flow Simulation are scopul de a analiza fluxul lichidului prin termogenerator și determinarea variației presiunii lichidului caloportor în conductă de admisie în funcție de debit $P_1(Q)$ pentru fiecare model constructiv.

Datorită frecările cu pereții solizi și frecările interioare, o parte din energie cinetică a lichidului se transformă ireversibil în căldură, devenind o energie care poartă numele de pierdere hidraulică sau pierderi de sarcină. Respectiv, energia cinetică specifică totală a lichidului scade. Pierderile de sarcină, depind de forma, de rugozitatea peretelui conductei, de viteza de curgere și de vâscozitatea lichidului care curge [2].

Determinarea presiunii necesare în conductă de admisie pentru modelele constructive elaborate, va determina caracteristicile necesare a pompei pentru menținerea unui debit constant al lichidului prin cămășile termogeneratorului.

Analiza circulației fluxului de lichid, s-a realizat pentru următoarele condiții de intrare: temperatura lichidului în conductă de admisie $T_1=11^{\circ}\text{C}$, temperatura impusă a cămășilor $T_0=20^{\circ}\text{C}$ și variația debitului lichidului prin cămășile termogeneratorului de la 10 l/h până la 3500 l/h.

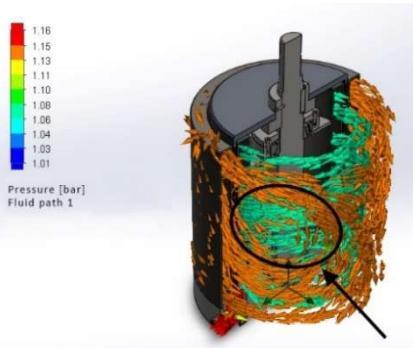


Figura 3. Fluxul de lichid prin termogeneratorul cu admisie directă și cămășile conectate în serie

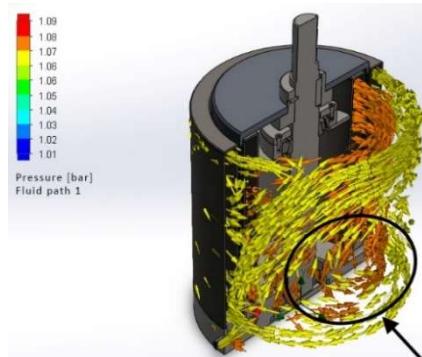


Figura 4. Fluxul de lichid prin termogeneratorul cu admisie directă și cămășile conectate în paralel

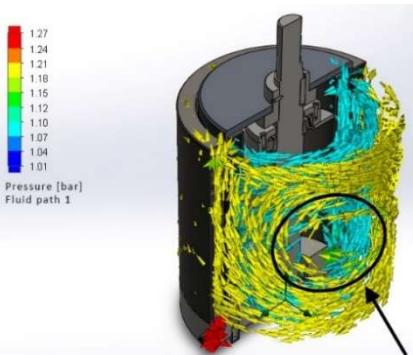


Figura 5. Fluxul de lichid prin termogeneratorul cu admisie directă prin țeavă internă cu cămășile conectate în serie

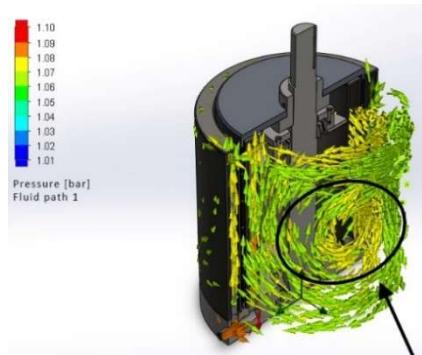


Figura 6. Fluxul de lichid prin termogeneratorul cu admisie directă prin țeavă internă cu cămășile conectate în paralel

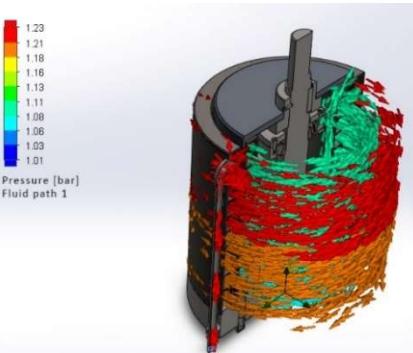


Figura 7. Fluxul de lichid prin termogeneratorul cu admisie direcționată și cămășile conectate în serie

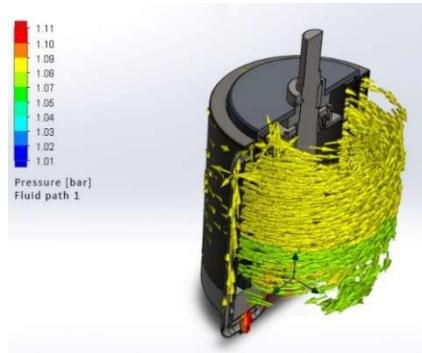


Figura 8. Fluxul de lichid prin termogeneratorul cu admisie direcționată și cămășile conectate în paralel

În Fig. 3-8 sunt prezentate imaginile fluxului de lichid caloportor prin termogenerator, la debitul de **1000 l/h** și presiunea lichidului în termogenerator, pentru fiecare model constructiv.

Conform rezultatelor simulării, pentru modelul constructiv cu admisie directă și modelul cu admisie directă prin țeavă internă, la conectarea cămășilor atât în serie cât și în paralel, se observă că în cămășile termogeneratorului se formează zone cu circulație redusă a lichidului caloportor, Fig. 3–8 (vezi zonele evidențiate). Privitor la analiza presiunii lichidului în cămași, se observă că la modelele constructive cu cămășile conectate în serie, presiunea lichidului în cămașa exterioară este mai mare decât în cea interioară și invers, pentru modelele constructive cu cămășile conectate în paralel, presiunea lichidului în cămașa exterioară este mai mică decât în cea interioară. În modelul constructiv cu admisie direcționată, la conectarea cămășilor în paralel, presiunea lichidului prin cămășile termogeneratorului este mai uniformă.

4. Rezultatele simulărilor circulației lichidului caloportor

În Tab.1 sunt prezentate rezultatele simulărilor privind circulația lichidului caloportor prin cămășile termogeneratorului, pentru temperatura impusă a cămășilor interne și externe egală cu $T_0=20\text{ }^{\circ}\text{C}$, temperatura lichidului în conductă de admisie – $T_1=11\text{ }^{\circ}\text{C}$ și variația debitului lichidului prin cămășile termogeneratorului de la **10 l/h până la 3500 l/h**.

Conform rezultatelor simulării, caracteristica variației presiunii pentru toate modelele constructive, la conectarea cămășilor atât în serie cât și în paralel, are aceeași formă a curbei, care poate caracteriza astfel: la creșterea debitului lichidului prin termogenerator, crește și presiunea în conductă de admisie, Fig. 9. Aceasta reprezintă pierderi de energie ale fluidului produse pe traseul de curgere și sunt datorate frecările vâscoase, efectelor de turbulentă precum și diverselor elemente hidraulice intercalate pe traseul de curgere, iar energia consumată pentru a învinge aceste rezistențe și pentru a menține un debit constant a lichidului, sunt compensate prin creșterea presiunii lichidului în conductă de admisie.

S-a constatat următoarele:

- 1) Conform rezultatelor simulării, se observă că în modelul constructiv cu admisie direcționată, la conectarea cămășilor în paralel, presiunea prin cămășile termogeneratorului se repartizează mai uniform în comparație cu celelalte modele, Fig. 9.
- 2) Pentru un debit constant al lichidului prin cămășile termogeneratorului, la modelul constructiv cu admisie directă cu cămășile conectate în paralel, sunt înregistrate cele mai mici valori ale presiunii în conductă de admisie, Tab.1.

Tabelul 1

Variația presiunii lichidului caloportor în conductă de admisie în funcție de debit $P_1(Q)$

Debit, l/h	Presiunea lichidului în conductă de admisie în funcție de debit, la $T_0=20\text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_1=11\text{ }^{\circ}\text{C}$					
	Presiunea P_1 , bar					
	Model cu cămășile conectate în serie		Model cu cămășile conectate în paralel			
cu admisie directă	cu admisie directă prin țeavă internă	cu admisie direcționată	cu admisie directă	cu admisie directă prin țeavă internă	cu admisie direcționată	
10	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
50	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
100	1,01	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01
500	1,05	1,07	1,07	1,03	1,03	1,04
1000	1,14	1,25	1,23	1,07	1,08	1,10
1500	1,31	1,53	1,49	1,14	1,17	1,21
2000	1,54	1,93	1,85	1,25	1,29	1,36
2500	1,84	2,41	2,31	1,38	1,44	1,54
3000	2,20	3,03	2,86	1,53	1,63	1,77
3500	2,63	3,75	3,51	1,72	1,84	2,04

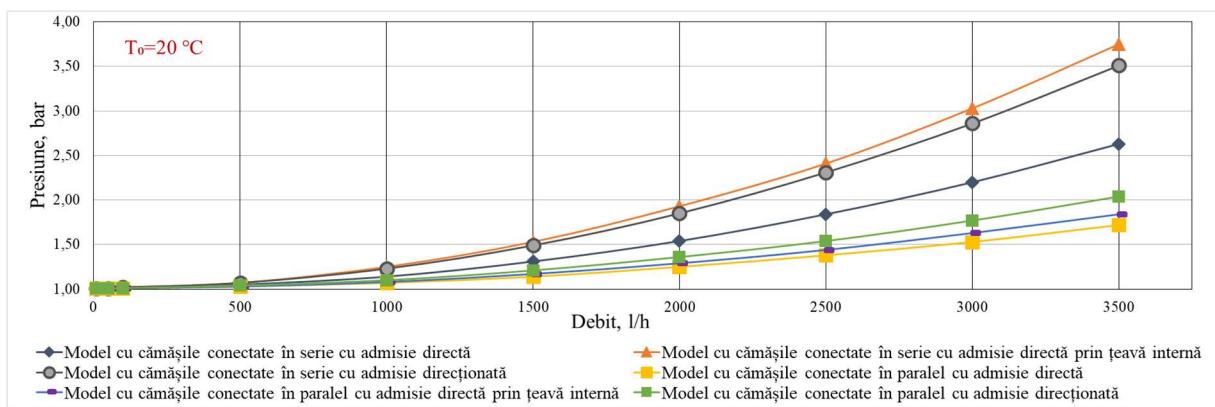


Figura 9. Variația presiunii lichidului caloportor în conductă de admisie a termogeneratorului în funcție de debit $P_1(Q)$

Concluzii

S-au realizat simulări pentru determinarea variației presiunii lichidului în conductă de admisie în funcție de debit $P_1(Q)$ la variația acestuia prin cămășile termogeneratorului de la **10 l/h până la 3500 l/h**.

În baza analizei rezultatelor simulărilor s-a constatat că la modelul constructiv al termogeneratorului cu admisie direcționată și cămășile conectate în serie/paralel fluxul de lichid caloportor prin cămășile termogeneratorului este mai uniform, ceea ce determină că suprafața activă de lucru în termogenerator este optimală.

În același timp se observă că pentru modelele constructive cu cămășile conectate în serie, presiunea lichidului în cămașa exterioară este mai mare decât în cea interioară și invers, pentru modelele constructive cu cămășile conectate în paralel, presiunea lichidului în cămașa exterioară este mai mică decât în cea interioară, Fig. 3–8. Aceasta se explică prin faptul că în circulația lichidului apar pierderi de energie specifică din cauza schimbării bruște a secțiunii și direcției de circulație a lichidului în cotul dintre cămăși, ceea ce creează rezistență hidraulică locală.

De menționat că în modelul constructiv cu admisie direcționată, la conectarea cămășilor în paralel, presiunea lichidului este mai uniformă prin cămășile termogeneratorului.

Mulțumiri

Lucrarea a fost elaborată în cadrul programului de stat 20.80009.7007.10. „Studiul potențialului energetic eolian și solar al Republicii Moldova și elaborarea sistemelor de conversie pentru consumatori dispersați”.

Referințe

1. Cerere de brevet nr. 6706 din 26.08.20: *Generator termic eolian cu curenți turbionari*. Autori: MANGOS Octavian, CIUPERCĂ Rodion, SOBOR Ion.
2. TÂRULESCU R., CRĂCIUN M., *Elemente de mecanica fluidelor și unele aplicații practice*. Editura Universității Transilvania din Brașov, [online], 2009, [accesat 14.02.2022]. ISBN: 978-973-598-665-0 Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/275582338_Elemente_de_mecanica_fluidelor_si_unele_aplicatii_practice.
3. MANGOS O., „*Evaluarea consumului de energie în gospodării pentru încălzirea apei calde menajere*”. Conferința tehnică - științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor, 23 – 25 martie 2021/ Universitatea Tehnică a Moldovei - Chișinău: Tehnica-UTM, 2021 – ISBN 978-9975-45-700-2, Vol. I, pp.146-149, <https://utm.md/wp-content/uploads/2021/06/Culegere-Vol-I-Conf-tinerilor-UTM-2021.pdf>.
4. MANGOS O.. „*Study of the Circulation of Heat Transfer Fluid in the Permanent Magnets Thermogenerator*”. Proceedings of the 13-th International Conference on Electromechanical and Energy Systems SIELMEN-2021. 7-8 October 2021 Iași-Chișinău, ISBN 978-1-6654-0078-7, pp. 538-542.
5. SOBOR I., RACHIER V., CHICIUC A., CIUPERCĂ R., „*Small wind energy system with permanent magnet eddy current heater*”, Bulletin of the polytechnic institute of Iasi, Tome LIX (LXIII), Fasc. 4 2013, http://www.bulipi-eee.tuiasi.ro/archive/2013/fasc.4/p12_f4_2013.pdf.
6. SOBOR I., CHICIUC A., CIUPERCĂ R., RACHIER V., „*Conversion of the wind energy into heat*”, Proceedings of the 9 th International Conference on Electromechanical and Power Systems SIELMEN 2013, October 2013, Chisinau, ISBN 978-606-13-1560-4.

PERSPECTIVA UTILIZĂRII SURSELOR DE ENERGIE REGENERABILĂ ÎN SECTORUL REZIDENTIAL

Sorin ȚURCAN

Departamentul Inginerie Electrică, grupa ISEM-211, Facultatea Energetică și Inginerie Electrică,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

Sorin Turcan, sorin.turcan@ie.utm.md

Rezumat. Republica Moldova în prezent se confruntă cu numeroase provocări în domeniul energetic, printre care este dependența de importurile de energie electrică. În lucrare se prezintă o analiză a producerii de energie electrică din surse regenerabile de energie (SRE) în sectorul rezidențial, atât la nivel mondial cât și național. S-a studiat perspectiva utilizării surselor de energie regenerabilă în sectorul rezidențial prin aplicarea mecanismului de contorizare netă a energiei electrice din surse regenerabile. O importanță majoră reprezintă implementarea proiectelor care vor conduce la diminuarea impactului sectorului energetic asupra mediului ambiant, privind reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră.

Cuvinte cheie: producția de energie electrică, contorizare netă, consum de energie electrică, utilizarea SRE, sectorul rezidențial

Introducere

În timp ce problema producerii energiei electrice rămâne subiectul actual în Republica Moldova, integrarea surselor regenerabile de energie în sistemul electroenergetic național are o importanță majoră. Beneficiile sunt evidente – energie verde și independentă.

Acest studiu își propune analiza consumatorilor eligibili cu contorizare netă, privitor la perspectiva utilizării surselor de energie regenerabilă în sectorul rezidențial și obiectivelor de implementare a acestora. Aceasta presupune producerea energiei electrice din surse regenerabile pentru propriul consum sau care poate fi livrată în rețea.

Principalele tipuri de surse regenerabile de energie utilizate pentru producerea energiei electrice sunt energia eoliană, energia solară și nu în ultimul rând energia apelor curgătoare. O perspectivă de realizare o au energia eoliană și cea a soarelui. Conform datelor Agenției Naționale de Reglementare în Energetică (ANRE) ponderea cea mai mare o deține energia electrică generată de potențialul eolian (61,6%), urmată de energia electrică produsă din biogaz (34,2%), și cea solară (4%) iar cea mai mică pondere o dețin instalațiile hidroenergetice (<1%) [1].

Prin urmare, este nevoie de a utiliza cât mai intens sursele de energie regenerabilă, în contextul în care politica energetică națională este orientată spre îmbunătățirea securității energetice, reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și dezvoltarea durabilă a economiei.

1. Utilizarea surselor de energie regenerabilă în sectorul rezidențial, la nivel mondial

Potrivit studiilor, sursele de energie regenerabilă în sectorul rezidențial variază de obicei între 5 și 500 kW. Cel mai des în sectorul rezidențial sunt instalațiile de panouri fotovoltaice.

În conformitate cu acești factori, orașele avansează în domeniul SRE ca mijloc de furnizare a serviciilor urbane, cum ar fi energia electrică, energia termică, transport etc.

În Fig. 1 este prezentat numărul de localități ce utilizează energie din surse regenerabile, în anul 2017. Aceasta arată ponderea surselor regenerabile din consumul de energie electrică din 340 de localități. Potrivit datelor, s-a constatat că cel puțin 100 de localități din întreaga lume utilizează mai mult de 70% din consumul de energie electrică din SRE.

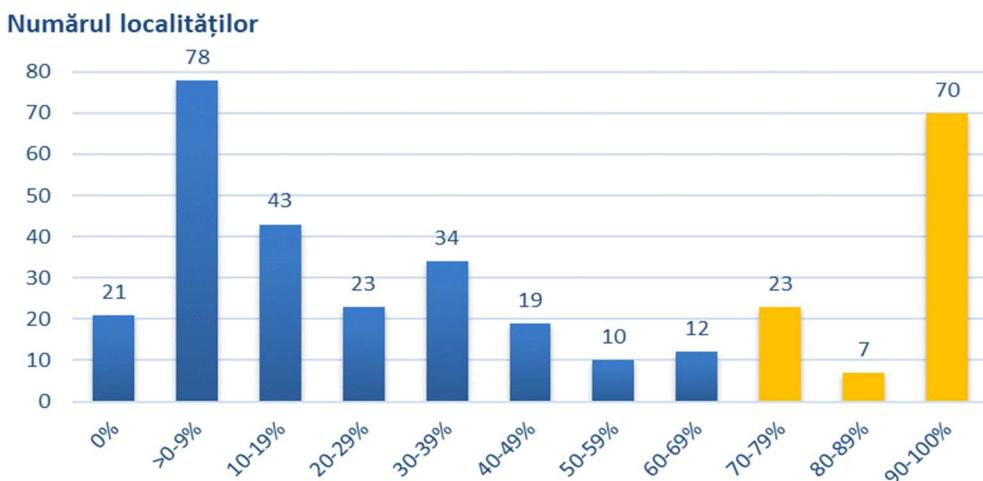


Figura 1. Ponderea localităților ce utilizează energie din surse regenerabile, 2017 [2]

2. Necesarul final de energie electrică al Republicii Moldova

Starea actuală privind consumul de energie electrică în Republica Moldova, în care circa peste 80% din energia electrică consumată, este importată de la un singur furnizor, creează riscuri pentru securitatea energetică a țării. În anul 2020, necesarul final de energie electrică a constituit 326 mii tone echivalent petrol (Mtep) $\approx 3\ 791,4\text{ GWh}$ [3]. Acesta fiind repartizat în mai multe sectoare, unde cota pentru comerț și servicii publice constituie 33%, iar cea mai impunătoare este sectorul rezidențial cu 46% Fig. 2.

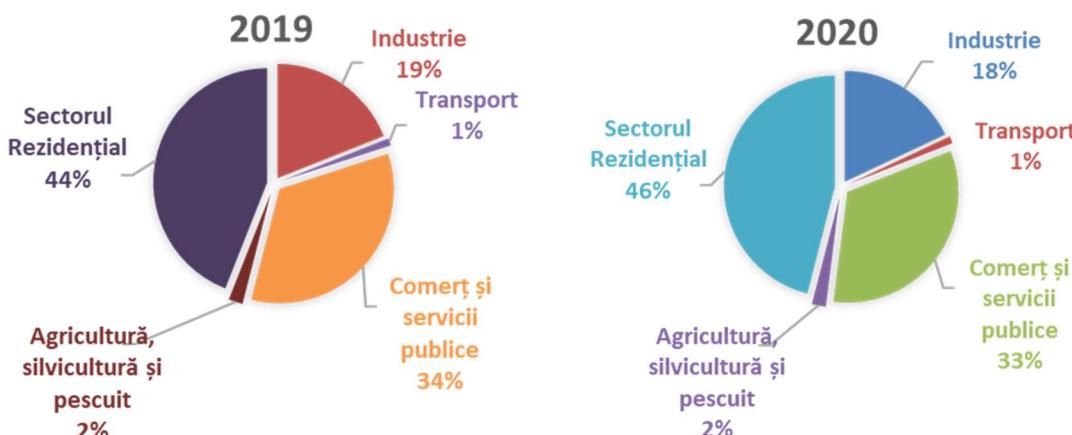


Figura 2. Repartizarea necesarului final de energie electrică în Republica Moldova, anul 2019-2020

În comparație cu anul 2019, se observă că necesarul de energie electrică în sectorul rezidențial este în creștere, respectiv consumul în rândul consumatorilor casnici fiind în creștere. Astfel, dezvoltarea economiei țării depinde de importurile de resurse energetice, iar în ultimul timp creșterea prețului la acestea este foarte agravată.

Aspectul dat nu doar că este o povară economică mare, însă afectează și securitatea energetică a țării, ceea ce prezintă riscuri aferente întreruperii aprovisionării cu combustibil. Producția internă de energie electrică acoperă mai puțin de 20% din cerere, acesta în mare parte se bazează pe stațiile de cogenerare alimentate cu gaze naturale și capacitatele instalate de surse regenerabile [4].

Cantitatea de energie electrică produsă din surse regenerabile de energie (SRE) în Republica Moldova

Conform datelor ANRE, în anul 2020 cantitatea de energie electrică produsă din SRE și livrată a constituit 81,35 GWh, Tab 1., aceasta reprezintă 2,14 % din totalul de energie electrică produsă. Comparativ cu anul 2019 aceasta a înregistrat o creștere de 20,64 %.

Tabelul 1.

Producerea energiei electrice din SRE în perioada 2016-2020 [1]

Surse regenerabile	Cantitatea de energie electrică produsă și livrată, mii kWh				
	2016	2017	2018	2019	2020
Energie solară (fotovoltaică)	1 311	1 509	1 457	1 437	3 275
Biogaz (produs din biomasă)	14 030	21 576	27 961	28 748	27 793
Energie eoliană	2 476	7 066	21 968	36 915	50 138
Energie hidroelectrică	-	38	279	330	147
Total	17 818	30 189	51 665	67 430	81 353

În condițiile Republicii Moldova pentru producerea energiei electrice, un interes mai mare îl reprezintă energia solară și energia eoliană, iar conform datelor statistice ponderea cea mai mare o deține energia produsă utilizând potențialul eolian, cota de 61,6 %. Aceasta fiind o soluție de producere internă a energiei electrice din SRE, în contextul în care Republica Moldova are un potențial semnificativ pentru instalarea turbinelor eoliene.

3. Cadrul legal privind contorizarea netă a energiei electrice din surse regenerabile

În conformitate cu legea RM Nr. 10 din 26-02-2016 privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile, sunt stabilite cerințele și obligațiile consumatorilor finali care dețin centrale electrice, privitor la contorizarea netă a energiei electrice produsă din surse regenerabile.

Conform prevederilor, consumatorul final, deținător al unei centrale electrice, producător de energie electrică din surse regenerabile pentru uz propriu, care a încheiat cu furnizorul un contract de furnizare a energiei electrice cu preț reglementat, are dreptul să livreze în rețeaua electrică surplusul de energie electrică produsă, iar furnizorul respectiv este obligat să încheie, la solicitarea consumatorului final respectiv, un contract pentru aplicarea mecanismului de contorizare netă [6].

Consumatorul final, trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- energia electrică trebuie să fie produsă doar din surse regenerabile de energie;
- centrala electrică trebuie să fie de o putere instalată până la 200 kW, și nu mai mare decât puterea contractată cu furnizorul respectiv.

Calculul de energie electrică pentru aplicarea contorizării nete se efectuează după cum urmează: dacă la sfârșitul lunii curente, cantitatea de energie electrică consumată de consumatorul final, depășește cantitatea de energie electrică livrată în rețeaua electrică, consumatorul final va achita furnizorului doar diferența dintre cantitatea de energie consumată și cea livrată la prețul reglementat; în cazul în care, la sfârșitul lunii, cantitatea de energie electrică pe care consumatorul final a consumat-o de la furnizor este mai mică decât cantitatea de energie electrică livrată în rețeaua electrică, furnizorul de energie electrică va face soldul energiei livrate în rețeaua electrică și al celei consumate din rețea, iar diferența de cantitate va fi inclusă în contul consumatorului final pentru a fi utilizată în lunile următoare.

În cazul în care, la sfârșitul anului, furnizorul stabilește că consumatorul final, a livrat în rețeaua electrică o cantitate de energie ce depășește cantitatea de energie electrică ce a fost consumată din rețea, furnizorul este obligat să determine și să achite consumatorului final contravaloarea energiei electrice neutilizate, la prețul mediu de procurare a energiei electrice pe piață de către furnizor [6].

4. Aplicarea mecanismului de contorizare netă în Republica Moldova

Numărul consumatorilor finali care au beneficiat de mecanismul contorizării nete în anul 2020, a ajuns până la 269. Conform datelor, Tab 2., cele mai multe instalații sunt înregistrate în centrul și sudul țării.

În același timp, pe parcursul anului 2020 puterea instalată a crescut de 3,3 ori, respectiv la sfârșitul anului s-au înregistrat capacitați de 4,9 MW; energia electrică livrată în sistemul electroenergetic de către consumatorii finali, deținători de instalații de energie regenerabilă, a fost de 1 448,3 MWh, o creștere de 3 ori mai mare în comparație cu anul 2019, Tab 2.

Tabelul 2.

Date cu privire la aplicarea mecanismului de contorizare netă, anul 2020 [1]

Furnizorul serviciului	Nr. de consumatori la finele anului		Puterea totală instalată la finele anului, kW		Fluxurile de energie electrică aferente mecanismului de contorizare netă în 2019, mii kWh			Fluxurile de energie electrică aferente mecanismului de contorizare netă în 2020, mii kWh		
	2019	2020	2019	2020	produs	Consumat	Achiziționat de furnizor	produs	Consumat	Achiziționat de furnizor
Î.C.S. „Premier Energy” SRL	118	229	1 254	4 081	422,2	277,8	144,4	1 169,0	784,5	384,5
S.A. „FEE Nord”	9	40	237	827	47,9	47,9	0,0	297,3	249,4	30,0
TOTAL	127	269	1 491	4 908	470,1	325,7	144,4	1 448,3	1 033,9	414,5

Contorizarea netă este o schemă de sprijin a statului pentru cei care doresc să producă energie electrică pentru propriul consum și să furnizeze excesul de energie în rețea, utilizând-o mai apoi la necesitate. Sistemul poate fi o instalație fotovoltaică rezidențială pentru o gospodărie, fie un sistem fotovoltaic, destinat pentru a reduce cheltuielile.

Concluzii:

1. S-a constatat că cel puțin 100 de localități din întreaga lume utilizează mai mult de 70% din consumul de energie electrică din surse regenerabile de energie.
2. În anul 2020, necesarul final de energie electrică a constituit 3 791,4 GWh.
3. În același timp, cota parte din necesarul final de energie electrică, pentru sectorul de comerț și servicii publice constituie 33%, iar cea mai mare este pentru sectorul rezidențial cu 46%.
4. În anul 2020 cantitatea de energie electrică produsă și livrată din SRE a constituit 81,35 GWh ceea ce reprezintă 2,14% din totalul de energie electrică produsă.
5. În anul 2020 consumatorii finali care au beneficiat de mecanismul de contorizare netă a ajuns până la 269.
6. Totodată energia electrică livrată în sistemul electroenergetic de către consumatorii finali, deținători de instalații de energie regenerabilă, a fost de 1 448,3 MWh, o creștere de 3 ori mai mare decât în anul 2019.
7. Conform legii RM Nr. 10 din 26-02-2016 privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile, deținătorul unei centrale electrice pentru consum propriu care are încheiat un contract cu furnizorul, trebuie să dispună de o putere instalată care nu depășește 200 kW.

Mulțumiri

Mult stimate conducător, domn Octavian MANGOS, asist. univ. Cooperarea cu Dumneavoastră a avut un rezultat semnificativ de a realiza acest studiu. Vă mulțumesc pentru coordonare și ajutorul acordat.

Referințe

1. Raport de activitate ANRE în anul 2020, 2022 [online]. [accesat 20.02.2022]. Disponibil:<https://www.anre.md/storage/upload/administration/reports/751/R%20A%20P%20O%20R%20T%20ANRE%202020%20Final.pdf>.
2. RENEWABLES 2019, GLOBAL STATUS REPORT, [online]. [accesat 23.02.2022]. Disponibil: <https://stg-wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/28496/REN2019.-pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
3. Balanța energetică pe oferta și consumul, Ani și tipuri de produse energetice, [online]. [accesat 19.02.2022]. Disponibil:https://statbank.statistica.md/PxWeb/pxweb/ro/40%20Statistica%20economica/40%20Statistica%20economica_15%20ENE_serii%20anuale/ENE020100_px/table/tableViewLayout1/?rxid=9a62a0d7-86c4-45da-b7e4-fecc26003802.
4. MOLDELECTRICA, Surse de energie, [online]. [accesat 22.02.2022]. Disponibil: https://www.moldelectrica.md/ro/electricity/energy_sources.
5. Evaluarea gradului de pregătire cu privire la valorificarea energiei regenerabile, [online], 2019, [accesat 20.02.2022]. Disponibil: https://www.irena.org/media/Files/IRENA-Agency/Publication/2019/Feb/IRENA_RRA_Moldova_2019_RO.pdf
6. Legea RM Nr. 10 din 26-02-2016 privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile: *Parlamentul Republicii Moldova* [online].[accesat 24.02.2022]. Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=105420&lang=ro.

SISTEME HIBRIDE ACTUALE DE PRODUCERE A ENERGIEI ELECTRICE ȘI TERMICE

**Teodor POP*, Radu-Dumitru PENTIUC, Laurențiu-Dan MILICI, Cezar-Dumitru POPA,
Constantin UNGUREANU**

*Electrotehnica, Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor,
Universitatea "Stefan cel Mare" Suceava, Suceava, România*

*Teodor POP, teodor.pop@usm.ro

Rezumat. Această lucrare prezintă stadiul actual al unor tipuri de centrale hibride de producere a energiei electrice și termice implementate pe plan mondial. În prima parte sunt analizate centralele hibride PV-CSP ce produc energie electrică și termică prin metoda solară concentrată și analiza principalelor modele de centrale, iar în cea de-a doua parte a lucrării sunt descrise centralele pentru producerea energiei termice prin combinația dintre energia solară cu energia biomasei. De asemenea, sunt analizate randamentele maxime obținute în condiții climatice optime ale CSP, funcție de tipul concentratoarelor solare, evoluția lor pe plan mondial, modele de sisteme hibride ce folosesc atât energia solară, cât și cea a biomasei, principiul de funcționare, aplicații comerciale, avantajele și dezavantajele lor, urmate de concluzii cu referire la tipurile de centrale hibride studiate.

Cuvinte cheie: *pv-csp, fotovoltaic, centrale, biomasă, energie, randament.*

Introducere

Problema cea mai importantă a zilelor noastre este încălzirea globală, problemă pe care majoritatea conducerilor din țările dezvoltate o pun ca fiind prioritară pe ordinea de zi. Această problemă se poate rezolva prin reducerea gazelor cu efect de seră (GES), utilizând surse cât mai prietenoase cu mediul înconjurător, reducând utilizarea combustibililor convenționali, exemplu fiind dat de sursele fotovoltaice, eoliene și sistemele hibride, centralele hibride de producere a energiei electrice și termice, ce folosesc resurse regenerabile. Monitorizarea acestor sisteme vine la pachet cu îmbunătățirea eficienței și a randamentului sistemului utilizat [1]. Ansamblul proceselor fotovoltaice au devenit importante, chiar principale în sectorul realizării de energie electrică la nivel mondial [10]. Energia curată, verde, este sursa viitorului, ea fiind o resursă autentică, nepoluantă, interminabilă. Metodele dezvoltării unor surse noi de energie verde este în creștere în ultimii ani, de aceea, achiziția unor astfel de surse a devenit mai ușor de accesat datorită prețului în continuă scădere. Montarea unor surse pentru o energie regenerabilă reprezintă modalitatea adecvată atât pentru zonele cu opriri, suspendări temporare de curent sau izolate, cât și pentru utilizatorii care vor să-și reducă cheltuielile cu energia electrică [1], [6].

Cea mai importantă dintre sursele regenerabile cu o influență majoră pe piață este energia soarelui, obținută și transformată în energie electrică și termică cu participarea ansamblurilor de elemente fotovoltaice și a celor din categoria hibridă. În același timp cu înnoirea și îmbunătățirea panourilor fotovoltaice au apărut și sisteme actuale de analiză de la distanță și supraveghere a calității și eficienței energiei, cu ajutorul unor planuri, cu scopul de a crește eficiența unui sistem instalat [7]. Unitățile fotovoltaice sunt izvoare de energie regenerabilă ce au un interval de viață a echipamentelor cuprinsă între 25-40 ani, au costuri minime de întreținere, recuperare rapidă, fiind cele mai curate sisteme prin care se poate obține energie electrică și termică [7].

Prețul modulelor fotovoltaice a scăzut procentual cu aproape 50%. Aceste schimbări aduc această tehnologie importantă de energie regenerabilă mai aproape de alternativele competitive la combustibili fosili (de exemplu cărbunele și gazul natural). Celulele solare fotovoltaice sunt una dintre tehnologiile energetice cu cea mai rapidă dezvoltare pe plan mondial, cu un raport mediu anual de dezvoltare de aproximativ 40% în ultimii zece ani [6], [7].

Prin utilizarea energiilor regenerabile se contribuie la o creștere a autonomiei clădirilor privind consumul de energie electrică, aceasta făcând ca într-un viitor apropiat ele să aibă propriile panouri solare, cazane de biomasă sau puncte de încărcare a mașinilor electrice în garajul comunitar sau spații comunitare [14]. Așa cum se reflectă în statisticile furnizate anual de Agenția Internațională pentru Energie (AIE), de la o pondere globală a surselor regenerabile de 26% în anul 2018, se preconizează că se va ajunge la 44% în anul 2040. Prin tehnologiile fotovoltaice și eoliene, hibride PVT, se vor furniza două treimi din creșterea cererii de energie electrică în această perioadă [14].

Pornind de la aceste sisteme hibride ce produc atât energie electrică cât și termică din resurse regenerative, se urmărește în cercetările viitoare intenția de îmbunătățire și optimizare din punct de vedere al geometriei și al factorilor ce influențează eficiența electrică și termică a unităților hibride PVT, creșterea randamentului modulelor, îmbunătățirea performanțelor modulelor hibride PVT folosind tehnologii și componente noi [14].

Centrale hibride de producere a energiei electrice și termice

Tehnologiile de schimbare a energiei solare în putere electrică și termică sunt diverse. Cea mai ușoară metodă o reprezintă folosirea panourilor și a elementelor fotovoltaice ce obțin schimbarea directă în curent continuu, prin efectul fotoelectric [4]. Alt tip de conversie a radiației solare o reprezintă transformarea indirectă, ce se realizează cu sprijinul dispozitivelor de comutare solare sau al lentilelor. Metoda solară concentrată (PV-CSP) face ca radiația luminoasă să fie concentrată pe un sistem de transformare a căldurii, energia este apoi transmisă unui fluid. Apoi, procesului i se aplică de regulă o serie de operații convenționale de producție a energiei electrice (ca exemplu: vaporii (gaze)-turbină (mașină de forță)-generator de curent) [4]. Al treilea tip de conversie este o combinație dintre un dispozitiv de comutare solar și o mașină de forță Stirling, motor ce pune în mișcare un generator electric. Aceste sisteme au nevoie de orientare automată a oglinzilor și un proces de întreținere permanentă în cazul producției centralizată de energie [4].

Centrale hibride PV-CSP (Concentrating Solar Power) de producere a energiei electrice și termice

La centralele solare termo-electrice concentrarea radiației luminoase deasupra unui sistem tehnic numit schimbător de căldură este transmisă unui lichid (ciclul Clausius Rankine). Fluidul din schimbătorul de căldură este știut, recunoscut sub numele de HTF (Heat Transfer Fluid-Fluid de transfer de căldură). În acest fel se obține un model de producție a energiei electrice cu comasarea forței și capacitatei solare (CSP-Concentrating Solar Power). Centrala CSP poate să funcționeze independent sau în același timp cu o centrală convențională, astfel realizându-se economii de combustibili fosili [6]. Sistemele CSP se pot clasifica în două grupe: după tehnologia de producție și după modul de aranjare al colectoarelor solare [4].

La sistemele CSP cu generare directă de aburi, apa este lichidul principal ce preia energia de la soare care apoi trece în etapa de vaporii supraîncălziti (temperaturi de până la 500°C) [7]. Aburii alimentează turbina care, la rândul ei, este cuplată la un generator. Tehnologia cu generare directă de aburi are un randament ridicat, un consum mai redus de energie folosit la pomparea unui agent termic intermediu (HTF), nu este necesar și un schimbător de căldură [9].

La CSP cu două trasee termice și cu două operații-succesiuni de cedare de căldură, energia solară din primul circuit este preluată de o substanță, sare topită sau un ulei sintetic, apoi mutată prin transfer către un alt doilea lichid, care este de obicei apa, printr-un schimbător de căldură secundar, antrenând ansamblul turbină-generator [12].

Sistemele CSP ce au colectoare cu focalizare liniară pot utiliza jgheaburi parabolice sau reflectoare Fresnel (oglinzi liniare ce sunt inclinate și reflectă radiația spre colector). La aceste sisteme este nevoie de un ansamblu de elemente ce se orientează după o singură axă [6]. Instalațiile centralelor ce folosesc reflectoare Fresnel folosesc metode cu producere directă de abur în colectoare, lucrând cu presiuni de aproximativ 55 bar [4], [11].

La categoria sistemelor CSP cu concentrare într-un focar sunt folosite o serie de oglinzi discoidale parabolice sau turnuri solare (heliostate-un câmp de oglinzi), cu focalizarea asupra unui punct ce se află într-un turn. Aici este nevoie de un sistem ce se orientează după două axe. Dispozitivul destinat să primească energia este un schimbător de căldură ce utilizează, aer sau săruri topite, ori apă ca agent termic, dacă se aplică tehnologia producerii directe de abur [4].

Centrale cu energie solară ce au în compoziție metode de înmagazinare a energiei termice sunt folosite pentru a produce energie electrică din energie termică pe perioadele înnorate sau pe timpul nopții, au în componență două rezervoare în care mediul de stocare (un lichid) este format dintr-un amestec eutectic (amestec de substanțe unde temperatura de schimbare a stării-topită sau solidificată-este mai mică decât temperaturile de schimbare a stării ce corespunde la oricare din substanțele din structură) de azotat de potasiu (procent de 40%) și sodiu (60%) [4]. Pierderile de căldură au valori reduse, aproximativ 1-3% la un sistem de acumulare pentru un interval de 15 ore, cu o investiție ce poate fi de 20 de ori mai mică decât varianta de stocare a surplusului de energie în baterii [5].

Centrale solare cu jgheaburi parabolice sunt comercializate la scară largă. Acestea captează radiația solară sunt așezate pe rânduri paralele, orientate de obicei în direcția nord-sud; rândurile pot avea lungimi între 20-150 metri. Pentru transferul de căldură se pot folosi săruri, uleiuri minerale, gaze (CO_2 , N_2) sau abur. Pentru cazul uleiurilor minerale și al sărurilor topite este nevoie de un schimbător de căldură pentru transferul energiei termice spre un al doilea circuit termic și pentru producerea de abur [4]. Această tehnică poate fi îmbinată și cu stocare de energie termică, însă are și dezavantaje față de turnurile solare deoarece nu pot fi obținute temperaturi ridicate, ducând la o eficiență a ciclului termodinamic mai redus și nevoie de a avea capacitate de stocare a energiei mai mari [4], [5].

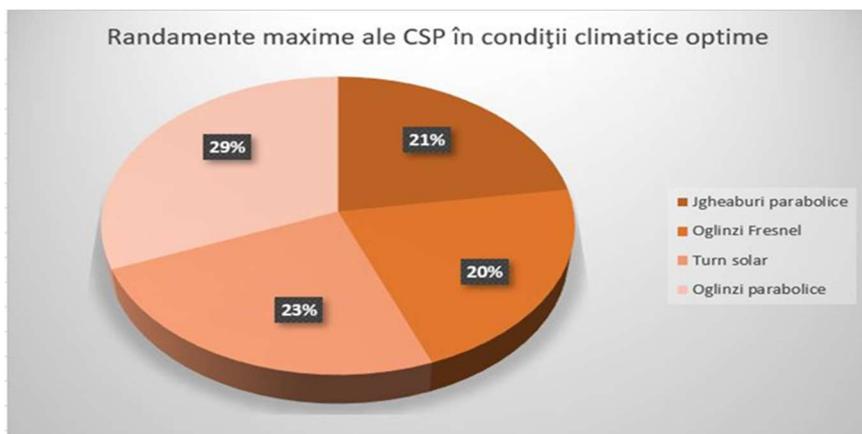


Figura 1. Randamente maxime în condiții climatice optime ale CSP

Centrale solare cu oglinzi parabolice discoidale au ca element ce concentrează radiația solară o oglindă, aceasta are forma unui paraboloid ce are trei dimensiuni cu sistem automat de urmărire a drumului parcurs de soare, cu două grade de libertate, ajustând unghiul de înclinare și cel de azimut. În zona punctului focal al oglinzii se află o construcție compactă (unitatea de conversie a radiației solare) alcătuită din trei elemente: un receptor termic, motorul Stirling și un generator electric [4], [8].

Receptorul termic este format dintr-un grup de conducte prin care circulă un fluid de răcire, ce are și rol de lichid de lucru, cu funcția de a converti în căldură radiația solară concentrată și transferul fluxului de căldură către motorul Stirling. Gazul este redus în volum în zona rece a motorului și dilatat în porțiunea caldă în mod ciclic, rezultând lucru mecanic [4], [8]. Randamentele obținute de centralele CSP (Concentrating Solar Power) în funcție de categoria concentratoarelor solare, sunt prezentate procentual, în Fig. 1 [4].

Din graficul cu randamente maxime obținute în condiții climatice optime se poate vedea că ponderea cea mai mare o au centralele cu oglinzi parabolice discoidale, cu un procent de 29% [4]. În Fig.2 se prezintă evoluția capacităților CSP instalate la nivel mondial până în anul 2020. După cum se poate observa aceste capacități au avut o creștere substanțială din anul 2010 până în anul 2020 [13].

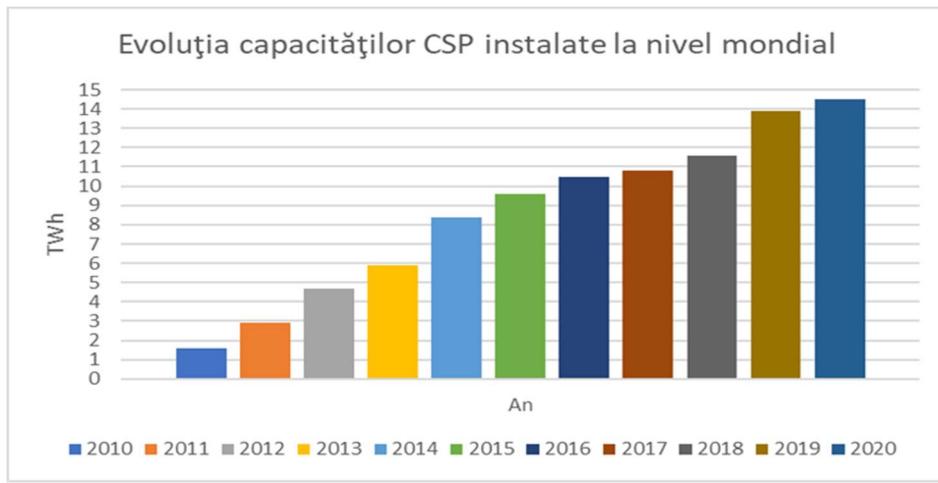


Figura 2. Capacitațile centralelor cu concentrarea energiei solare

Centrale hibride pentru producere a energiei termice

Analizând sistemele existente de obținere a energiei din surse regenerabile pe plan mondial, se poate observa o tendință de a se combina energia solară cu energia biomasei. Cele mai mari sisteme de conversie a biomasei lemnoase se găsesc în Austria și Finlanda. Danemarca utilizează centrale cu colectoare solare, combinând energia solară cu cea a biomasei [4].

În ceea ce urmează se prezintă modele de sisteme hibride ce folosesc atât energia solară, cât și cea a biomasei [3].

În Danemarca sunt cele mai multe și cele mai dezvoltate sisteme hibride (solar și biomasă) din lume. Producția energiei termice cu ajutorul colectoarelor solar-termice și stocarea acesteia într-un rezervor subteran de dimensiuni mari, este schema pe care se bazează modelul danez. Mai târziu, această energie termică este folosită la producerea energiei electrice sau, dacă este nevoie, pentru încălzirea locuințelor. Pe lângă ansamblul format din solar-termic mai are un sistem de producere a energiei termice în rezervoare (cazane) de conversie a biomasei. Energia obținută din biomasă poate fi utilizată direct pentru încălzire sau se introduce într-o instalație secundară, auxiliară, care se bazează pe ciclul Rankine (ORC), ce este un sistem de co-generare de producere a energiei electrice și termice [3].

Modelul suedez este bazat pe sisteme hibrid solar-biomasă de scară, bloc sau clădire, ce sunt combinate cu centrale solare distincte. Planul de funcționare începe de la implementarea unei centrale solar/termice, formată dintr-un ansamblu colectoare solar-termice și un rezervor de mari dimensiuni, în apropierea unei colectivități cu acces ușor la sistemul de încălzire districtual. Energia termică ce se produce de către colectoarele solar-termice este împărtășită familiilor și, în funcție de nevoie, este completată cu energie termică obținută în cazane de conversie a biomasei.

La modelul austriac energia solară și cea din biomasă este folosită cu ajutorul centralelor combinate, după o schemă actuală de producere pe plan local a energiei termice. Acest model conferă posibilitatea trimiterii de energie termică, cu ajutorul sistemului de încălzire districtuală, către alte grupuri de oameni sau clădiri din proximitate. Are dezavantaje cum ar fi: restricții de spațiu disponibil pentru amplasarea sistemului de colectoare solar-termice și pierderile de energie ce se datorează conductelor de transport până destinația comunităților importatoare [2], [3].

Modelul german este bazat pe sisteme centralizate de utilizarea energiei solare și a biomasei. Producția de energie termică la nivel centralizat se realizează din conversia biomasei cu ajutorul sistemelor solar-termice, care sunt montate în apropierea centralelor, cu funcționare pe biomasă. Unul dintre dezavantaje este posibilitatea limitată de folosire a sistemului de colectoare solar-termice și pierderile importante ce sunt determinate de conductele de transport a energiei termice din ansamblul ce încălzește zona districtuală [3].

Modelul francez și polonez este bazat, în ambele cazuri, pe sisteme autonome (locale) de obținere a energiei din biomasă în combinație cu colectoare solare, împreună formând rețele de

încălzire districtuală. Metoda este folosită în zonele aglomerate, ce aparțin orașelor, cu multe clădiri sau blocuri de apartamente, unde nu există spațiul liber sau nu se pot integra colectoare solar-termice pe clădiri sau în apropierea clădirilor deservite Avantajul: se pot amplasa colectoarele fără a afecta terenurile utile și arhitectura zonei. Dezavantaj: se utilizează rezervoare mari pentru acumularea energiei termice [3].

Concluzii

Sistemul solar hibrid PV-CSP are avantaje la integrarea celor două sisteme, energie fotovoltaică și energie solară concentrată, obținându-se costuri reduse, producție stabilă, ușor de gestionat, pentru a se obține energie electrică din surse regenerabile. Inițial, cele două sisteme, cel fotovoltaic și CSP, au fost catalogate ca fiind tehnologii concurente. S-a ajuns la concluzia că cele două sisteme sunt de fapt complementare, furnizează energie stabilă, făcând ca cercetările în domeniul lor să se intensifice tot mai mult în ultimii ani. Combinarea acestui sistem hibrid PV-CSP îmbunătățește factorul de capacitate, iar energia produsă poate fi folosită la cererea de sarcină în timpul perioadei de vârf.

Energia produsă de fotovoltaic va face față sarcinii de putere necesară în timpul zilei, în schimb, sistemul solar termic cu stocare va ajuta la sarcina de vârf din timpul nopții. Majoritatea cercetărilor întreprinse de specialiști sunt orientate spre analiza economică și tehnico-economică, dar și spre strategiile de exploatare a acestor sisteme hibride. Cele mai puține cercetări desfășurate de către oamenii de știință sunt despre configurația optimă ce are în vedere strategia de funcționare.

Energia solară și biomasa sunt surse de energie regenerabilă care se găsesc în cele mai multe zone din lume, dar fiecare din cele două are câte un dezavantaj. În funcție de vreme și de anotimp, radiația solară poate să fie disponibilă doar pe o perioadă limitată de timp de-a lungul unei zile, iar energia produsă din biomasă are nevoie de o cantitate de materie primă uriașă, aceasta poate să nu fie ușor de găsit în toate locurile din lume și în toate anotimpurile. Combinarea celor două surse într-un sistem hibrid, aplicații în centrale electrice, este cercetată tot mai mult în ultimii ani, fiind o combinație tot mai promițătoare pentru reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și pentru investiții fiabile în energie.

Referințe

1. BANU, I. *Research on Integration of Photovoltaic Sources into the Power Grid*. Iași, 2015.
2. DOUGLAS J. A. *Renewable Energy Focus*. Solar Thermal World, March 2022.
3. ILIE, C. A. *Hybrid systems based on renewable energy sources to provide thermal energy in small communities*. Brașov, 2019.
4. MAICAN, E. *Sisteme De Energii Regenerabile*. Ed. Printech, 2015.
5. REILLY, H.E., KOLB, G.J. *An Evaluation of Molten-Salt Power Towers Including Results of the Solar Two Project*. [Sandia National Laboratories, Solar-Thermal Technology Department]. USA: Albuquerque, 2001.
6. OTHMAN, M. Y., IBRAHIM, A., JIN, G. L., HA, M., SOPIAN, K. *Photovoltaic-thermal (PV/T) technology*. The future energy technology. Future Energy Technol, 2013, pp. 171–174.
7. TRIPANAGNOSTOPOULOS, Y. *Aspects and improvements of hybrid photovoltaic/thermal solar energy systems*. Sol Energy, 2017, pp. 1117–11
8. ANDRAKA, C., ADKINS, D., MOSS, T., COLE, H., ANDREAS, N. Felt Metal Wick Heat-Pipe Solar Receiver. In: *Solar Engineering*, ASME Solar Energy Division, Maui, Hawaii, 1995.
9. ECK, M., EICKHOFF, M., FELDHOFF, J., FONTELA, P., GATHMANN, N., GRUNEFELDT, M. Direct steam generation in parabolic troughs at 500 °C first results of the REAL DISS project. In: *17th International SolarPACES Symposium*, Granada, Spain, 2011.
10. IEA, International Energy Agency. PVPS Report-A Snapshot of Global PV 1992-2013 Preliminary Trends Information from the IEA PVPS Programme (Report IEA-PVPS T1-24:2014), *IEA-PVPS (Photovoltaic Power Systems Programme)*, 2014.
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.01.038>.

11. MORIN, G., KIRCHBERGER, J., LEMMERTZ, M.M. Operational results and simulation of a superheating Fresnel collector. In: *18th International SolarPACES Symposium*, Marrakech, Maroc, 2012.
12. SIEGEL, N. P., BRADSHAW, R., CORDARO, J. Thermophysical property measurement of nitrate salt heat transfer fluids. In: *ASME 2011 Fifth International Conference on Energy Sustainability*, Washington DC, USA, 2011, pp 439-446
13. BOJEK, P. IEA, PARIS, *Concentrated Solar Power (CSP)*, 2021, [online]. [accesat 16.02.2022]. Disponibil: <https://www.iea.org/reports/concentrated-solar-power-csp>.
14. ENERGIA REGENERABILĂ, Energiile regenerabile: Caracteristici, tipuri și noi provocări [online]. [accesat 08.02.2022]. <https://www.energiaregenerabila.com/>.

ВЫРАБОТКА ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА БАЗЕ ТВЕРДОГО БЫТОВОГО МУСОРА

Дмитрий Кристев

Департамент энергетики, Факультет энергетики и электротехники, Группа ЕІЕ-212,
Технический университет Молдовы, Кишинев, Республика Молдова

Дмитрий Кристев, dmitrii.cristev@en.utm.md

Краткое содержание. В данной статье рассматривается процесс энергетической переработки мусора, указываются преимущества и недостатки данного способа получения энергии. Так же в этой работе описаны этапы переработки на мусоросжигательном предприятии. Отмечается идея создания такого предприятия в Республике Молдова.

Ключевые слова: бытовые отходы, энергетическая утилизация, мусоросжигание.

Введение

Энергия из отходов обладает огромным потенциалом, так как позволяет повторно использовать различные материалы. В настоящее время, в некоторых странах существуют специальные тепловые электростанции, работающие на данном типе топлива, но, если проанализировать мир в целом, использование отходов для этой цели находится только в зачаточном состоянии.

Мусор как ресурс

Для того, чтобы эффективно работать с отходами, необходимо поменять отношение общества к мусору, понять, что это не просто что-то неприятное для взгляда и осязания, а многосторонний ресурс см. Рис.1, которым обладает каждый из нас.



Рисунок 1. Что можно получить, отсортировав мусор

Энергетическая утилизация отходов – это выработка тепловой и электрической энергии в результате мусоросжигания. Топливом для этого служат предварительно отсортированные твердые бытовые отходы.

Сжигание мусора

Сжигание мусора обладает рядом преимуществ как-то:

- Уменьшает площади хранения отходов, так как мусоросжигание способно уменьшить значительно их объем, то есть свалки занимают намного меньше места.
- Позволяет использовать материалы до 7 раз, а в условиях нехватки полезных ископаемых, это играет огромную роль в экономическом плане

- Производство тепловой энергии, а из нее в свою очередь получают электрическую энергию.
- Снижение загрязнения, особенно если мусоросжигательный завод обладает многоэтапным экологическим контролем.
- Уменьшаются затраты на транспортировке ресурса, так как предприятия чаще всего находятся вблизи городов или внутри них.
- Устраняется вредный свалочный газ, который, попадая в атмосферу, усиливает парниковый эффект, и в следствии глобальное потепление.

В то же время сжигание мусора обладает и некоторыми недостатками:

- Экологический контроль имеет многоэтапный характер, что в свою очередь оказывается на инвестиции, при строительстве такого предприятия
- Для того, чтобы система по переработке и сжиганию мусора, работала, необходима правильная логистика предварительно отсортированного мусора. То есть, в первую очередь, надо изменить отношение людей к мусору и вовлечь общество в процесс его сортировки.

Этапы переработки и энергетической утилизации отходов

Горючий мусор собирается в большом бункере, откуда кран-клешня захватывает отходы и сбрасывает их в камеру сгорания, Рис. 2.



Рисунок 2. Сбор мусора и его сброс в камеру сгорания

Смешанные отходы попадают в топочную камеру через движущую решетку, которая многократно переворачивает их, добиваясь, таким образом, полного сгорания горючих составляющих, Рис. 3.

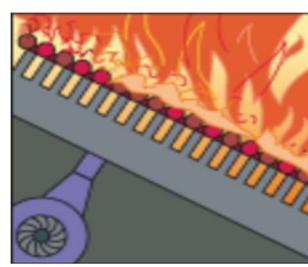


Рисунок 3. Эффективное горение отходов

Полученный в котле пар приводит в действие паротурбинный генератор, который вырабатывает электроэнергию, а отработанный пар конденсируется, нагревая воду для системы теплоснабжения.

В камеру сгорания впрыскивается аммиак, который нейтрализует оксид азота, а высокая температура (850°C) разрушает диоксины и фураны, Рис. 4.



Рисунок 4. Нейтрализация диоксидов и фуранов

Для поглощения и удаления тяжелых металлов (ртути и кадмия) в дымовые газы впрыскивается активированный уголь, Рис. 5.

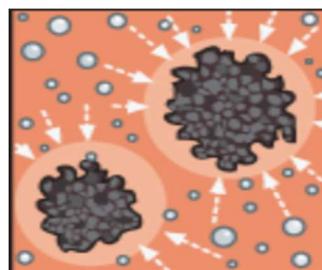


Рисунок 5. деление тяжелых металлов

Кислотные газы нейтрализуются впрыскиванием извести или гидроксида натрия. В результате химической реакции образуется гипс, Рис. 6.

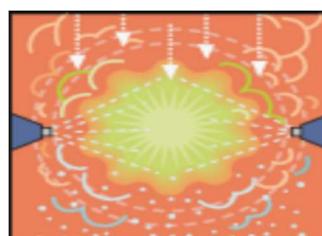


Рисунок 6. Нейтрализация кислотных газов

На последнем этапе мельчайшие частицы золы удаляются в рукавном фильтре, путем всасывания газов через тканевые мешки, Рис. 7.

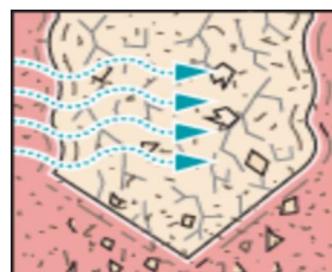


Рисунок 7. Удаление мельчайших частиц золы

Несгоревшие остатки проходят через магниты и вихревые сепараторы для сбора черных и цветных металлов, Рис. 8.

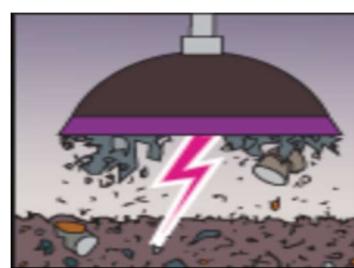


Рисунок 8. Сбор черных и цветных металлов

Поток дымовых газов постоянно контролируется для обеспечения соответствия стандартам качества окружающего воздуха, Рис. 9.



Рисунок 9. Контроль всего процесса в специальной рубке

Схема всего производственного процесса представлена на Рис. 10.

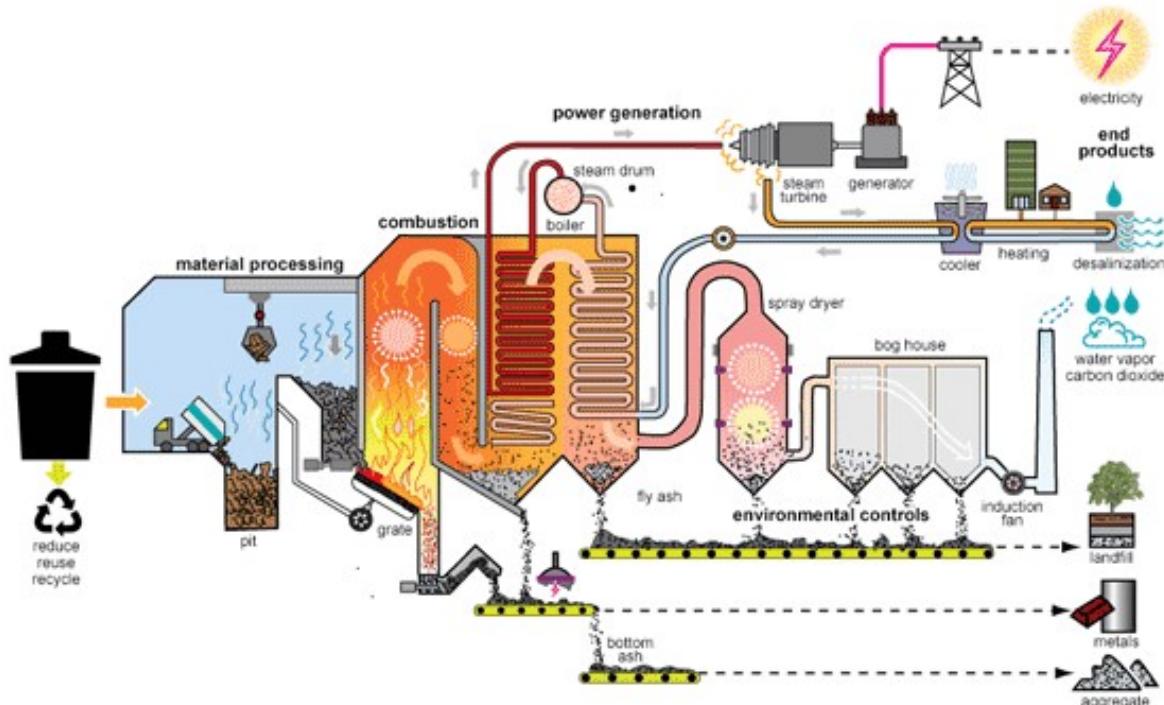


Рисунок 10. Этапы переработки отходов на мусоросжигательном заводе

Обстановка в Молдове

Ежегодно в республике производятся около 3 миллионов кубических метров твердых бытовых и коммерческих отходов. 90% из них выбрасываются на свалки. Только 10% сортируются и перерабатываются, а остальные выбрасываются на 1000 свалок, на которых никогда не получится их сортировать и перерабатывать. В то же время Республика Молдова почти не имеет топливных ресурсов. Она не может обеспечить себя энергией, вследствие чего зависима от поставок извне.

Мусоросжигание и переработка отходов, могли бы решить обе эти проблемы, но для этого необходимы большие инвестиции и значительная поддержка со стороны общества. Огромную роль, также имеет процесс информирования, а так же поддержка со стороны государства.

Выводы

Технология получения энергии из мусора – это прекрасная возможность для нашей страны решить энергетическую и экологическую проблемы. Для этого необходимо привлекать внутренние и внешние инвестиции, а также проводить большую информационную и разъяснительную работу среди всех слоёв населения.

Библиография

1. Энергетическая утилизация отходов:
https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%BD%D0%B5%D0%BA%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%8F%D0%BD%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D1%84%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BD
2. Экологическая Молдова: <https://www.zdg.md/ru/?p=40700>
3. Энергия из отходов: новейшие технологии против мусора: <https://rostec.ru/news/energiya-iz-otkhodov-zelenye-tehnologii-protiv-musora/>
4. Waste-to-Energy: How it Works: <https://deltawayenergy.com/2018/08/waste-to-energy-how-it-works/#tip8>

O VEDERE DE ANSAMBLU ASUPRA ADECVANȚEI SISTEMELOR DE GENERARE A ENERGIEI ELECTRICE

Ionuț ILIȘESCU

Departamentul Energetică al Facultății de Inginerie Electrică, Energetică și Informatică Aplicată,
Școala Doctorală a Universității Tehnice "Gheorghe Asachi" Iași, România

*Autorul corespondent: Ionuț Iliescu, ionut.iliescu@student.tuiasi.ro

Rezumat: Rolul principal al unui Sistem Energetic Național modern este de a acoperi consumul cât mai economic posibil și cu niveluri rezonabile de fiabilitate și calitate. În planificarea producției de energie multe modele și tehnici au fost dezvoltate pentru a evalua nivelul de fiabilitate a sistemelor de producere. Obiectivul acestei lucrări este de a prezenta o vedere de ansamblu asupra fiabilității, în particular a adecvanței, sistemelor de generare a energiei electrice.

Cuvinte cheie: producerea energiei electrice, generatoare electrice, adecvanță, fiabilitate, simularea Monte Carlo, probabilități, determinism

Introducere

Calitatea energiei electrice și siguranța furnizării ei sunt direct legate de conceptul de fiabilitate a sistemului energetic. Fiabilitatea, într-un sens general, măsoară capacitatea globală a sistemului de a produce și distribui energie electrică. Datorită complexității sistemului energetic, acesta este împărțit în domenii funcționale și anume: generare, transport și distribuție. Fiabilitatea fiecărei zone funcționale este de obicei analizată separat pentru o evaluare mai ușoară și eventual combinată a fiabilității sistemului [1].

Energia electrică se caracterizează prin faptul că nu poate fi stocată timp îndelungat și în cantități semnificative. Ca urmare, ea trebuie consumată imediat ce este produsă și generată doar când există cerere. Prin urmare, sistemele de generare sunt dimensionate și exploatație pentru a satisface cererea de energie electrică cu un anumit nivel de fiabilitate. Fiabilitatea sistemului de generare este utilizată pentru a evalua capacitatea sistemului de generare de a satisface sarcina totală a sistemului. Evaluarea fiabilității unui sistem de generare a energiei electrice poate fi împărțită în două aspecte principale: adecvanța sistemului, care este legată de existența a suficiente capacitați energetice disponibile să satisfacă cererea de consum din sistem și securitatea funcționării sistemului care este legată de capabilitatea sistemului de a răspunde prompt la perturbațiile dinamice sau tranzitorii [2].

Cererea de consum poate depăși puterea generată din două motive principale. În primul rând, dacă apare un vârf foarte mare de sarcină, care depășește puterea instalată a sistemului, sistemul nu poate furniza vârful de sarcină. În al doilea rând, dacă unele unități de generare sunt scoase din funcțiune din cauza defecțiunilor sau a menenanței preventive, un vârf mare de sarcină, care nu depășește puterea instalată a sistemului, poate depăși puterea disponibilă în acel moment [1-2].

Elemente principale ale evaluării adecvanței sistemelor generatoare

Elementele principale ale unei evaluări cuprinzătoare a adecvanței generării energiei electrice pot fi rezumate în trei puncte:

- 1) Se construiește un model de generare, în care flota de grupuri generatoare este modelată pe caracteristicile de funcționare ale tehnologiilor de generare. Această secțiune include ipoteze privind grupurile ce funcționează la momentul evaluării și viitoarele noi grupuri sau cele ce urmează a fi dezafectate.
- 2) Se construiește un model de sarcină (consum) care să vizeze includerea caracteristicilor prezente și viitoare ale tendinței consumului care se bazează pe previziuni și estimări ale principalelor variabile care afectează consumul de energie.

- 3) Se construiește un model de risc care să integreze modelele de generare și consum, pentru a estima indicatorii de fiabilitate ai sistemului.

Metodologiile tradiționale de evaluare a adecvanței producției în structura integrată vertical a sistemelor energetice ar face față cerințelor de flexibilitate prin ajustarea controlată intern a producției de către operatorul de sistem. Odată cu liberalizarea pieței și schimbarea profundă a structurii sectorului de producție, problemele de adecvanță (și flexibilitate) vor necesita participarea activă a tuturor elementelor relevante prezente în sistem (generatoare, stocare, interconexiuni, reglajul frecvență-putere etc.).

Obiectivul evaluării adecvanței producției este de a obține o măsurare a adecvanței generale a sistemului făcând abstracție de congestii, căderi de tensiune și reglajul frecvenței în sistem. O excepție sunt metodologiile de evaluare care includ capacitați transfrontaliere, deoarece acestea ar trebui modelate într-un mod aparte [3-4].

Metodologii

Metodologiile fac distincție între tehnici deterministe și cele probabiliste. Ele diferă prin procedura matematică și prin indicatorii de risc calculați pentru măsurarea fiabilității sistemului.

Abordările deterministe estimează disponibilitatea producției la un moment dat în viitor (de obicei, vârfurile de consum de iarnă și de vară). Slăbiciunea lor esențială este că nu captează incertitudinea inherentă și ireductibilă a variabilelor stocastice și nu consideră energia eoliană și solară ca producători de valoare.

Abordările probabilistice estimează probabilitatea sistemului de a nu putea satisface consumul ținând cont de variațiile și incertitudinile asociate cu resursele primare și consum. Tehnicile din acest domeniu pot fi clasificate în două categorii: metode analitice și metode de simulare Monte Carlo. Metodele analitice se bazează pe modele care presupun unele funcții de distribuție a probabilității pentru diferențele elemente ale sistemului și apoi combină probabilitățile și frecvențele stărilor sistemului pentru a ajunge la indicatorii de fiabilitate. Procedurile Monte Carlo pot fi clasificate în proceduri nonsecvențiale sau secvențiale. Un proces non-secvențial (sau un model de colaps în timp) investighează distribuția probabilității rezervei de putere disponibilă față de cererea de consum în momente multiple, independente, alese aleatoriu în timp. Tehnicile secvențiale iau în considerare ciclul de exploatare al tuturor componentelor sistemului. Metodele de simulare secvențială oferă indicatori suplimentari dependenți de timp, cum ar fi frecvența și durata neacoperirii sarcinii și sunt singurele proceduri metodologice care vor putea acoperi problemele de flexibilitate. Deși au fost recunoscute încă din anii 1930, utilizarea lor nu este încă suficient de răspândită [5].

Indicatorii de adecvanță ai sistemelor generatoare

Fiecare indicator este potrivit pentru a reflecta o anumită problemă de adecvanță, dar nu există un indicator perfect care să poată acoperi toate caracteristicile de adecvanță ale unui sistem. Indicatorii pot fi clasificați, din punctul de vedere al modelării, în determiniști și probabilistici.

Indicatorii determiniști:

- *Rezerva de putere disponibilă* (Reserve Margin – RM) [%]. Este cel mai întâlnit indicator deterministic. Măsoară excedentul de putere disponibilă în raport cu cererea de consum prevăzută. Este definită ca diferența dintre puterea totală de generare disponibilă și sarcina de vârf împărțită la sarcina de vârf;
- *Indicatorul de acoperire* (CI). Este raportul dintre puterea de generare disponibilă și sarcina de vârf;
- *Cel mai mare grup generator* (Largest Unit – LU). Compara diferența dintre puterea totală instalată și sarcina de vârf cu cel mai mare grup instalat pe sistem [3, 5].

Indicatorii probabilistici:

- *Probabilitatea neacoperirii sarcinii* (Loss of Load Probability – LOLP). Este definită ca probabilitatea într-un an ca puterea generatoare disponibilă să fie insuficientă în acoperirea sarcinii;
- *Durata estimată de neacoperire a sarcinii* (Loss of Load Expectation – LOLE) [ore/an]. Indică numărul total de ore dintr-o anumită perioadă (de obicei un an) în care consumul (sarcina) depășește puterea disponibilă de generare. Se obține prin însumarea duratelor zilnice în care consumul depășește producția disponibilă dintr-un număr de ani eșantion. Dacă se analizează mai mulți ani se consideră media pe acei ani;
- *Energia electrică estimată a nu fi livrată* (Loss of Energy Expectation – LOEE) [MWh/an]. Specifică totalul energiei dintr-un an care nu va fi furnizată de sistemul de generare din cauza acelor ocazii în care sarcina cerută depășește puterea disponibilă;
- *Probabilitatea de indisponibilitate forțată* (Forced Outage Probability – FOP) este probabilitatea ca un generator să fie scos din funcțiune din alte motive decât menenanță programată. Asta înseamnă că disponibilitatea puterii sistemului este ansamblul disponibilităților generatoarelor, fiecare dintre ele fiind dependentă de FOP.
- *Energia estimată neprodusă* (Expected Energy Not Supplied – EENS) [MWh/an] este cantitatea estimată de energie care nu va fi furnizată din cauza lipsurilor sau deficiențelor puterii generatoare disponibile. Oferă informații referitoare la numărul de întreruperi și ampoarea acestora și este un parametru foarte semnificativ pentru tehnologiile cu energie limitată, cum ar fi eolian, solar sau hidro;
- *Probabilitatea pierderii energiei* (Loss of Energy Probability – LOEP). Deoarece EENS se măsoară în unități de energie și depinde de dimensiunea sistemului, LOEP este raportul dintre EENS și energia totală cerută, deci este independent de dimensiunea sistemului și poate fi utilizat pentru a compara performanța sistemelor diferite.
- *Sarcina (energia cerută) nesatisfăcută* (Load Not Supplied – LNS) [MWh/an sau MWh/întrerupere];
- *Frecvența estimată de neacoperire a sarcinii* (Expected Loss of Load Frequency – ELLF) [nr. întreruperi/an];
- *Durata estimată/medie a unei întreruperi* (Expected Duration of Loss of Load – EDLL) [ore/întrerupere sau ore/an] [4];

Evaluarea adecvanței este principala cale de a determina dacă generarea energiei electrice într-un sistem îndeplinește cerințele așteptate și cererea de energie la momentul sau perioada studiată.

Metodele deterministe se bazează pe analiza unui număr redus de configurații ale sistemului, selectate ca fiind cele mai reprezentative solicitărilor extreme ale sistemului. De exemplu, analiza circulațiilor de putere în cazul în care se presupune că anumite linii importante sau generatoare pot deveni indisponibile. Aceste metode permit estimarea impactului anumitor situații specifice asupra fiabilității, dar ele nu pot estima fiabilitatea generală a sistemului.

Metodele probabilistice urmăresc să estimeze probabilitatea de a satisface consumul, având în vedere că variabilele care definesc adecvanța (generarea, cererea și disponibilitatea liniilor) sunt stocastice. Astfel de metode gestionează un număr mare de stări/configurații, cu o probabilitate asociată de apariție derivată din variabilele de bază ale unui model complex.

Având în vedere natura stocastică a variabilelor sistemului, metodele deterministe, deși utilizate frecvent, nu pot permite calcularea unor valori care să reflecte situația reală a unei țări referitoare la siguranța sistemului. Indicatorii probabilistici cei mai utilizați sunt: durata estimată de neacoperire a sarcinii (LOLE), probabilitatea neacoperirii sarcinii (LOLP) și energia estimată neprodusă (EENS).

Abordarea Monte Carlo este singura metodă probabilistică potrivită pentru reprezentarea tuturor aspectelor unui sistem de energie electrică care pot avea un impact asupra adecvanței. O simulare Monte Carlo poate reprezenta întregul sistem electroenergetic (generare și transport) prin generarea numerelor aleatoare pentru a produce o gamă largă de stări posibile ale acestui sistem, considerând disponibilitatea generării, viteza vântului, hidraulicitatea râurilor, consumul etc. Pentru fiecare stare a sistemului, energia care nu este furnizată (EENS) este calculată prin simularea dispecerizării generării (sau a compensării pieței) și prin identificarea eventualei energii nelivrante EENS. După un eșantion adecvat de simulări, devine posibilă calcularea tuturor indicatorilor de adecvanță (de exemplu probabilitatea neacoperirii sarcinii LOLP, ca număr de stări cu energie nelivrată împărțit la numărul total de simulări). Pentru a obține o estimare suficient de corectă este necesar un număr mare de simulări. De aceea, în funcție de complexitatea sistemului analizat, poate fi necesar un timp mai îndelungat pentru a calcula rezultatele și o putere de calcul mare a calculatorului utilizat [6].

Mulțumiri: Îndrumător de doctorat prof. univ. dr. ing. Ciprian Nemeș

Referințe:

1. BILLINTON R., ALLAN R. „Reliability Evaluation of Power Systems”, Plenum Press, 2th edition, 1996
2. NEMEŞ C., MUNTEANU FL. „Adevarabilitatea sistemelor de producere a energiei electrice”, Edit. Politehnium, Iași, 2018
3. BILLINTON R., BAGEN „Incorporating reliability index distributions in small isolated generating system reliability performance assessment”, IEE Proceedings Generation, Transmission and Distribution, Volume 151, Issue 4, pp. 469–476, July 2004, doi: 10.1049/ip-gtd:20040708
4. NEMEŞ C., MUNTEANU FL. „A Probabilistic Model For Power Generation Adequacy Evaluation”, Revue Roumaine des Sciences Techniques, Série Électrotechnique et Énergétique, Tome 56, Issue 1, Pp. 36-46, 2011
5. BLANCO MARTA PONCELA, SPISTO AMANDA, HRELJA NIKOLA, FULLI GIANLUCA „Generation Adequacy Methodologies Review” - JRC Science For Policy Report - EUROPEAN COMMISSION, 2016
6. TRANSELECTRICA S.A. „Studiu de adecwanță a SEN pe termen mediu și lung. Determinarea capacitatii și structurii de producție necesare” București, 2018 – varianta publică. Disponibil: https://web.transelectrica.ro/noutati/noutati/25_2020.04.14_10-45-40.pdf [accesat 22.02.2022].

UTILIZAREA APLICAȚIILOR DE REALITATE AUGMENTATĂ ÎN ACTIVITATEA DIDACTICĂ

Iulian ROTARI

Departamentul Energetică, Facultatea Energetică și Inginerie Electrică,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

Iulian Rotari, iulian.rotari@ee.utm.md

Rezumat Activitatea didactică necesită o îmbunătățire perpetuă atât a capacităților cadrelor didactice cât și a instrumentelor de predare. Acum în ajutorul profesorilor vin tehnologiile informaționale care au menirea de a eficientiza activitatea didactică. Cu această ocazie pot fi implementate pe larg aplicațiile de realitate augmentată (Augmented Reality) care pot completa imaginea reală cu anumite materiale grafice sau teoretice.

Cuvinte cheie: realitate augmentată, QR-cod, completare.

Introducere

Chiar dacă s-ar dori la infinit acest lucru nimeni nu poate opri tehnologizarea super accelerată a societății. În aceste direcții generațiile tinere sunt cu mult mai inițiate în utilizarea acestor tehnologii dar, deseori, aceste tehnologii nu sunt utilizate într-un scop productiv, ci doar pentru divertisment. Potențialul dispozitivelor este irosit în zadar la fel ca și timpul petrecut în cazul sus-numit. Pentru a restabili echilibrul între plăcut și util, în arsenalul profesorilor (oameni care au rolul de a direcționa studenții spre succes) trebuie să apară aplicațiile pentru crearea realității augmentate (Augmented Reality) [1].

1. Ce reprezintă o aplicație de realitate augmentată

O aplicație de realitate augmentată completează imaginile reale vizualizate cu un anumit dispozitiv cu anumite materiale grafice în format bidimensional sau tridimensional care au menirea să detalieze anumite subiecte fără a accesa alte materiale având în dotare doar un smartphone sau tabletă cu conexiune la internet [2].

Fisierele de realitate augmentată pot fi permanent îmbunătățite și înlocuite pe server astfel încât informația pe care o vor obține studenții va fi permanent actualizată în conformitate cu ultimele cerințe și tendințe din domeniul analizat, fapt care reprezintă un avantaj enorm față de manualele tipărite informația din care este supusă uzurii morale cu excepția legilor și principiilor fizice care rămân neschimbate [3].



Figura 1. Utilizarea realității augmentate în energetică (aplicația Vuforia)

2. Lista aplicațiilor de realitate augmentată gratuite și Open source

În continuare va fi prezentată o lista a aplicațiilor de realitate augmentată care pot fi utilizate în acest scop, aplicațiile enumerate mai jos sunt gratuite și open source:

- ARToolKit+ (free and open source)

ARToolKit+ este o aplicație open source pentru crearea conținutului de realitate augmentată care ajută la rezolvarea problemelor fundamentale și include adăugarea elementelor bidimensionale și tridimensionale, totodată, posedă o colecție de instrumente de modificare a obiectelor care oferă rezultate impresionante utilizatorilor. Acest software gratuit de realitate augmentată folosește soluții scalabile AR pentru a rezolva problemele din lumea reală Fig.2.

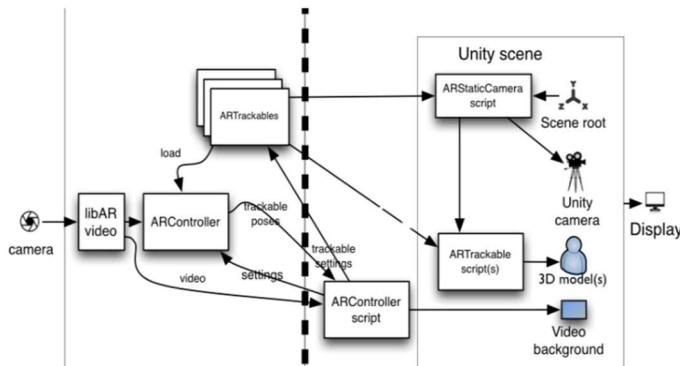


Figura 2. Mecanismul de funcționare a aplicației ARToolKit+

- Mixare (free and open source)

Mixare este un browser open source de realitate augmentată care funcționează ca o aplicație complet autonomă. Acest software gratuit este disponibil pentru Android și iOS. Este dezvoltat de GPLv3 și este disponibil și pentru dezvoltarea implementărilor sale. Această aplicație posedă următoarele posibilități:

- Simulare
- Integrarea în realitate virtuală
- Tragere și plasare
- Crearea conținutului
- Biblioteca de conținut

- Holokit (open source)

Holokit este unul dintre cele mai bune software-uri de realitate augmentată open source care utilizează dispozitive mobile. Software-ul permite conectarea ochelarilor și căștilor de realitate augmentată.

- BRIO (free)

Aplicația Brio poate fi numită cu siguranță una din cele mai bune din sectorul programelor gratuite, acest software are capacitatea de a inspira publicul. Această aplicație permite încărcarea unor materiale deja pregătite și modificare lor cu un set foarte variat de instrumente direct în modul dedicat al aplicației. Ca trigger pentru aplicația Brio poate servi o adresă web sau un QR cod Fig.3.

How It Works

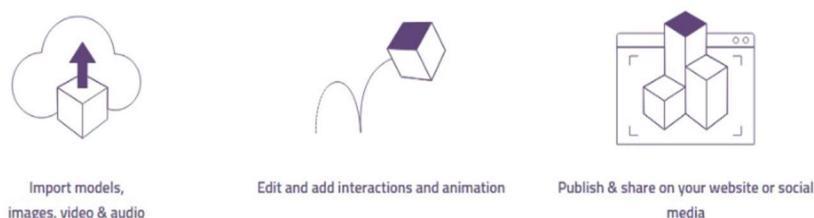


Figura 3. Crearea proiectelor de realitate augmentată în aplicația Brio

Posibilitățile aplicației:

- Interfață drag-and-drop
- Suport pentru mai multe formate de fișiere
- Integrarea în realitate virtuală
- Obiecte 3D
- Crearea conținutului
- Publicare pe mai multe dispozitive
- Biblioteca de conținut
- Fundal real
- Simulare
- Urmărire și analiză
- Suprapunerea conținutului
- Adobe Aero (free)

Adobe Aero este un software gratuit de realitate augmentată care poate vizualiza, construi și partaja experiențe AR captivante și interactive. Utilizatorul nu necesită capacitați de programare complexe și poate intersecta fără efort liniile dintre lumea fizică și cea digitală. Software-ul oferă experiențe AR captivante care pot fi obținute rapid și ușor.

- Vuforia Engine (free)

Vuforia Engine este software-ul AR gratuit care este folosit de companii de toate dimensiunile. Este considerată una dintre cele mai bune soluții software AR gratuite care poate genera rezultate foarte bune. Pe toate platformele de top, Vuforia Engine poate interacționa cu dispozitive precum telefoane, tablete și căști pentru a ajunge la cea mai mare audiență.

- 7 ZapWorks Studio (30 days free trial)

ZapWorks Studio servește drept un set complet de instrumente de realitate augmentată pentru agenții și companii. Software-ul oferă un set de instrumente AR bine dezvoltate pentru companiile care preferă să depășească limitele creațivității și narațiunii. Cu acest software, utilizatorul poate construi, publica, analiza și scala rapid experiențe AR captivante. Designerii și dezvoltatorii pot crea experiențe AR complet personalizabile pentru tipărire, producere, ambalare, vânzare cu amănuntul, de asemenea, poate fi utilizat la diferite evenimente.

- Augment

Software-ul Augment servește drept platformă pentru vizualizarea produselor 3D și în realitatea augmentată. Acest software poate implementa rapid soluții mobile de realitate augmentată pentru comerțul electronic, vânzări pe teren, educație și multe altele. Acest software bine-cunoscut oferă utilizatorilor o gamă largă de oportunități de la conținut 3D până la experiențe AR optimizate. Dacă doriți să vă împotriviți afacerea cu AR și 3D, acest software oferă o probă gratuită de 14 zile Fig.4.



Figura 4. Pagina aplicație Augment

3. Crearea unui proiect de realitate augmentată în aplicația Brio

În continuare vor fi prezentate toți pașii pentru a crea un proiect de realitate augmentată pentru a completa informațiile teoretice utilizate la o lucrare de laborator din cadrul disciplinei “Sisteme de Alimentare cu Energie Electrică” utilizând aplicația Brio [7].

- Crearea unui nume de utilizator

Crearea unui nume de utilizator include reprezentă înregistrarea unui utilizator nou prin introducerea numelui, prenumelui și a poștei electronice.

- Familiarizarea cu interfața site-ului aplicație Brio

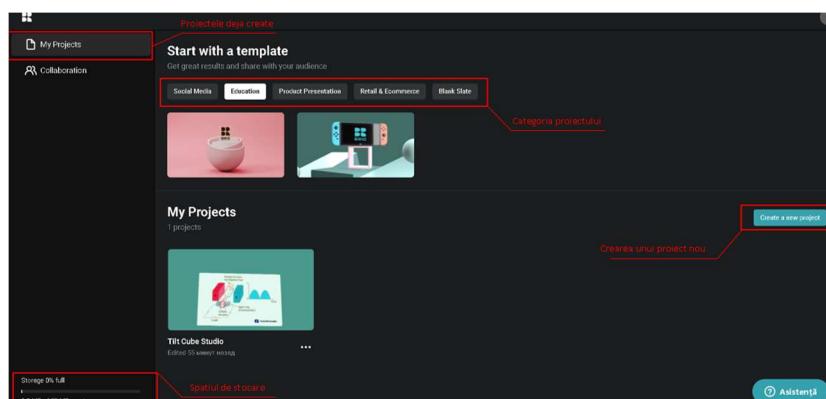


Figura 5. Interfața site-ului aplicației Brio

- Crearea unui proiect nou

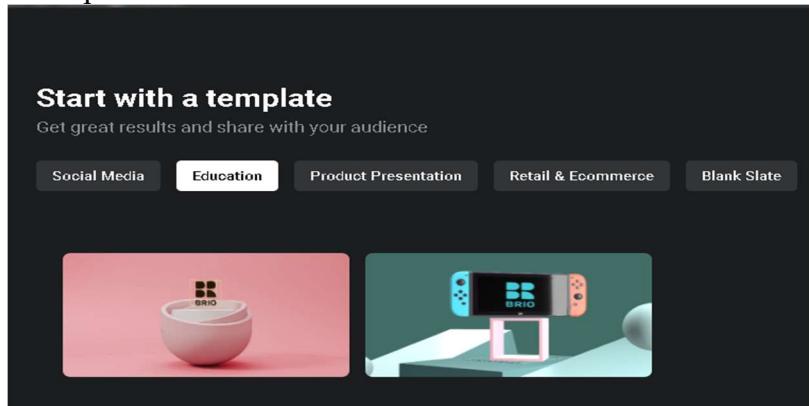


Figura 6. Crearea unui nou proiect

- Spațiul de creare a realității augmentate

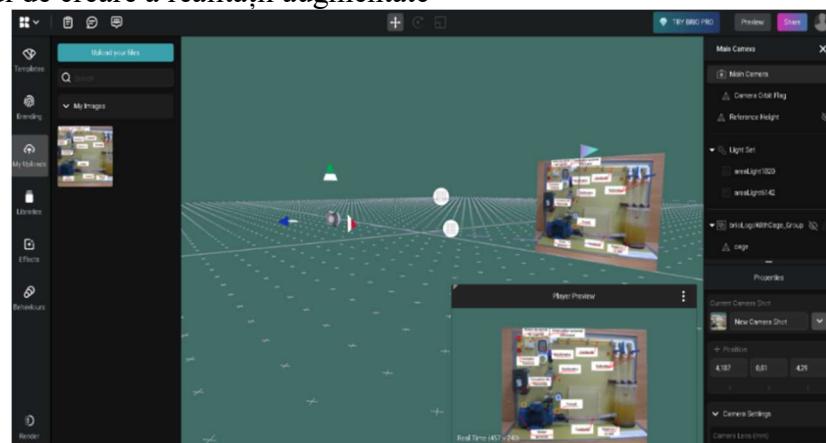


Figura 7. Crearea unui nou proiect

Spațiul de creare conține diferite instrumente pentru editarea conținutului înainte de a fi salvat. În scopul creării unui proiect de realitate augmentată pot fi încărcate diferite materiale bidimensionale sau tridimensionale din calculatorul utilizatorului. Aceste materiale pot fi editate prin diferite efecte vizuale [7].

Conținutul creat poate fi completat cu diferite figuri sau forme deja existente în inventarul programului. Totodată, atât obiectul creat camera care fixează acest obiect poate fi deplasată în

spațiu tridimensional pentru a stabili o poziție inițială a ei care ar cuprinde obiectele din cel mai bun unghi [7].

- Salvarea și exportul proiectului

După finalizarea unui proiect el este salvat în baza de date Brio și este creat un link și un QR cod de acces, în cazul materialelor utilizate ca suport în cazul activității didactice QR codul poate fi printat și fixat chiar de STAND-ul de laborator [7] Fig.8.

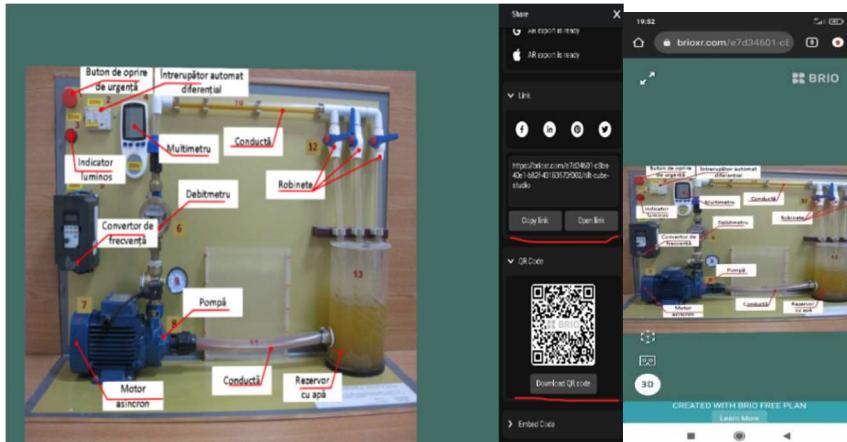


Figura 8. Exportul unui proiect și accesarea lui de pe telefonul mobil

După ce proiectul este salvat și exportat el poate fi accesat de pe orice dispozitiv care posedă funcția de scanare a codurilor QR prin intermediul camerei video.

Concluzii: În această lucrare a fost prezentată o descriere a aplicațiilor de realitate augmentată. Totodată, a fost reprezentată lista aplicațiilor gratuite de realitate augmentată și prezentat un exemplu de creare a unui proiect de completare a unei lucrări de laborator cu denumirea elementelor STAND-ului. Aplicațiile de realitate augmentată pot să aducă acea legătură tehnologizată dintre profesori și studenți. Ele completează cu informații (text, grafică în format bidimensional și tridimensional) facilitând însușirea de către studenți a materialului universitar.

Mulțumiri. Sunt acordate sincere mulțumiri profesorului emerit, doctor habilitat în științe tehnice domnului Stratan Ion pentru tot suportul teoretic și practic, pentru stabilirea direcțiilor corecte și stabilirea autenticității temei și actualității temei alese.

Confirmare. Această lucrare a fost realizată ca studiu în cadrul proiectului "Soluții tehnice ecoiNovative de Eficientizare a consumului de energie în clădiri și elaborarea opțiunilor de dezvoltare a rețelelor inteligente cu integrarea avansată a energiei regenerabile în R.M. (SINERGIE)"

Referințe

1. José María Ariso. *AUGMENTED REALITY*. Berlin, Germany. 331 p.
2. J. Carmigniani and B. Furht. *Augmented Reality: An Overview*. Florida, USA. 45 p.
3. R. Silva, J. C. Oliveira, G. A. Giraldi *Introduction to Augmented Reality*.
4. K. Ahlers and A. Kramer. *Distributed augmented reality for collaborative design applications*. European Computer Industry Research Center, 3-14, 1995.
5. S. Andrei, D. Chen, C. Tector, A. Brandt, H. Chen, R. Ohbuchi, M. Bajura, and H. Fuchs. Case study: Observing a volume rendered fetus within a pregnant patient. *Proceedings of IEEE Visualization*, 17-21, 1993.
6. R. Chinthammit et al. Head tracking using the virtual retinal display. *Second IEEE and ACM International Symposium on Augmented Reality*, 235-242, 2001.
7. <https://brioxr.com/>

APLICAȚIA INDUSTRIALĂ A EFECTULUI ELECTRO-HIDRAULIC ÎN MAȘINELE DE ȘTANȚAT

Andrei MEDEIȘA

*Departamentul Inginerie Electrică, Grupa IE-20M, Facultatea Energetică și Inginerie Electrică,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova*

Autorul corespondent: Andrei Medeiaș, medeishandrei@gmail.com

Rezumat: Ștanțarea electro-hidraulice este un proces industrial în care metalul este ștanțat sub acțiunea presiunii ridicate a unui fluid. Efectul aplicat în acest tip de ștanțare este electro-hidraulic, ceea ce face posibilă creșterea presiunii și a forței lichidului aplicat pe metal, folosind energia tensiunilor înalte formate între electrozi, introduși într-un vas cu lichid. În lucrare sunt prezentate rezultatele obținute experimentale privind aplicarea acestui efect.

Cuvinte cheie: efect electro-hidraulic, capacitate, plasmă, ștanțare, presiune.

Introducere

Omul a învățat să obțină energie din orice, s-o transforme după interesele sale. Ajunși la etapa actuală de dezvoltare a civilizației, constatăm că cea mai simplă și eficientă formă de producere, transport, repartizare și consum a energiei este energia electrică [1].

Energia electrică poate fi ușor convertită în alte forme de energie, ca de exemplu în energie mecanică, ce poate fi utilizat în procese industriale, inclusiv la ștanțarea metalelor. Ștanțarea metalului este deformarea plastică a unui material cu o schimbare a formei și dimensiunilor. Procesul de ștanțare necesită prese care deformează metalul, dar presele necesită 2 matrice, una pentru partea exterioară, montată pe partea staționară, celalătă pentru partea interioară, pe care se află mecanismul de impact. Fabricarea matricelor necesită consumul de metal pentru ca formele și dimensiunile să fie cât mai asemănătoare. De asemenea, nu toate presele au capacitatea de a ștanța metale la grosimi mari, ceea ce complică procesul tehnologic.

Considerăm că aplicarea efectului electro-hidraulic pentru obținerea impulsurilor de foarte mare presiune ar simplifica construcția mașinilor de ștanțat sau deformare, ar face posibilă raționalizarea procesului.

Esența fizică a efectului electro-hidraulic

Efectul electro-hidraulic (EEH) este o metodă industrială de transformare a energiei electrice în energie mecanică, cu excepțarea legăturilor mecanice intermediare. Efectul electro-hidraulic a fost inventat de către L.A. Yutkin și L.I. Golțova în 1950, ceea ce a marcat începutul dezvoltării unei noi direcții în știință și tehnologie.

O undă de soc se obține în urma producerii plasmei între doi electrozi la descărcarea electrică într-un mediu lichid. Unda de soc se transmite prin mediul lichid către semifabricat pentru realizarea deformării. Energia electrică se stochează într-o baterie de condensatoare cu capacitatea de 50...1500 μF, la un potențial înalt de 5...40 kV. La închiderea circuitului, curentul electric cu intensitatea de mai multe mii de amperi trece prin spațiul dintre electrozi într-un timp mai mic de 0,1ms, dând naștere unei plasme termice care provoacă vaporizarea apei în jurul electrozilor și formarea șocului de presiune [2].

Fenomene și efecte care apar la o descărcare electrică într-un lichid

Cercetările efectuate de V.I. Ushakov [3] au confirmat presupunerea/ideea că, în funcție de anumite condițiile există diferite mecanisme de străpungere a spațiului dintre electrozi. S-a stabilit, de asemenea, că cele două etape principale ale străpungerii, inițierea (aprinderea) descărcării și dezvoltarea descărcării, pot dифeri ca natură chiar și într-un moment de străpungere. În primul caz,

lichidul se dezvoltă în interelectrodului cu o viteză mare (până la $10^7 \dots 10^8 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$). Pentru efectuarea *stadiul de aprinderii* în lichid descărcării electrice se pot distinge cel puțin patru mecanisme diferite, cum ar fi prin bule, microexplozie, ionizare și electrotermie [3].

În activitatea sa de cercetare, Vladislav Aleksandrovich Panov [4] a efectuat experimente privind străpungerea electrică a apei, unde în timpul lucrării au fost dezvăluite fenomenele de formare a unui încelis de vapori-gaz.

În timpul lucrărilor experimentale de descărcare electrică în apa au fost dezvăluit fenomenul de formare a unui încelis de vapori-gaz pe electrozi. La tensiuni mici, $U_0 < 0,5 \cdot U_{st}$, nu există modificări vizibile vizual în spațiul dintre electrozi. Începând cu o tensiune de $0,5 \cdot U_{st}$ se face vizibilă o neomogenitate optică, dezvoltându-se mai ales de la anodul ascuțit spre catod. Apoi, pornind de la un nivel de tensiune de $0,7 \cdot U_{st}$, în cel puțin prima jumătate a durei impulsului, la anod se formează o regiune stabilă de vapori-gaz (VG), care în cele din urmă se fracționează în mai multe bule mici [4].

Șocul electro-hidraulic format de canalul de descărcare și de încelisul cu vaporii de gaze, chiar și în volume foarte mari de lichid, determină apariția unor presiuni de zeci și sute de mii de atmosfere, adică cu două până la patru ordine de mărime mai mari decât presiunile din canalul de descărcare. Expansiunea are loc într-un timp puțin mai lung decât durata frontului primei semi-unde a impulsului curent. Această perioadă se caracterizează printr-o creștere extremă de rapidă a câmpului magnetic propriu al descărcării și fenomene pronunțate de skin-efect, însotite de transferul aproape a întregii energii transportate de canalul de descărcare către periferia sa și formarea unui aşa-numit „skin-încelis”, ce reprezintă un încelis de material-energie cu presiuni diferite. Presiunea scade de la încelisul structurii canalului de descărcare ($2 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$) spre centrul canalului ($0 \dots 2 \cdot 10^6 \text{ Pa}$) atât de repede încât în unele cazuri se poate forma un vid în centrul canalului [5].

Studiul dispozitivului de ștanțare electro-hidraulic

Metodele cunoscute de ștanțare, tragere, îndoire și efectuarea altor operații de deformare a materialelor plastice din tablă sau materiale plastice presupun folosirea unor prese hidraulice/pneumatice sau mecanice, în care se creează presiunea fluidului cu ajutorul unităților de pompă sau compresoare. Metoda de ștanțare prin impuls, în care piesa de prelucrat este antrenată de undele de șoc generate într-o cameră închisă umplută cu lichid, conectată printr-un canal de frâna cu un receptor parțial umplut cu același lichid. Dispozitivul pentru ștanțare electrohidraulică este prezentat schematic în Fig. 1 [6].

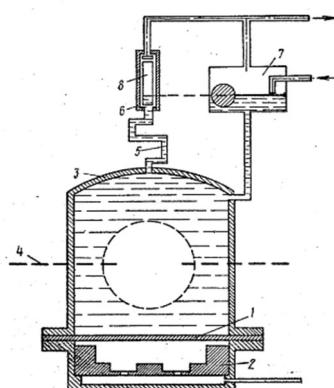


Figura 1. Dispozitivul de ștanțare electro-hidraulic [6]

Piesa de prelucrat 1 este instalată deasupra matricei 2 într-o cameră închisă 3, umplută cu un fluid de lucru, în care există o sursă de energie pulsantă, conectată la electrozii 4. Prin canalul de frâna 5, camera este conectată la receptorul 6, în care se menține un nivel constant al lichidului, prin rezervorul de scurgere 7 conectat la cameră. Cavitatea receptorului de deasupra lichidului este aspirată cu o pompă de vid conectată la receptor. Adâncimea vidului este aleasă astfel încât lichidul din receptor să nu fierbă la o anumită temperatură, un vizor 8 servește pentru controlul vizual. Vidul

din camera de sub produs trebuie să fie cu cel puțin un ordin de mărime mai mare decât vidul de deasupra produsului. Aplicarea vidului îndepărtează expansiunea opusă a cavității, extinzând astfel cavitatea în sine și mărind energia pe pereții săi, ceea ce crește deformarea piesei de prelucrat.

Studiul experimental al ștanțării electro-hidraulice și rezultatele obținute

Pentru a studia efectul electro-hidraulic, a fost necesară proiectarea și asamblarea unei machete funcționale pentru ștanțarea/deformarea materialelor în folosind efectul electro-hidraulic. Cercetarea s-a desfășurat în etape, adăugând bănci de condensatoare de diferite tensiuni și capacitați. Valorile electrice au fost înregistrate cu ajutorul unui wattmetru digital. Studiile de ștanțare electro-hidraulică au fost efectuate pe folie de aluminiu cu o grosime de 0,5 mm, dar cu rezistență suficientă pentru a-și păstra forma după procesul de deformare.

La etapă preliminară au fost folosite bateriei cu patru bănci de condensatoare de tip K41-1a, conectate în paralel cu electrodul de lucru. Tensiunea la bornele acestei baterii de condensatoare s-a aplicat tensiunea de 6,3 kV, capacitatea totală constituind 0,3 μF. Ca electrod pozitiv de lucru a fost folosit un fir de înaltă tensiune cu conductor din cupru, plasat într-un recipient metalic cu un fluid de lucru de volumul de 150 ml. După o anumită perioadă de timp, s-a testat că a fost efectuată caracterizarea calității sondelor din folie de aluminiu. Se poate observa din figura 2, că se formează adâncituri pronunțate de formă emisferică, acolo unde a fost localizat electrodul pozitiv. La formarea descărcărilor de lungă perioadă de timp, a fost evidențiată defalcarea foliei cu formarea unei fisuri.



Figura 2. O sondă cu folie zero după testări prelăuire

Totuși, au avut loc evaporarea electrodului din cupru, ce ne-a determinat să-l înlocuim la următoarele etape cu un electrod din fier. În Tab.1 sunt prezentate rezultatele cercetărilor a ștanțării electro-hidraulice la diferite etape de executare.

Tabelul 1

Rezultatele cercetărilor a ștanțării electro-hidraulice la diferite etape de executare

Numărul etapei	Capacitatea condensatorului C_{Σ} (μF)	Tensiunea la bornele condensatorului U_{Σ} (kV)	Curentul descărcării electrice (A)	Puterea consumată (W)	Energia acumulată la bornele condensatorului E (J)
1	0,3	6,3	3,7-5	282-300	6
2	3,25	3	7-10	400-600	14,63
3	0,28	9,3	4-5,7	300-900	12,11
4	0,024	10	5-11	800-1000	1,2

Pentru a determina energia eliberată de condensator, aplicate pe electrozi de lucru, se folosește formula:

$$E = \frac{C_{\Sigma} \cdot U_{\Sigma}^2}{2} \quad (1)$$

Probleme ecologice

Mediul în care funcționează aparatul în funcție de efectul electrohidraulic este un lichid, ce reprezintă apă. În timpul testării unui model funcțional prin șanțare electro-hidraulică, s-a constatat o schimbare vizibilă a culorii lichidului, din cauză evaporării electrodului din cupru și fier. În Tab.2 se prezintă rezultate analizei de laborator a probelor de apă uzată.

Tabelul 2

Probele apei în dependență de tipul electrodului	Rezultate probelor de apă		Nivelul maxim admisibil ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) [7]
	Componența fierului în apă cercetată ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	Componența cuprului în apă cercetată ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	
Fără electrod	0,06	0,03	
Cu electrod din Cu	-	1,2	Fe \leq 0,03
Cu electrod din Fe	4,2	-	Cu \leq 1

Concluzii

Efectul electro-hidraulic este o metodă de conversie industrială a energiei electrice în energie mecanică, fără implicarea elementelor mecanice intermediare. Pentru formarea șocului electrohidraulic, este necesară spargerea lichidului cu ajutorul unei descărcări electrice, care formează o presiune mare. Una dintre numeroasele aplicații ale acestui efect este șanțarea electro-hidraulică. Având în vedere că sistemul în sine are o serie de avantaje, dar există și o serie de factori negativi, cum ar fi contaminarea lichidului cu ioni metalici de la electrozi. În acest caz, folosind purificarea apei prin schimb de ioni și osmoză inversă, poluarea poate fi redusă.

Referințe:

- AMBROS T. *Mașini electrice. Transformatoare și mașini asincrone. Volumul I.* Chișinău: Editura „Tehnica-UTM”, 2016. ISBN 978-9975-910-95-8.
- CHIRU A., BENEÀ B. *Tehnologii noi pentru fabricarea autovehiculelor* [online]. pp. 211. [accesat 13.02.2022]. Disponibil: <https://ru.scribd.com/doc/144937071/Tehnologii-noi-de-fabricatie-in-industria-Auto>.
- IUTKIN, L.A. Elektrohidravliceskii effekt i ego primenenie v promišlennosti. Editura „Leningradskoe otdelenie ordena Trudovogo Krasnogo Znameni izdatelstva „MAŠINOSTROENIE”, 1986. IB Nr.4232.
- Izvestia Tomskogo politehniceskogo universiteta. 2006. T.309. №2. Ušakov, V.I. ed. Impulsnii electriceskii proboi kondensirovannih sred (Dostijenia vîsokovoltnikov TPU za 60 let). 2006, pp.58-63 [online]. [accesat 13.02.2022]. Disponibil: https://www.lib.tpu.ru/fulltext/v/Bulletin_TPU/2006/v309/i2/12.pdf
- Brevet. Iutkin, L.A., Gol'tova, L.I. Sposob impulsnoi stampovki, SU 459920 A1, 15.05.1983, [accesat 04.10.21]. Disponibil: https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet
- PANOV, V.A. *Ekspериментальные исследования электрического пробои в газожидкостных средах.* Moscow: Editura „Moskovschii Fiziko-Tehniceskii Institut (Gosudarstvenni Universitet)”, 2017. UDK 537.528, [online].[accesat 13.02.22]. Disponibil: https://jiht.ru/science/diss-council/diss_texts/PanovVA.pdf.
- SanPiN 2.1.4.1074-0, Moscow, Editura: „Minzdrav Rossii”, 2002, [accesat 22.10.21]. Disponibil: <https://in.minenergo.gov.ru/upload/iblock/6db/6dbc5a7d3f84b4a210f53160abeeb83.pdf>

ALGORITMI PENTRU CONTROLUL ȘI REGLAREA AUTOMATĂ A SISTEMELOR ELECTROMECANICE DISTRIBUITE PROGRAMABILE PENTRU STAȚIILE DE TRATARE A APELOR UZATE

Artiom MOLDOVAN

Școala Doctorală a Universității Tehnice a Moldovei, Departamentul Inginerie Electrică, Chișinău,
Facultatea Energetică și Inginerie Electrică, UTM, Republica Moldova

Artiom Moldovan , artiom.moldovan@ie.utm.md

Rezumat. În acest proiect, problema a fost dezvoltarea și implementarea unor sisteme electromecanice distribuite programabile bazate pe algoritmi de control și soluții tehnico-științifice avansate pentru creșterea calității și eficienței energetice a proceselor tehnologice de prelucrare a apelor uzate. Problema științifică importantă rezolvată este elaborarea de sisteme electromecanice programabile distribuite pentru automatizarea și eficientizarea proceselor tehnologice din cadrul stațiilor de epurare a apelor uzate.

Cuvinte cheie: stație de epurare, automatizări, sisteme electromecanice, eficiența energetică, procese tehnologice, SCADA.

Introducere

Apa este o resursă vitală pentru om, cu o mare importanță pentru societate. Este utilizată în toate sectoarele industriale, în agricultură, transport, producție de energie, infrastructură. Apele uzate conțin cantități semnificative de poluanți, care duc la epuizarea oxigenului din apă atunci când este evacuată direct în apele de suprafață [1]. Tratarea mecanică sau aşa cum este denumită și „etapa de tratare primară” este prima etapă în procesul de epurare a apelor uzate și are ca scop îndepărțarea în principal a materialelor solide din apele uzate, fie că plutesc la suprafața apei sau sunt în suspensie și care sunt separabile prin metode mecanice simple. Etapa de tratare mecanică cuprinde în principal următoarele activități, cărora le corespund instalațiile aferente [5]:

- Separarea materialelor plutitoare la suprafața apei;
- Separarea particulelor mari suspendate în apă;
- Reținerea nisipului din apele uzate;
- Separarea uleiului în apele uzate;
- Decantarea suspensiilor fine.

Descrierea generală a sistemului de tratare la etapa de tratare mecanică

Compoziția apelor uzate variază foarte mult în funcție de zonele în care sunt colectate. Poluanții care contaminează apă sunt în general solide sau compuși biodegradabili sau lent biodegradabili, nutrienți, substanțe toxice [1], agenți patogeni.

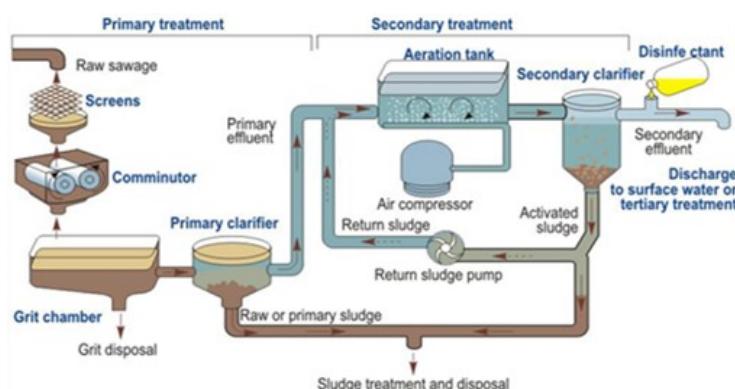


Figura 1. Schema bloc a stației de tratare a apelor uzate [1]

Astfel, o stație comună de tratare a apelor uzate, așa cum se arată în Fig. 1, include mai multe procese de tratare în mai multe etape. Fiecare etapă de tratament este concepută pentru a elimina un anumit tip de poluant. Obiectivul principal al epurării apelor uzate este de a permite deversarea apelor uzate urbane în apele de suprafață, asigurând astfel protecția mediului și a comunităților umane [1].

În sistemul electromecanic al grătarelor este implicat un motor asincron, care rotește transportorul în formă de greblă, iar murdăria mare din apă cade pe transportor, care este pus în funcțiune de un motor asincron. Modul de pornire automată se realizează în funcție de diferența de nivel dintre intrarea și ieșirea din grătare.

După ce trece apa prin sită, aceasta lovește cutia de nisip combinată cu separatoare de grăsimi. Pompa de nisip este antrenată de un motor asincron, motorul este pornit de sistemul automat când ruloul rulant este în mișcare. Macaraua rulantă este acționată de un motor asincron, care cuplează ambele roți ale podului. Puntea racletă rulează conform programului prestabilit în cicluri de către operator. Decantoarele primare au rolul de a reține particulele mici cu dimensiuni mai mici de 0,2 mm și care nu au fost reținute de deznisipator. Aceste particule sunt sub formă de fulgi sau sunt suspendate în apă deoarece au o densitate foarte apropiată de densitatea apei [3].

Epurarea biologică este o etapă superioară în procesul de epurare a apelor uzate urbane și este numită și epurare secundară, așa cum se arată în Fig. 2.

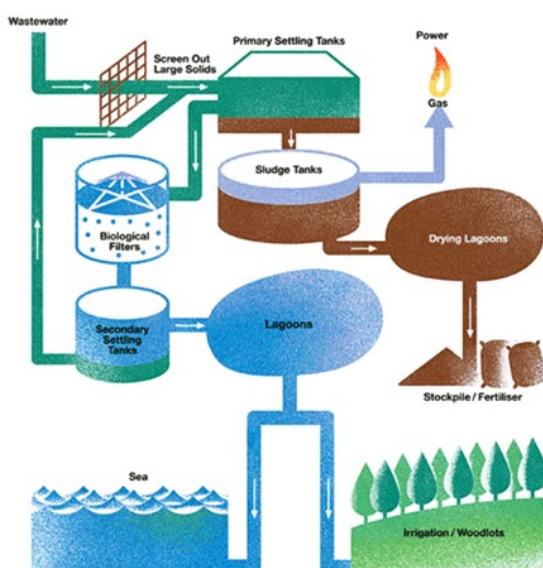


Figura 2. Schema bloc a tratamentului biologic [5]

Produsele organice din apele uzate sunt adsorbite și concentrate pe suprafața biomasei, unde sub acțiunea enzimelor eliberate de celulele microorganismelor, substanțele organice sunt descompuse în componente mai mici și pot pătrunde în celula microorganismelor unde sunt metabolizate. Prin metabolism se obțin produse de descompunere precum: CO₂, H₂O, energie, dar și noi microorganisme prin multiplicare. Rolul principal în purificarea biologică îl au bacteriile [2]. Aceste microorganisme care consumă materie organică din apele uzate pot trăi și se pot multiplica în prezența sau absența oxigenului.

Epurarea biologică se realizează în rezervoare cu nămol activ în care are loc aerarea artificială, prin introducerea aerului printr-un sistem de conducte. Există construcții în care epurarea biologică aerată a apei are loc în prezența unui amestec de nămol și apă uzată, accelerarea procesului se realizează prin introducerea unei cantități de nămol activ, numit aşa deoarece conține microorganisme care prelucrează substanțe organice în apă și prin suflarea de aer pentru a susține procesele de oxidare.

Algoritmi de control și reglare automată a sistemelor electromecanice distribuite în cadrul unei stații

În sala cu grătare sunt disponibile opt grătare. Lățimea sitei de 20 mm servește la curățirea apei uzate. Cinci canale sunt utilizate pentru instalarea ecranului fin cu funcționare mecanică automată.

Clădirea este dotată cu ventilatoare suplimentare. Ventilatoarele sunt controlate de termostatul de cameră local. Un detector de scurgeri de gaz este o rată necesară în această clădire. Reglarea automată a grătarelor stației de tratare a apelor uzate este prezentată în Fig. 3.

060 Coarse Screens Settings	
Parameters	Value
Working Mode	<input checked="" type="checkbox"/> Level Difference <input checked="" type="checkbox"/> Time Operating
Level Difference	Start Stop 0.08 m 0.03 m
Time operating	Working Time 1.00 min Pause Time 15.00 min
Continuous work	Level Difference Start 0.30 m Level Start 3.30 m Working Time 3 min
Additional Time for Conveyors 061AC001, 061AC002	5 s
Additional Time for Conveyor 061AC003A	5 s
Parameters	Value
Line No 1	Enable
Line No 2	Enable
Line No 3	Enable
Line No 4	Enable
Line No 5	Enable
Start Temperature 06AL101	25.00 °C
Stop Temperature 06AL101	24.00 °C
Level 061ML106 for Change Container	90.0 %

Figura 3. Reglarea automata a grătarelor rare si fine [5]

Nivelul apei în amonte și în aval de grătarele rare și fine este măsurat prin măsurători de nivel. O diferență de nivel predefinită a apei (aprox. 10 cm) începe operațiunea de curățare a unui grătar. Grătarele și transportoarele sunt interblocate și funcționează sincron. Transportoarele încep să funcționeze cu puțin timp înainte de funcționarea grătarelor. Când grătarele opresc o secvență de timp preselectată (30 de secunde) mai târziu, transportoarele se opresc și ele. Senzorul de nivel măsoară nivelul de umplere al containerului și permite schimbarea punctului de descărcare [5].

Deznisipatorul reprezintă prima etapă a procesului biologic, urmând principiile unui proces de adsorbție-nămol-activat. Îndepărțarea nisipului și rezervorul de aerare au funcția combinată, este tratarea biologică și îndepărțarea nisipului și grăsimilor. Reglarea automată a îndepărțării nisipului și grăsimii este prezentată în Fig. 4.

070 Grit and Grease Removal Settings		
Parameters	070PU1	070PU2
Period of Scraper Bridge	0 min	23 min
Number of Cycles	1	1
Delay at Position A	60 min	60 min
Delay at Position B	0 min	0 min
Level 070ML101		
Start Level 07AP50*	0.85 m	
Stop Level 07AP50*	0.55 m	
Time duty and standby 070AP501 și 070AP502	2.00 h	
Additional Time for 070AK001	10.00 s	

Figura 4. Parametrii de reglare ai deznisipatorului [5]

Două rezervoare sunt echipate cu o punte de raclere comună. Podul răzuitor îndepărtează nisipul și gunoiul. Puntea de raclere începe să ruleze din poziția de parcare din partea de affluent a rezervorului în direcția spre evacuare. Două pompe submersibile pentru nămol sunt instalate pe un pod. În timpul deplasării până la capăt, nisipul este pompat într-un canal de colectare a nisipului, un canal la 2 bazine. Amestecul nisip-apă curge gravitațional de la canalul de colectare la groapa comună de colectare a nisipului. Podul răzuitor este interblocați cu nivel în groapă cu pompe de transfer de nisip. Pompa de transfer de nisip este interblocață cu clasificatorul de nisip, pornirea pompei determină și pornirea clasificatorului de nisip. Dacă pompa se oprește, clasificatorul rămâne în funcțiune pentru o secvență de timp predefinită. La atingerea poziției de capăt a rezervorului.

După o perioadă preselectată, racleta își schimbă direcția de mișcare spre admisie. Pompa de nisip continuă să funcționeze până când puntea de raclere ajunge în poziția de parcare pe partea de admisie a rezervorului. Lama de gunoi este ridicată și menținută în poziția ridicată în timp ce racleta rulează înapoi la admisia rezervorului. Puntea racletă funcționează ciclic, controlat în timp de dulapul

de control. După un timp predefinit, secevență (4 ore), racleta începe să funcționeze pentru o cantitate predefinită de cicluri [5].

Buncările de nămol sunt conectate prin conducte de evacuare a nămolului DN 300 cu stația primară de pompăre a nămolului. La fiecare conductă de evacuare a nămolului este instalată o supapă acționată electric. Această stație de pompăre constă și în stație de pompăre a nămolului de return, echipată cu 2 pompe centrifuge ca pompe de return a nămolului la etapa combinată și camera de îndepărțare a grăsimilor. Pompele de return de nămol sunt controlate de convertizoare de frecvență. Un raport preselectat de nămol de return (13,6 % la debitul pe vreme uscată) calculează debitul de nămol de return necesar. Calculul se face cu un debit mediu de intrare, măsurat printr-o măsurătoare de debit, pe o perioadă de timp de 1 h înmulțit cu raportul dat. Cele patru robinete acționate electric din conductele de nămol de la buncărul de nămol al rezervoarelor sunt deschise, iar măsurarea debitului reglează debitul calculat. Aproximativ 80 % din debitul total de nămol return este pompat de o pompă. Reglarea automată a stației de pompăre a nămolului de return este prezentată în Fig. 5.

125 Return Sludge Pumping Station Settings	
Parameters	Value
Return Sludge range (120MF001)	1400.0 m ³ /h
Operation Time Duty and Standby	2 h
Parameters of PID regulator	
P	1.00
I	10.00
D	5.00

Figura 5. Parametrii de reglare automată a stației de pompăre nămol [5]

Stația de pompăre a nămolului digerat funcționează automat. Pompele de nămol digerat sunt controlate de un senzor de nivel instalat în interiorul puțului situat între digestorul aerob și rezervorul de sedimentare primară.

Deoarece digestorul aerob este un rezervor cu flux, nămolul digerat în funcție de cantitatea de nămol brut de intrare se revarsă într-o conductă care direcționează nămolul digerat prin gravitație printr-un puț către stația de pompăre a nămolului digerat printr-o tragere deschisă acționată electric. În colectorul de aspirație, valoarea pH-ului și temperatura sunt măsurate și transferate în sistemul SCADA [2]. Datele sunt doar cu titlu informativ.

Pompele sunt acționate într-o secevență alternativă pentru a minimiza uzura pompelor. Ciclul între pompe se face automat când a trecut un timp de funcționare preselectat. Reglarea automată a stației de pompăre a nămolului digerat este prezentată în Fig. 6.

315 Digested Sludge Pumping Station Settings	
Parameters	Value
Start Level 400.4ML101 for pumps 315AP***	0.00 m
Stop Level 400.4ML101 for pumps 315AP***	0.00 m
Max Alarm Level 400.4ML101	0.00 m
Minimal Dry Solid Concentration to Stop	0.00 mg/l
Expected Daily Quantity	0.00 m ³ /d
Operation Time Duty and Standby	0 h
Setting for Fans 315AL001	
Start Temperature	0.00 °C
Stop Temperature	0.00 °C
Setting for Heating 315AL006	
Start Temperature	0.00 °C
Stop Temperature	0.00 °C

Figura 6. Parametrii de reglare automată a stației de pompăre nămol [5]

Nămolul îngroșat este aspirat de 2 pompe. Conducta de evacuare este prevăzută cu o măsurătoare de solid uscat, care împreună cu senzorul de nivel al păturii de nămol oprește sau pornește pompele de evacuare.

Un nivel de nămol aprox. 0,20 m mai sus decât un nivel preselectat cca. 4,0 m pune pompele în funcțiune. La 30 cm sub acest nivel, pompa se oprește. Conducta de aspirație este prevăzută cu o măsurătoare de solid uscat. O valoare minimă a solidului uscat de aprox. 4,5 % corespunde unui nivel minim al păturii de nămol care oprește pompele de evacuare. O valoare maximă a solidului uscat de aprox. 5,0 % va corespunde nivelului maxim al păturii de nămol care pornește pompele de evacuare [5].

Rezervorul de precipitant este prevăzut cu senzori de nivel. Patru pompe de dozare a precipitantului furnizează clorura ferică către conductele de evacuare a nisipului și îndepărarea grăsimii. Două dintre aceste pompe de dozare a precipitantului furnizează clorura ferică către conducta din camera de nisip, care este alimentată prin camera de distribuție. Această linie include un senzor de debit.

Concluzii

În urma monitorizării stației s-a constatat că cu ajutorul implementării acestor algoritmi de control, poluanți care ieșe din stație, se încadrează în limitele prevăzute de legislație, având un impact minor asupra mediului. După automatizarea fiecărui obiect din stație, echipamentul funcționează cu o eficiență de 60% față de sistemul neautomatizat. În fiecare secundă se salvează datele de la toți senzorii din stație, pe baza acestor date, se generează rapoarte automate, sau generate de către operatori la momentul dorit, cu ajutorul acestor parametri din sistemul SCADA se poate analiza eficiența energetică a sistemelor electromecanice distribuite în stația de tratare a apelor uzate și calitatea apei în urma implementării acestor algoritmi de monitorizare și control.

Referințe

1. A. MOLDOVAN, I. NUCA, "Automation of Wastewater Treatment Plant", SIEMEN 2019. Moldova, Chișinău.
2. NUCA ILIE, Acționări electrice. Note de curs. Chișinău, 2011, 90 p. (format electronic).
3. <http://elearning.utm.md/moodle/course/view.php>.
4. V. IVANOV, Sisteme integrate de monitorizare și control pentru echipamente electrice, Editura Universitară, Craiova, 2008.
5. MILICI L.D., MILICI M.R, Aplicații ale sistemelor de monitorizare și transmisii de date. Editura didactică și pedagogică, București, 2014, ISBN 978-973-30-3639-5, 202 pag.
6. Functional Design Script, nepublicat.

IDENTIFICAREA CAPACITĂȚII DE TRANSPORT A UNEI LINII DE DISTRIBUȚIE ÎN PREZENȚA GENERĂRII DISTRIBUITE

Iulian ROTARI, Adrian ROTARU*

Departamentul Energetică, Facultatea Energetică și Inginerie Electrică,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Adrian Rotaru, adrian.rotaru@bte.utm.md

Rezumat Problemele legate de poluare și încălzirea globală au determinat dezvoltarea accentuată a tehnologiilor de producere a electricității din surse de energie regenerabilă, adică a surselor distribuite de energie electrică. Prezența pe scară largă a surselor de generare distribuită, conectate direct la rețelele electrice de distribuție, duce la faptul că aceste sisteme devin din ce în ce mai complexe.

Cuvinte cheie: surse de generare distribuită, pierderi de putere, pierderi de tensiune.

Introducere

După cum se știe prezența surselor distribuite modifică pierderile de tensiune și circulația de puteri prin elemente rețelelor electrice la care sunt conectate și implicit pierderile de putere prin acestea. Efectul conectării surselor distribuite la rețelele electrice este pozitiv atunci când sursele distribuite conduc la scăderea încărcării tronsoanelor și, respectiv, la reducerea pierderilor de putere și energie electrică.

Variatărea pierderilor de putere în rețelele electrice în prezența surselor distribuite este pronunțat influențată atât de puterile furnizate de aceste surse, cât și de locul de amplasare. În legătură cu aceasta apare problema privind amplasarea optimă a acestor surse în nodurile rețelei electrice precum și identificarea sensibilității locului de amplasare și puterilor furnizate de aceste surse asupra pierderilor de putere și implicit a energiei electrice.

În vederea studierii influenței locului de amplasare a surselor distribuite asupra pierderilor de putere în continuare se prezintă o metodă de identificare a locurilor optime de amplasare a acestor surse distribuite de energie [4].

1. Determinarea capacitatii de transport a unei linii de distribuție

Puterea totală expediată consumatorului prin linia electrică se definește astfel:

$$S_{GD} = \sqrt{P_{GD}^2 + Q_{GD}^2}; \quad (1)$$

unde: $P_{GD}=P_S+\Delta P_l$; $Q_{GD}=Q_S+\Delta Q_l$;

Pierderile de putere activă se determină cu relația:

$$\Delta P_l = \frac{(P_S^2 + Q_S^2)}{U_S^2} \cdot R_l; \quad (2)$$

Se consideră că sarcina distribuită este conectată la barele coborâtoare ale stației electrice Fig.1

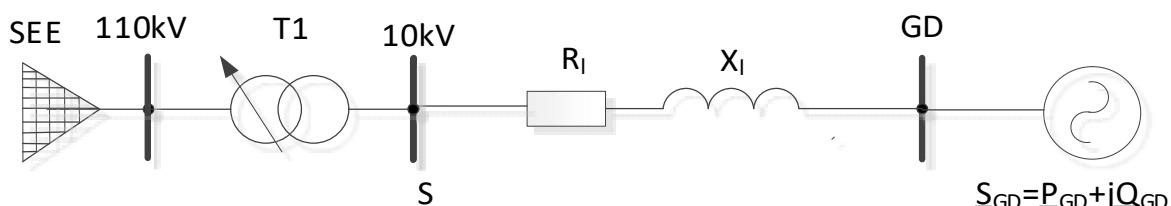


Figura 1. Conectarea sursei distribuite la barele coborâtoare ale stației electrice

Tensiunea pe barele sursei de generare distribuită se evaluează cu relația [8]:

$$U_{GD} = U_S + \Delta U_l = U_S + \frac{P_S \cdot R_l + Q_S \cdot X_l}{U_S}; \quad (3)$$

$$U_{GD} \cdot U_S = U_S^2 + P_S \cdot R_l + Q_S \cdot X_l; \quad (4)$$

De unde se obține:

$$P_S = \frac{U_{GD} \cdot U_S - U_S^2 - Q_S \cdot X_l}{R_l}. \quad (5)$$

Înțînd cont că:

$$X_l = R_l \cdot \operatorname{tg}\varphi_l; Q_S = P_S \cdot \operatorname{tg}\varphi_S; \dots \quad (6)$$

relația (4) devine:

$$P_S = \frac{U_S \cdot \Delta U_l}{R_l(1 + \operatorname{tg}\varphi_S \cdot \operatorname{tg}\varphi_l)}. \quad (7)$$

2. Stabilirea dependenței dintre capacitatea de transport și parametrii pasivi ai liniei

Din analiza Ec. (7) rezultă că puterea activă maximă primită de consumator atinge valoarea maximă dacă se îndeplinește măcar o condiție:

- $\operatorname{tg}\varphi_S = 0$, ce are loc în caz dacă se compensează total puterea reactivă absorbită de consumator;
- $\operatorname{tg}\varphi_l = 0$, ce are loc în caz dacă se compensează total reactanța inductivă a liniei electrice.

În aceste ipoteze de calcul puterea activă absorbită de consumator se evaluează cu relația:

$$P_S = \frac{U_S \cdot \Delta U_l}{R_l}. \quad (8)$$

În conformitate cu GOST-13109/97 abaterea limită de tensiune în nodurile rețelei electrice nu trebuie să depășească 10%. Atunci regimurile maxime admisibile pot fi atinse dacă $U_{GD}=1,1 U_{nom}$, iar $U_S=0,9 U_{nom}$. În acest caz pierderile de tensiune pe linie se estimează cu relația:

$$\Delta U_l = 0,2 U_{nom}. \quad (9)$$

Dacă substituim Ec.(9) în Ec.(8) se obține relația pentru determinarea puterii maxime primită de consumator:

$$P_S = \frac{0,9 \cdot U_{nom} \cdot 0,2 \cdot U_{nom}}{R_l} = \frac{0,18 \cdot U_{nom}^2}{R_l}. \quad (10)$$

Valoarea relativă a puterii active primită de consumator se definește astfel:

$$P_S^* = \frac{P_S}{P_S^{\max}} = \frac{U_S \cdot \Delta U_l}{R_l(1 + \operatorname{tg}\varphi_S \cdot \operatorname{tg}\varphi_l)} = \frac{1}{(1 + \operatorname{tg}\varphi_S \cdot \operatorname{tg}\varphi_l)}. \quad (11)$$

$$\text{unde: } P_S^{\max} = \frac{U_S \cdot \Delta U_l}{R_l} = \frac{0,18 \cdot U_{nom}^2}{R_l}.$$

În Fig.2 sunt prezentate setul de curbe ce reprezintă dependența puterii active primită de consumator față de tangenta defazajului de unghi al liniei ($\operatorname{tg}\varphi_l$) și tangenta defazajului de unghi al consumatorului ($\operatorname{tg}\varphi_S$) la care este conectată sursa distribuită.

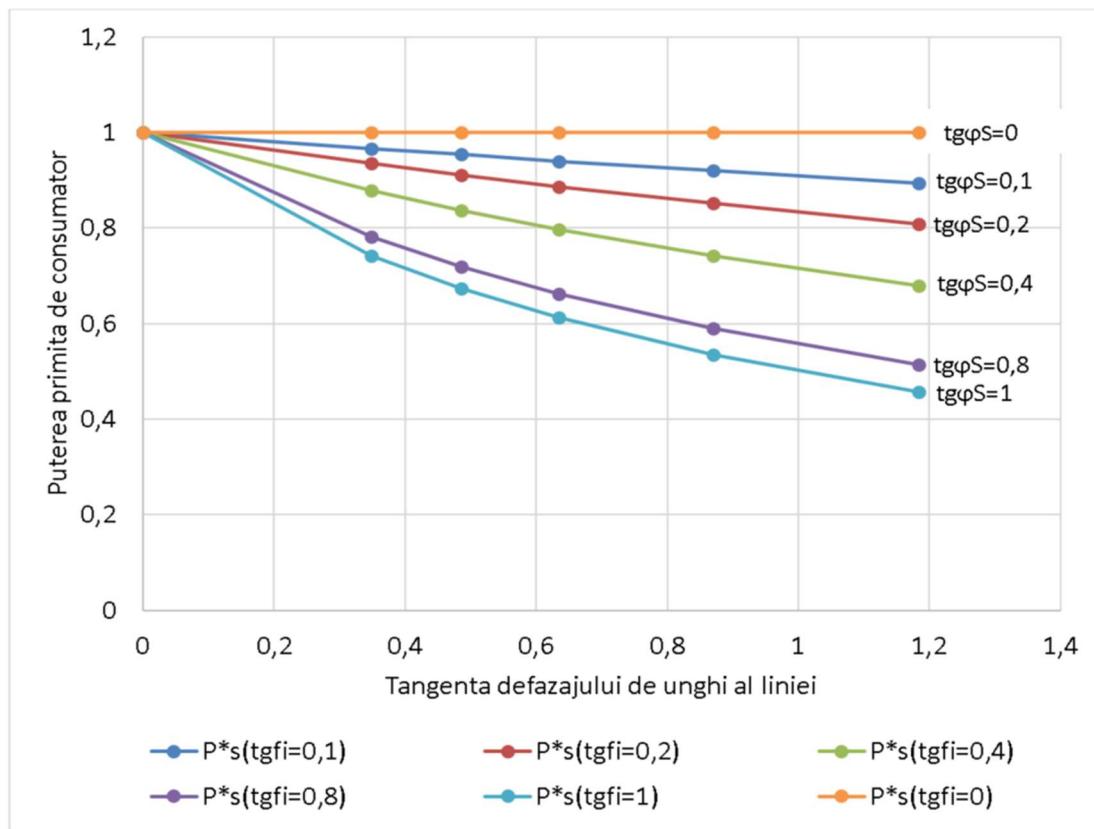


Figura 2. Dependența puterii active primită de consumator față de tangenta defazajului de unghi al liniei și a defazajului de unghi al sarcinii

Concluzii

Scopul acestei lucrări a fost determinarea capacitatei de transport a liniei electrice de distribuție destinată pentru conexiunea unei surse de generare distribuită. Aspectul dat este viabil la ora actuală în Republica Moldova din cauza promovării pe larg a generării distribuite din surse regenerabile de energie cu avantajele corespunzătoare pentru independența energetică a Republicii Moldova, cât și avantajele asupra mediului ambiant. Capacitatea de transport a unei linii electrice depinde de nivelul de tensiune de la barele stației unde este conectată linia, acest nivel poate fi setat prin intermediul transformatorului de putere din stația electrică care de obicei este dotat cu dispozitiv de reglare a tensiunii sub sarcină dacă se discută despre liniile de distribuție de medie tensiune. În orice caz nivelul de tensiune nu trebuie să iasă din limitele stabilite de standardele în vigoare, și cu cât nivelul de tensiune în punctul de conexiune a liniei este mai mic cu atât capacitatea de transport al liniei este mai mare. Capacitatea de transport depinde și de raportul dintre rezistență activă și reactanță inductivă a liniei, exprimat în relația finală prin tangenta unghiul φ_s , în acest caz cu cât valoarea tangentei este mai mare cu atât capacitatea de transport a liniei este mai mică. În acest caz o măsură pozitivă ar fi compensarea longitudinală.

Confirmare

Această lucrare a fost realizată ca studiu în cadrul proiectului "Soluții tehnice ecoInovative de Eficientizare a consumului de energie în clădiri și elaborarea opțiunilor de dezvoltare a rețelelor inteligente cu integrarea avansată a energiei regenerabile în R.M. (SINERGIE)".

Mulțumiri

Sunt acordate sincere mulțumiri profesorului universitar, doctor habilitat în științe tehnice domnului Stratan Ion pentru tot suportul teoretic și practic, pentru stabilirea direcțiilor corecte și stabilirea autenticității temei și actualității temei alese.

Referințe

1. BRAGA D., *Integration of energy storage systems into the power system for energy transition towards 100% renewable energy sources*. In: Energy and Environment: proc. of the 10th intern. conf., Bucharest, October 14-15, 2021, în tipar.
2. BRAGA D. Photovoltaic Technical Potential in Republic of Moldova. In: 2021 International Conference on ENERGY and ENVIRONMENT (CIEM), 2021. In: Energy and Environment: proc. of the 10th intern. conf., Bucharest, October 14-15, 2021, în tipar.
3. MURDID E., STRATAN I.. *Optimal PMU Placement and Algorithms Development of Accelerated Calculations of State Estimation Performance in Power Systems*. In: Electromechanical And Energy Systems: proc. of. the 13th intern. conf., Chisinau, October 7-9, 2021, pp. 115-120.
4. ROTARI I., ROTARU A.. *The analysis of the sensitivity of the active power losses in relation to the powers*. In: Electromechanical And Energy Systems: proc. of. the 13th intern. conf., Chisinau, October 7-9, 2021, pp. 150-154.
5. BRAGA D. *Optimal capacity and feasibility of energy storage systems for power plants using variable renewable energy sources*. In: Electromechanical And Energy Systems: proc. of. the 13th intern. conf., Chisinau, October 7-9, 2021, pp. 87-91.
6. SANDULEAC M., EREMIA M., TOMA L., DAMIAN C., GAVRILAŞ M., GRIGORAŞ G., STRATAN I., GROPA V.. *Islanded microgrids control by using grid former and synthetic slack bus concept. A preliminary analysis*. In: Electromechanical And Energy Systems: proc. of. the 13th intern. conf., Chisinau, October 7-9, 2021, pp. 231-236.
7. KIORSAK M., TURTURICA N., *Simulation of filters of six symmetrical components of currents (voltages) of controlled self-compensating power lines*. In: Electromechanical And Energy Systems: proc. of. the 13th intern. conf., Chisinau, October 7-9, 2021, pp. 371-375.
8. GORAŞ S., ROTARI I. *Analiza sensibilității pierderilor de putere activă în raport cu puterile nodale*. In: Technical-scientific of undergraduate, master and phd students: proc. of. nation. conf., Chisinau, March 23-25, 2021, vol. 1, pp. 123-126.

SCHEMA TRIUNGHI CU REGLARE ÎN TRIUNGHI UTILIZATĂ LA CONTROLUL MĂRIMIILOR DE STARE A LINIILOR ELECTRICE

Sveatoslav POSTORONCĂ

Școala Doctorală a Universității Tehnice a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

Autorul corespondent: Sveatoslav Postoroncă, sveatoslavpostoronca@gmail.com

Rezumat. Lucrarea se referă la domeniul rețelelor inteligente (Smart Grid) și este dedicată descrierii unei soluții simple, propuse pentru creșterea nivelului de performanță în funcționarea sistemului electroenergetic prin intermediul reglajului nivelului de tensiune și al unghiului de defazaj în liniile electrice, realizată în forma unei scheme triunghi cu reglare în triunghi. Aceasta reprezintă o variantă topologică din familia transformatoarelor Sen (TS), echipamente moderne de control a mărimiilor de stare în liniile electrice, ce fac parte din aria dispozitivelor FACTS (Flexible Alternating Current Transmission Systems), proporțiile de utilizare a căror cresc rapid, grație dezvoltării electronicii de putere. Scopul descrierii constă în extinderea cunoașterii categoriilor și a tipurilor de dispozitive menționate în materie de avantaje/neajunsuri pentru a argumenta raționalitatea aplicării în contextul tehnic concret.

Cuvinte cheie: dispozitive FACTS, nivel de tensiune, reglaj, schemă triunghi, transformator Sen.

Introducere

Odată cu creșterea în întreaga lume a cererii de energie și cu extinderea către toate categoriile de consumatori a dezideratului de aprovizionare cu energie sigură, ecologică și accesibilă la preț, contribuția decisivă în soluționarea căreia-i revine formei de energie electrică, a fost și rămâne a fi stringentă necesitatea evoluției acestui sector spre noi trepte de performanță. Sistemul electroenergetic modern trebuie, din punct de vedere tehnic, să fie conform unui set de criterii, ce țin de: capacitate înaltă de transport a energiei; nivel minim de pierderi; reziliență la factorii destabilizaitori interni și externi; stabilitate și fiabilitate de funcționare; flexibilitate, posibilitate de digitalizare, reducerea până la excluderea totală a cantităților de emisii poluante în mediu etc. În multimea dimensiunilor parcuse în sensul atingerii obiectivului evocat, aria procedeelor de control al tensiunii, impedanței liniei și al fluxurilor de putere a este un obiect prioritar important pentru rețelele electrice. Direcția de cercetare electronică de putere a oferit ca produs inovativ dispozitive flexibile de reglaj FACTS, introduse în SUA în anii '80 ca soluții tehnice, prin implementarea căror se realizează controlul indicatorilor menționați, în mod automat, cu mare precizie și operativitate.

În cele două decenii recente, o cunoaștere nouă capătă aceste preocupări în procesul de avansare a conceptului generare distribuită, cu atât mai punctat, dacă include și valorificarea surselor de energie regenerabilă. Condiționat de faptul, că producția distribuită de energie electrică se caracterizează prin utilizarea masivă a surselor de putere instalată mică și raportul dintre energia produsă față de cea consumată este mic, stabilitatea de menținere a indicatorilor de calitate la funcționarea acestor sisteme se va reduce, impact având și intermitența surselor regenerabile, forma tensiunii injectate în sistem, schimbarea sensului fluxurilor de putere, aspecte de sincronizare etc. Menținerea stabilității tensiunii și a frecvenței, ca unii din cei mai importanți indicatori de calitate, sunt provocări serioase, dar și condiții categorice mai greu de realizat în cazurile de racordare în punctele comune de conectare (PCC) a sistemelor energetice locale, ce înglobează în sine surse de generare de diverse tipuri, consumatori obișnuiți și prosumatori, sisteme de stocare etc. Problema, în linii generale, se reduce la controlul fluxurilor de putere reactivă în liniile electrice prin utilizarea dispozitivelor FACTS.

1. Date generale privind dispozitivele FACTS

Din punct de vedere al tipului de indicatori de calitate controlați în rețelele electrice, se disting mai multe tipuri de dispozitive FACTS:

- dispozitive pentru controlul tensiunii și al puterii reactive: SVC – *Static Var Compensator* și STATCOM – *Static Synchronous Compensator*;
- dispozitive pentru controlul reactanței longitudinale a liniilor electrice: TCSC – *Thyristor Controlled Series Compensator*;
- dispozitive pentru controlul unghiului de defazare: SSSC - *Static Synchronous Series Compensator*;
- dispozitive pentru controlul fluxurilor de putere și a tensiunii: UPFC – *Unified Power Flow Controller*.

SVC – compensatoare statice de putere reactivă, elementele principale ale cărora sunt: bobinele comandate cu tiristoare (TCR – *Thyristor Controlled Reactor*) și condensatoarele comutate cu tiristoare (TSC – *Thyristor Switched Capacitor*). Respectiv, dispozitivele pot genera putere reactivă atunci, comutând condensatoarele, când tensiunea în rețea este scăzută; iar în cazurile când tensiunea este peste valoarea de referință, sunt comutate bobine, consumând puterea reactivă. Comutarea este deservită de cheile de putere, iar conectarea are loc pentru a controla tensiunea în nodurile rețelei, după cum s-a menționat, prin injectarea și absorbția puterii reactive.

STATCOM – compensatoare sincrone statice, care au la bază: (i) convertorul–sursă de tensiune (VSC – *Voltage Source Convertor*); (ii) condensatorul, pentru a asigura tensiunea continuă și (iii) filtrele de armonice. Dispozitivul acționează, de asemenea, pentru a absorbi sau a injecta putere reactivă în nodurile rețelei electrice. Din punct de vedere al eficienței în procedeele tehnice de reglare, acestea au o prioritate importantă din motiv că acționează foarte rapid, neavând inerție mecanică. Arealul controlului indicatorilor de calitate a energiei electrice prin utilizarea STATCOM acoperă: (i) reducerea fluctuațiilor de tensiune, (ii) reglarea și menținerea tensiunii, (iii) controlul factorului de putere, (iv) echilibrarea sarcinilor nesimetrice, (v) atenuarea armonicilor, (vi) intervenție de reducere a riscurilor cauzate de procesele tranzistorii.

TCSC – compensatoare serie comandate cu tiristoare. Impedanța longitudinală la liniile electrice aeriene (LEA) este preponderent de caracter inductiv, componentei rezistenței active revenindu-i doar 5-10%. Prin urmare, se recurge la introducerea impedanțelor capacitive prin conectarea în serie a condensatoarelor cu ajutorul tiristoarelor. Dependente de unghiul de aprindere al tiristoarelor, sunt cunoscute două regimuri de funcționare a dispozitivului: (i) cu tiristoare blocate și (ii) cu tiristoare în conducție permanentă. Se folosește și la amortizarea oscilațiilor de putere.

SSSC – compensatoare sincrone statice serie exercitată controlul schimbului de putere și a unghiului de fază într-o LEA. Are la bază funcționării, de asemenea, un convertor-sursă de tensiune pentru a injecta în linie o tensiune, folosind curentul altei linii. Astfel, prin introducerea unei tensiuni capacitive, se regleză căderea te tensiune inductivă. Poate fi utilizat, ca și TCSC, la atenuarea oscilațiilor de putere la frecvențe reduse.

UPFC – controlere unificate de flux de putere este un dispozitiv, comparativ mai sofisticat, și respectiv, mai costisitor, dar este cel mai eficient la controlul impedanței liniei, a tensiunii și a unghiului de fază. Este o combinație a STATCOM și SSSC, ce acționează prin injectarea unei tensiuni de compensare și reglajul unghiului de fază, odată cu reglajul circuitului fluxurilor de putere reactivă. Prin aceasta, modurile de control efectuate în LEA sunt: (i) controlul puterii reactive și (ii) controlul tensiunii [1].

Dacă ne referim la generarea distribuită, cele mai eficiente dispozitive pentru a fi utilizate sunt SSSC și UPFC [2].

Un exemplu aparte în grupul de dispozitive descrise este Transformatorul Sen (TS). TS este un transformator cu funcționare bazată pe electronica de putere, ce oferă rețelei electrice o fiabilitate sporită. Cel mai mare avantaj este, că reglajul tensiunii și a puterii reactive în bobinele sale primare și secundare este decuplat. Prin aceasta, TS la partea de înfășurare primară poate compensa independent puterea reactivă în LEA pentru a menține tensiunea. Pe partea înfășurării secundare, TS

poate identifica sensibilitatea tensiunii și a frecvenței, pentru a și prin aceasta, a controla cererea, oferind servicii de: (i) reducerea fină a sarcinii; (ii) reglajul frecvenței în timp real; (iii) compensarea puterii reactive; (iv) controlul funcționării insularizate a unui sistem electroenergetic [3].

2. Dispozitiv in baza schemei triunghi cu reglare în triunghi

Este analizată schema de unui TS cu conectare triunghi a înfășurărilor primare și secundare, reprezentată în Fig.1.

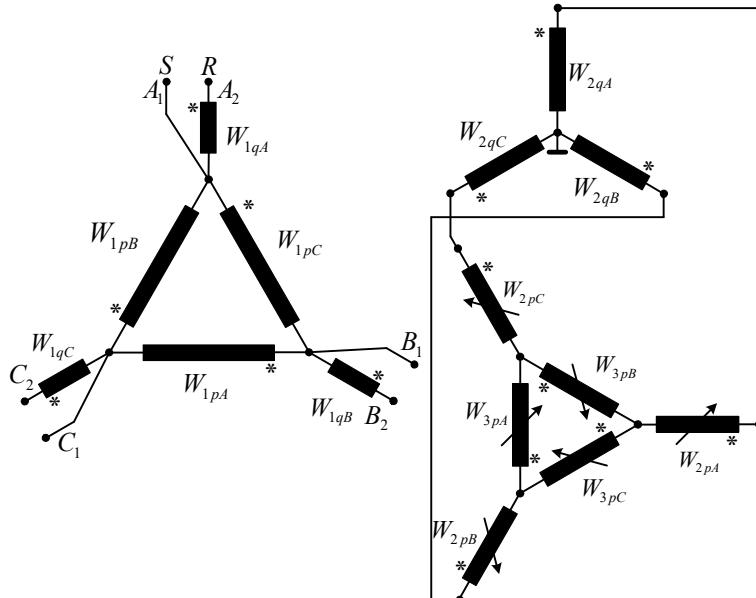


Figura 1. Schema dispozitivului de reglaj realizat în triunghi cu reglare în triunghi

Elementele principale ale dispozitivului sunt două transformatoare cu trei înfășurări de putere, dintre care unul îndeplinește funcțiile de magnetizant (element paralel), funcționarea celuilalt este pentru a regla faza (în serie). Indicele „p” marchează înfășurările și mărimile electrice, ce caracterizează modul transformatorului de magnetizare, indicele „q” - înfășurările și mărimile electrice ale transformatorului cu defazaj. Valorile electrice de intrare sunt etichetate cu sufixul "s", iar mărimile electrice de ieșire sunt indicate cu indicii "r". Înfășurările W_{2p} , W_{3p} prezintă un modul de reglare, sunt sectionate și funcționează conform strategiei prezentate în Fig. 2.

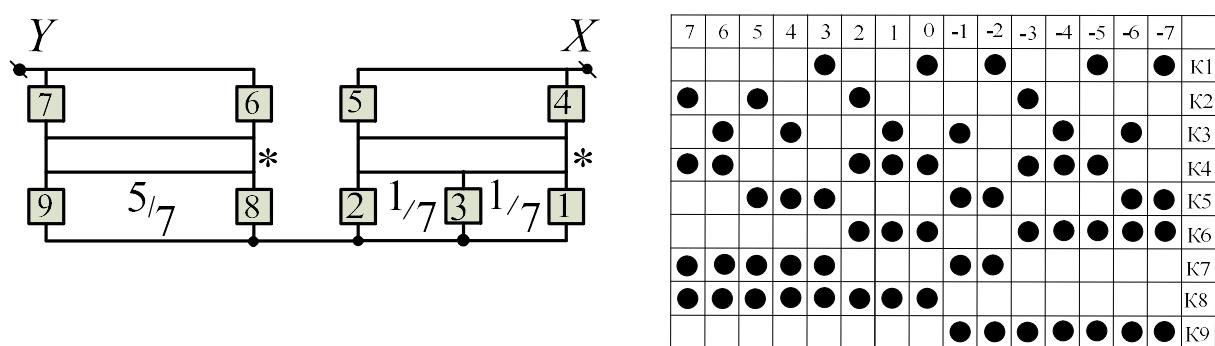


Figura 2. Schema și legea controlului regimului de reglare

Zona de reglare a dispozitivului este formată din 225 de puncte, fiecare dintre ele corespunzând unei anumite combinații de taste incluse și reprezintă un dreptunghi în Fig.3.

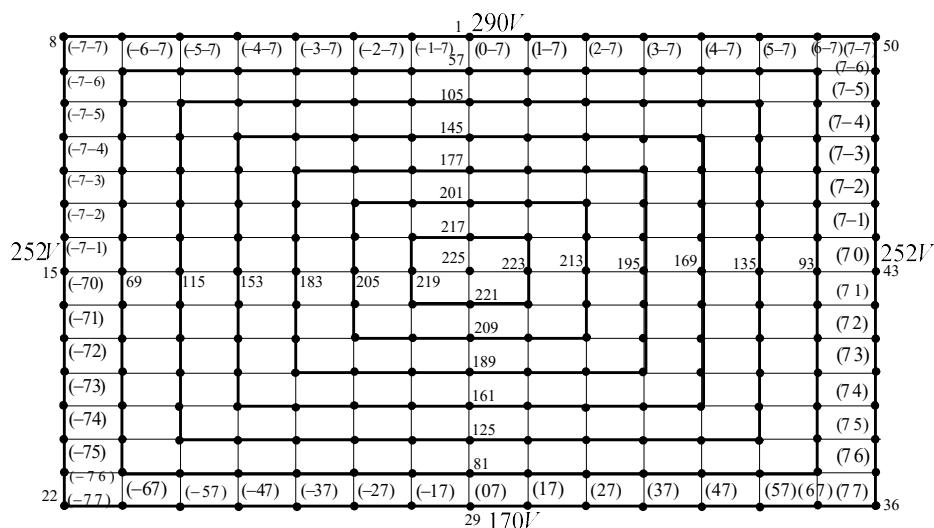


Figura 3. Amplasarea punctelor calculate ale tensiunii de reglare în schema triunghi

Pentru schema descrisă în lucrare au fost efectuate modelări în mediul Matlab/Simulink pentru a obține analiza comparativă în raport cu alte scheme de conectare (stea, poligon, zigzag, etc) referitor la pierderile active și reactive la funcționare în gol și în sarcină. Datele obținute au arătat, că pierderile sunt mai mici la varianta schemei zigzag. Avantajul, însă, constă în aria extinsă a punctelor calculate pentru tensiunile reglate pentru schema zigzag, Fig.4.

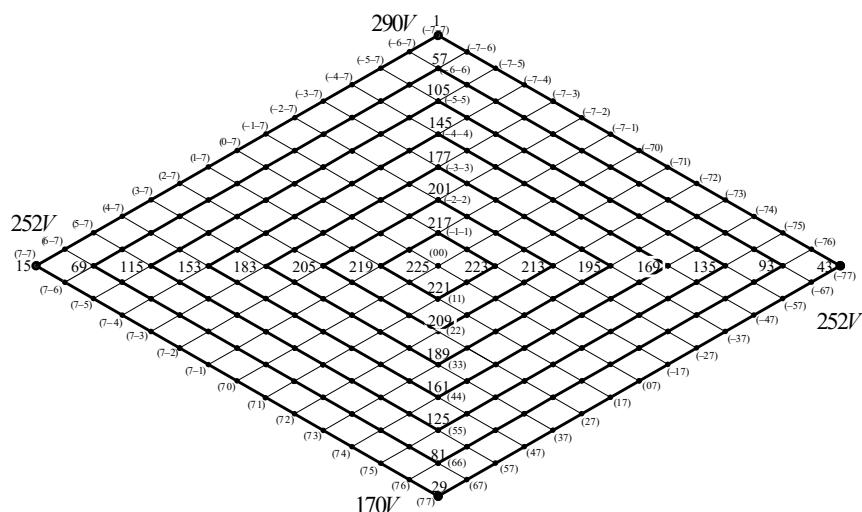


Figura 4. Amplasarea punctelor calculate ale tensiunii de reglare la schema zigzag

Concluzii

În lucrare a fost analizată schema Transformatorul Sen de conexiune triunghi a înfășurărilor cu reglare în triunghi și pierderile de putere în comparație cu alte scheme.

Referințe

1. VATRĂ, F., POSTOLACHE, P., POIDA, A. *Calitatea energiei electrice*. București: SIER, 2013.
2. PATEL, S., YADAV, R., JOSHI, D. Impact of FACTS on Distributed Generation System. In: *International Journal on Emerging Technologies*, 2020, 11(2), pp. 633-636.
3. CHEN, J., LIU, M., DE CARNE, G., ZHU, R., LIESERRE, M., MILANO, F., O'DONNEL, T. Impact of Smart transformer Voltage and Frequency Support in a high renewable penetration system. In: *Electric Power Systems Research*. 2021, 190, p. 106836
<https://doi.org/10.1016/j.epsr.2020.106836>

SEGWAY-PERSONAL TRANSPORTER

Cristian HAIDUCU

Departamentul Inginerie electrică, Grupa-ISEM-211, Facultatea energetică și Inginerie electrică,
Universitatea Tehnică a Moldovei, or. Chișinău , Republica Moldova

Autorul corespondent: Cristian Haiducu cristian.haiducu@ie.utm.md

Rezumat. Scuterul electric Segway este bazat pe un sistem de auto-balansare adică folosește un pendul inversat care a fost împrumutat inițial de la scaunul cu rotile iBot(fig 2). Acest scuter este o combinație dintr-o serie de senzori, unități de control, baterii de ultimă generație care ulterior este propulsat de un motor electric ce generează și emit o capacitate de până la 2 cai putere fără să elimine CO₂ în atmosferă. Creierul acestuia este compus din două unități de control amplasate în caroseria vehiculului care includ 10 microprocesare independente ce oferă feedback instantaneu.

Cuvinte cheie. sistem de propulsie, motor electric, baterie de acumulator ,sistem de balansare, microprocesor

Introducere.

Scuterul electric Segway-ul este un transport personal cu două roți paralele, cu o baterie de acumulatori, cu autoechilibrare, care a fost inventat de americanul Dean Kamen Fig. 1, Fig. 2. Acest scuter cu două roți paralele este similar pendulului inversat, așezat pe un cărucior în mișcare. Pendulul inversat în mișcare este un sistem dinamic instabil. Dar, printr-un colosal de circa 600 patente, Dean a reușit să creeze un sistem complex care asigură stabilitatea dinamică a scuterului electric, bazat ultimele realizări ale electronicii de putere, microprocesoarelor, tehnologiilor informaționale și de propulsie electrică.

A folosit un calculator pentru controlul separat al motorului și giroscopului al fiecărei roți, ceea ce a permis menținerea poziției verticale, schimbarea direcției și a vitezei în funcție de mișările corpului pasagerului.



Figura 1. Prezentare scuter Segway



Figura 2. Prezentarea căruciorului iBot

Scuterul electric Segway a provenit dintr-o problemă mondială care constă din incapacitatea persoanelor aflate în scaunul cu rotile de a ridica scările, dar inventatorul și omul de afaceri american Dean Kamen a creat primul scaun cu rotile ce avea la bază principiul pendulului inversat. Apoi în decembrie 2001 a fost lansat pe piața internațională primul și unicul scuter electric cu auto-balansare numit Segway Human Transporter. În primii ani de la lansare compania a reușit să vândă aprox.40.000 de scutere. Această invenție a avut un impact atât de colosal la dezvoltarea mijloacelor individuale de transport, încât inventatorul primului PC Steve Jobs spunea, că semnificația Segway-ului este similară cu cea a calculatorului personal.

1. Structura generală a scuterului SEGWAY

Un modul senzor (Balance Sensor Assembly "BSA"), care include un giroscop și o măsură de acceleratie și generează semnalul pentru comenzi de frânare și accelerare. Modulul cuprinde două sisteme redundante care sunt controlate, respectiv, de diferite unități de control și oferă date suficiente pentru a conduce și echilibra. Mai are două unități de control (Control Unit „CU”) și două motoare electrice fără perii.

Modulul senzor cuprinde un cub mic de aproximativ 7.6 cm lungime ce conține cinci senzori de măsurare a vibrațiilor și înfășurării inelului fix (giroscoape) care folosesc efectul Coriolis pentru a măsura viteza de rotație. Aceste inele minusculle sunt aduse la vibrație electromecanică. Când sunt rotite, se generează o cantitate mică de putere, prin care se măsoară electronica senzorului intern. Computerul de bord al Segway-ului compară continuu informațiile de la toate cele cinci giroscoape și măsoară dacă oricare dintre cei cinci senzori furnizează date defecte. Două inclinometre care sunt umplute cu fluid electrolit oferă informații despre gravitație

2. Sistemul de propulsie

Motoarele Segway sunt unice din multe puncte de vedere. Produse de Pacific Scientific, acestea sunt cele mai puternice motoare care au fost produse vreodată în clasa lor de greutate și dimensiune. Ambele motoare necesită 330 de wați pentru funcționare continuă și produc o performanță maximă pe timp scurt, de până la 4 cai putere. Magnetii sunt alcătuși dintr-un metal extrem de puternic și de pământ rar: Neodim-Fier-Bor. Fiecare motor este echipat cu două înfășurări independente, din care sunt conduse fiecare dintre propriile plăci de circuite. În condiții normale de utilizare, înfășurările funcționează paralel între ele și împart sarcina de lucru. În cazul unei defecțiuni, motorul dezactivează înfășurarea defectuoasă și o controlează pe cea rămasă pentru a menține controlul asupra Segway-ului până când acesta este oprit. Motorul calibrează cu precizie ieșirea de la până la 8000 de rotații pe minut, ceea ce permite un nivel de putere foarte ridicat într-un interval scurt. Prin măsurarea poziției magnetilor, senzorii redundanți, fără contact și analogici oferă feedback de la motor către unitățile de control. Axa motorului este singura parte mobilă.

Cutia de viteze Segway PT, o dezvoltare comună de la Axicon Technologies și Segway, este mai comparabilă cu un ceas de precizie elvețian decât cu un scuter tradițional. Un sistem în două trepte oferă o reducere de viteză 24: 1 care permite funcționarea motorului la un nivel de viteză puternic și eficient pe întreaga gamă de viteze a Segway PT. Fiecare treaptă a angrenajului este tăiată într-un profil în formă de spirală și acest tip de conexiune minimizează zgomotul și crește sarcina maximă admisă. Inginerii Segway au dezvoltat dinții angrenajului astfel încât sunetele care apar să se afle la exact două octave muzicale una de cealaltă. Când Segway se mișcă, face muzică mai degrabă decât zgomot.

Michelin a fost primul partener în dezvoltarea Segway. Anvelopele Segway-ului au fost dezvoltate special pentru acest vehicul și folosesc un compus unic de dioxid de siliciu în locul materialului pe bază de carbon folosit în mod tradițional. Anvelopele sunt montate pe o roată, roțile sunt compuse dintr-un material termoplastice întărit din fibră de sticlă foarte dezvoltat, care a fost ales împreună cu GE Plastics. Materialul compozit permite greutatea nominală și o durabilitate excelentă, reducând în același timp zgomotul de la sistemul de propulsie.

Noile modele Segway PT sunt asamblate cu baterii saphion litiu-ion. Raza de acțiune este mărită în timp, iar timpul de încărcare este redus. Raza de acțiune este mărită în timp ce timpul de încărcare este redus. Fiecare acumulator cuprinde un compus de celule de înaltă performanță și o placă de circuit special dezvoltată care monitorizează permanent temperatura și tensiunea bateriilor din diferite poziții. Proprietarul de Segway PT nu trebuie să se gândească la sincronizare pur și simplu conectați-l și restul se întâmplă automat. Bateria oferă o rază de acțiune de aproximativ 40 km dintr-o încărcare completă.

3. Sistemul de balansare:

La baza sistemului de balansare a scuterului Segway este pendulul inversat. Pendulul inversat constă dintr-un pendul care are centrul său de masă deasupra punctului de pivotare. În mod inherent, acest pendul este instabil. Pentru a rămâne în poziția verticală care îl definește, pendulul trebuie să fie echilibrat în mod activ.

Pentru a înțelege mai bine sistemul de balansare, trebuie să analizăm să proiectăm și să implementăm o buclă de reglare pentru pendulul inversat conform schemei

4. Sistemul de control cu microprocesor

Unitatea de control este alcătuită dintr-o placă de circuit ce este echipată cu un procesor de semnal Texas Instruments care monitorizează întregul sistem Segway și verifică de 100 de ori pe secundă orice defecțiune sau alte condiții care necesită o reacție imediată. Aceasta citește informațiile de la senzorii de echilibru pentru a determina dacă șoferul se aplecă înainte sau înapoi.

Placă este conectată la circuitele electrice ale ambelor motoare și în condiții normale de funcționare, puterea de procesare este împărțită.

Microprocesoarele utilizează un software avansat care dirijează vehiculul. Programul monitorizează toate informațiile care revin de la senzorii giroscopici și ajustează în consecință viteza motoarelor electrice.

Unde sunt utilizate și câte modele sunt?

Întrebarea nu necesită un răspuns complicat. Scuterele electrice pot fi utilizate pe larg în orice industrie, hangare, aeroporturi, terenuri accidentate sau doar pentru a vizita locurile turistice.

Cel mai clasic și larg utilizat este primul model - **Segway PT i2 SE**, acesta oferă mobilitate perfectă concepută pentru viața de zi cu zi. Alunecă rapid și ecologic în interior sau în aer liber, cu o viteză de până la 20 km/h, fără să-ți faci griji pentru un loc de parcare. Abia după puțin sub 40 de km va trebui să alimentați scuterul la o priză electrică convențională. Acest lucru vă va costa mai puțin de 10 dolari per încărcare completă. Un alt model este **Segway PT x2 SE** conceput ideal pentru off-road și terenuri accidentate, de asemenea este echipat cu anvelope pentru toate terenurile de joasă presiune, aripi robuste, baterii Saphion Litiu-Ion de înaltă performanță. Ultimul dar nu cel din urmă este **Segway Ninebot KickScooter**- scuterul exact pentru căutarea unui mod de transport intelligent și eficient, acesta vine licență pentru stradă iar absorția șocurilor din față și spate oferă confort maximal șoferului. Ultimul și cel mai dotat scuter este **Segway Patroller** - este ideal pentru operațiuni de securitate eficiente Patroller este soluția rapidă și flexibilă pentru forțele de securitate și serviciile de supraveghere, reducând și timpul de răspuns imediat al acestora.

Starea actuală a scuterului Segway:

Când Segway a ajuns pe piață, la începutul anului 2002, Kamen a prezis vânzări viitoare de 10.000 de unități pe săptămână - jumătate de milion pe an. Cu toate acestea, până la sfârșitul anului 2008, fuseseră vândute doar 30.000 de scutere Segway. Deși a funcționat așa cum s-a anunțat, Segway a suferit din cauza prețului de 4.900 de dolari și a unei imagini publice proaste. Aceasta a fost prezentată ca recuzită comică în filmul "Paul Blart: Mall Cop", ceea ce i-a adus o imagine de "jucărie pentru tocili". În 2003, președintele George W. Bush a fost filmat în timp ce cădea de pe unul dintre ele, iar în 2010, proprietarul corporației Segway, James W. Heselden, a murit după ce și-a condus accidental scuterul de pe o stâncă de 10 metri, aterizând într-un râu. După o dispută privind încălcarea unui brevet în 2015, Segway Corporation a lui Kamen a fost cumpărată de rivalul său chinez Ninebot. Cele două companii au anunțat atunci că se unesc în cadrul unei "alianțe strategice" pentru a dezvolta trotinete electrice mai puțin costisitoare, folosind tehnologia de autoechilibrare a Segway. Ninebot a început în curând să vândă mai multe modele de scutere marca Segway la prețuri de 1.000 de dolari sau mai mici.

Concluzii:

Importanța creării acestui vehicul a fost de a oferi o balansare plăcută și sigură pasagerului indiferent de drumul sau condițiile acestuia. Cu toate că folosește aceeași tehnologie de echilibru ca și predecesorul său iBot este o invenție apreciată la nivel internațional. Însă problema care o confruntă în ultimul timp este prețul extrem de ridicat dar și greutatea acestuia nu satisfac piața mondială. Din cauza acestor minuscule dar importante dezavantaje a acestuia, el nu are viitor mai departe, dar a inspirat și a servit drept model pentru noile aparate cu auto-echilibrare cum ar fi trotinetele Fig.3 sau skateboard-ul Fig.4.

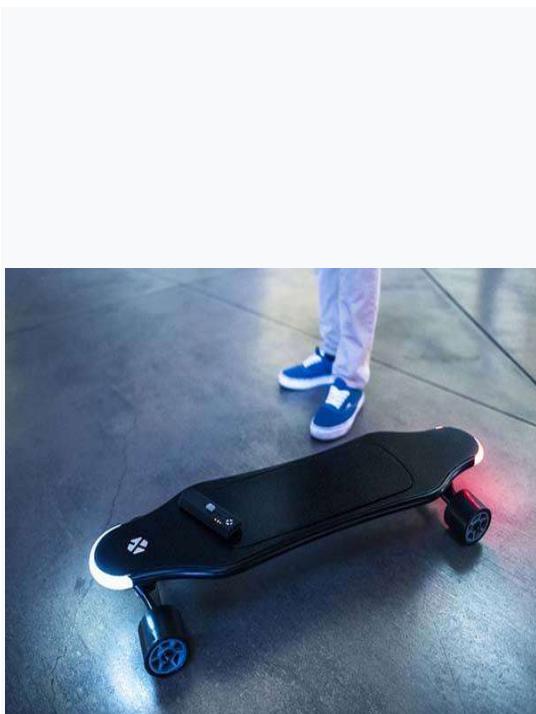


Figura 4. Skateboard



Figura 3. Trotineta

Mulțumiri

Sincere mulțumiri dl. conf. univ. Nuca Ilie pentru suportul acordat la realizarea articolului.

Referințe:

1. <http://www.segway.ch/en/infos/funktionsweise.php>
2. <http://www.segway.ch/en/produkte/index.php>
3. https://en.wikipedia.org/wiki/Segway_Inc.#:~:text=Independent%20years-Segway%20Inc.,to%20customers%20in%20early%202002.
4. https://en.wikipedia.org/wiki/Dean_Kamen
5. <https://greatlakessegway.com/product/lithium-ion-battery/>
6. <http://www.segway.ch/en/infos/technologie.php/>
7. <https://www.slideshare.net/anamariyalupu7/pentru-invers-analiza-proiectare-implementare>
8. https://www.researchgate.net/publication/253916862_Design_and_Implementation_of_an_Experimental_Segway_Model

DETERMINAREA TENSIUNII DE DEPLASARE A NEUTRULUI PRIN METODA COMPONENTELOR SIMETRICE

Iulian ROTARI, Zinaida PETROV

Departamentul Energetică, Facultatea Energetică și Inginerie Electrică,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Petrov Zinaida, zinaida.petrov@eeet.utm.md

Rezumat: La apariția unor defecte nesimetrice are loc un fenomen numit "deplasarea tensiunii punctului neutru" valoarea căreia în regim normal este egală cu 0 capătă o valoare diferită. Este important de a determina cât mai exact această valoarea a tensiunii pentru că ea are o influență asupra regimului rețelelor electrice și mai ales asupra securității personalului ce asigură mențenanța acestor rețele.

Cuvinte cheie: metoda de tratare a neutrului, componente simetrice.

Introducere

Din aceste premise în cele ce urmează vor fi analizate relațiile analitice și schemele electrice trifilare pentru fiecare caz în parte pentru a stabili tensiunilor de deplasare a punctului neutru [1]. În acest caz va fi utilizată metoda componentelor simetrice esență căreia constă în descompunerea unui sistem nesimetric de tensiuni și curenți în trei sisteme de secvență directă, inversă și respectiv homopolară iar apoi prin metoda superpoziției pot fi determinate mărimele de fază.

În acest caz prin metoda componentelor simetrice vor fi determinate tensiunile de deplasare a neutrului pentru diferite metode de tratare a neutrului la apariția defectelor nesimetrice [3].

1. Determinarea parametrilor de fază prin metoda componentelor simetrice

Pentru exemplificare va fi analizată schema din Fig. 1, o schemă ce conține o sursă de tensiune trifazată și sarcină simetrică. Se presupune că faza A a fost scurtcircuitată [4].

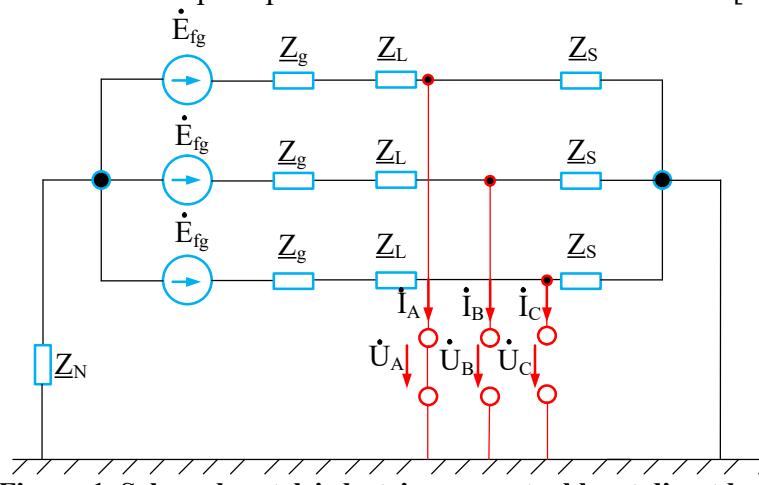


Figura 1. Schemele rețelei electrice cu neutrul legat direct la pământ

Se presupune că sunt cunoscute impedanțele generatorului, liniei, sarcinii și a nulului. În conformitate cu metoda componentelor simetrice sectorul defect al liniei este înlocuit printr-o sursă echivalentă de tensiuni nesimetrice [4].

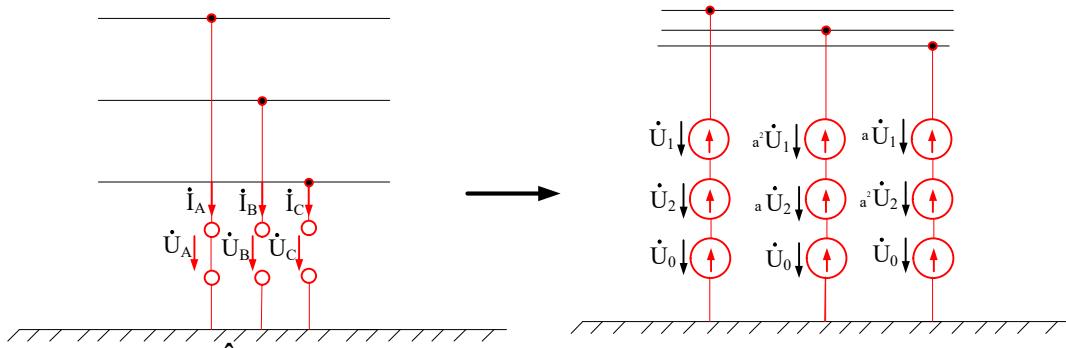


Figura 2. Înlocuirea defectului printr-un sistem de tensiuni nesimetric

Tensiunile și curenții sistemului trifazat vor fi determinate prin relațiile de mai jos:

$$\begin{cases} \dot{U}_A = \dot{U}_1 + \dot{U}_2 + \dot{U}_0 \\ \dot{U}_B = a^2 \dot{U}_1 + a \dot{U}_2 + \dot{U}_0 ; \\ \dot{U}_C = a \dot{U}_1 + a^2 \dot{U}_2 + \dot{U}_0 \end{cases} \quad (1.1)$$

$$\begin{cases} \dot{I}_A = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_0 \\ \dot{I}_B = a^2 \dot{I}_1 + a \dot{I}_2 + \dot{I}_0 ; \\ \dot{I}_C = a \dot{I}_1 + a^2 \dot{I}_2 + \dot{I}_0 \end{cases} \quad (1.2)$$

În continuare se întocmesc schemele de secvență directă, inversă și homopolară pentru schema analizată. Deoarece determinarea parametrilor va implica scrierea condițiilor la limită schemele de diferită secvență vor fi întocmite doar pentru faza afectată [3]:

- Schema de secvență directă se întocmește pornind de la sursă spre locul de defect și conține tensiunea electromotoare a generatorului și impedanțele de secvență directă:

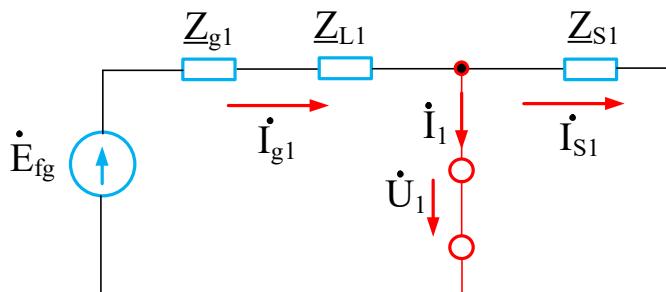


Figura 3. Schema echivalentă de secvență directă

- Schema de secvență inversă se întocmește pornind de la sursă spre locul de defect și conține impedanțele de secvență inversă, însă nu conține sursa de tensiune deoarece sistemul de tensiuni ale generatorului este perfect simetric:

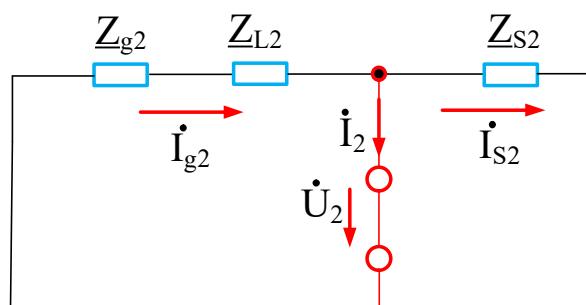


Figura 4. Schema echivalentă de secvență inversă

- Schema de secvență homopolară se întocmește începând cu locul de defect, ea se va diferenția de schema de secvență inversă prin valorile impedanțelor de secvențe homopolare și prin prezența impedanței firului nul:

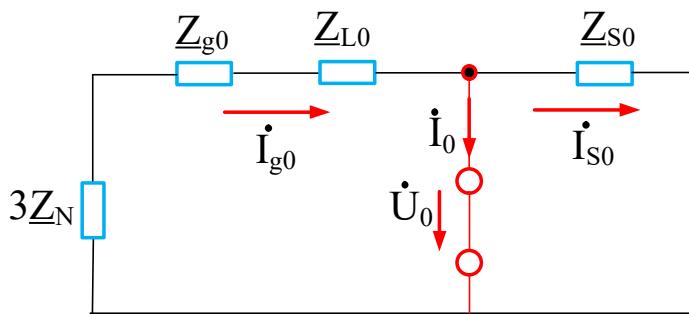


Figura 5. Schema echivalentă de secvență homopolară

În continuare scheme de diferite secvențe vor fi transfigurate fiind utilizate metodele de compunere în serie și în paralel ale impiedanțelor:

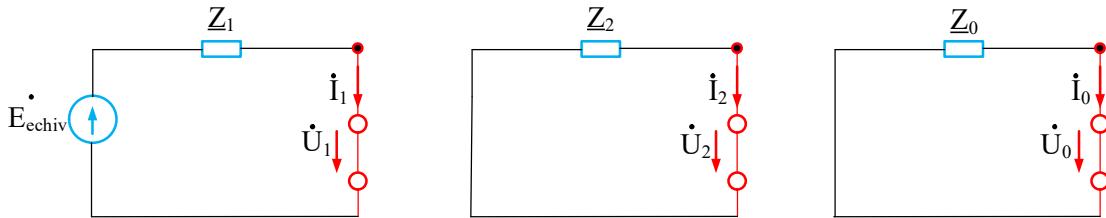


Figura 6. Schemele de secvență directă, inversă și homopolară transfigurate

Parametrii din schema echivalentă de secvență directă se determină astfel:

Tensiunea electromotoare echivalentă se determină cu relația:

$$\dot{E}_{echiv} = \frac{1}{\frac{\underline{Z}_{g1}}{1} + \frac{\underline{Z}_{L1}}{1}} \cdot \dot{E}_{fg}; \quad (1.3)$$

$$\frac{1}{\underline{Z}_{g1} + \underline{Z}_{L1}} + \frac{1}{\underline{Z}_{S1}}$$

Impedanța echivalentă de secvență directă se determină cu relația:

$$\underline{Z}_1 = \frac{1}{\frac{1}{\underline{Z}_{g1} + \underline{Z}_{L1}} + \frac{1}{\underline{Z}_{S1}}}; \quad (1.4)$$

Impedanța din schema echivalentă de secvență inversă se determină astfel:

$$\underline{Z}_2 = \frac{1}{\frac{1}{\underline{Z}_{g2} + \underline{Z}_{L2}} + \frac{1}{\underline{Z}_{S2}}}; \quad (1.5)$$

Impedanța din schema echivalentă de secvență homopolară se determină astfel:

$$\underline{Z}_0 = \frac{1}{\frac{1}{\underline{Z}_{g0} + \underline{Z}_{L0} + 3 \cdot \underline{Z}_N} + \frac{1}{\underline{Z}_{S0}}}; \quad (1.6)$$

În continuare se alcătuiește sistemul de ecuații, primele trei se alcătuiesc:

$$\begin{cases} \underline{Z}_1 \cdot \dot{I}_1 + \dot{U}_1 = \dot{E}_{echiv1} \\ \underline{Z}_2 \cdot \dot{I}_2 + \dot{U}_2 = 0 \\ \underline{Z}_0 \cdot \dot{I}_0 + \dot{U}_0 = 0 \\ \dot{U}_A = \dot{U}_1 + \dot{U}_2 + \dot{U}_0 = 0 \\ \dot{I}_B = a^2 \dot{I}_1 + a \dot{I}_2 + \dot{I}_0 = 0 \\ \dot{I}_C = a \dot{I}_1 + a^2 \dot{I}_2 + \dot{I}_0 = 0 \end{cases}; \quad (1.7)$$

Pentru rezolvarea acestui sistem de ecuații poate fi utilizat un soft dedicat ca Mathcad sau Matlab, în acest sens se alcătuiește matricea coeficienților și matricea termenilor liberi [2]:

$$A = \begin{vmatrix} \underline{Z}_1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & \underline{Z}_2 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \underline{Z}_0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ a^2 & a & 1 & 0 & 0 & 0 \\ a & a^2 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}; \quad B = \begin{vmatrix} \dot{E}_{echivl} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix}. \quad (1.8)$$

Deoarece matricea A este pătrată și atât timp cât $|A| \neq 0$ soluția sistemului de ecuații este:

$$UI = A^{-1} \cdot B. \quad (1.9)$$

Iar componentelete de bază se determină cu formulele:

$$\begin{cases} \dot{U}_A = \dot{U}_1 + \dot{U}_2 + \dot{U}_0 = 0 & \text{verificare} \\ \dot{U}_B = a^2 \dot{U}_1 + a \dot{U}_2 + \dot{U}_0 \\ \dot{U}_C = a \dot{U}_1 + a^2 \dot{U}_2 + \dot{U}_0 \end{cases}; \quad (1.10)$$

$$\begin{cases} \dot{I}_A = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_0 \\ \dot{I}_B = a^2 \dot{I}_1 + a \dot{I}_2 + \dot{I}_0 = 0 & \text{verificare} \\ \dot{I}_C = a \dot{I}_1 + a^2 \dot{I}_2 + \dot{I}_0 = 0 & \text{verificare} \end{cases} \quad (1.11)$$

Diagramele vectoriale pentru cazul analizat vor fi prezentate mai jos:

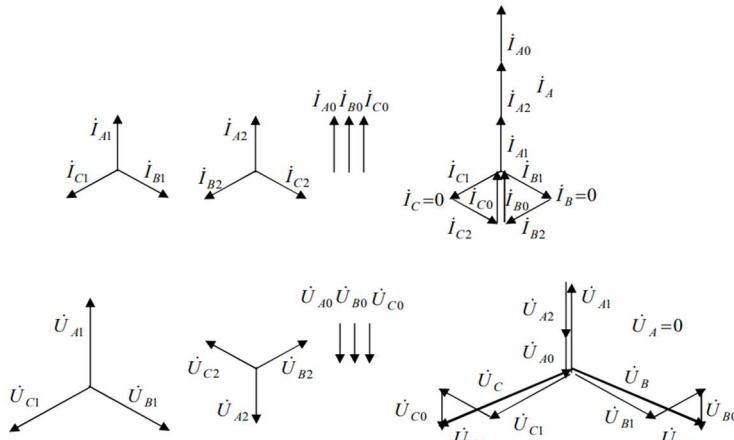


Figura 7. Diagramele vectoriale pentru cazul unui scurtcircuit monofazat al fazei A

Iar tensiunea de deplasare a neutrului poate fi determinată cu relația:

$$\underline{U}_N = \frac{\underline{U}_A \cdot \underline{Y}_A + \underline{U}_B \cdot \underline{Y}_B + \underline{U}_C \cdot \underline{Y}_C}{\underline{Y}_A + \underline{Y}_B + \underline{Y}_C + \underline{Y}_N}; \quad (1.12)$$

unde: \underline{U}_N – tensiunea de deplasare a punctului neutru, V

$\underline{U}_A, \underline{U}_B, \underline{U}_C$ – tensiunile de fază determinate valorile cărora sunt determinate prin metoda componentelor simetrice, V

$\underline{Y}_A, \underline{Y}_B, \underline{Y}_C$ - admitanțele fazelor, S

\underline{Y}_N impedanța elementelor conectate în firul nul.

Concluzii: Majoritatea rețelelor electrice de medie tensiune din Republica Moldova funcționează încă cu neutrul izolat, metodă care a fost aleasă pentru o continuitate maximă a alimentării cu energie electrică pentru a minimiza efectele negative asupra entităților industriale, însă ea presupune majorarea izolație cu 73%. Totodată în țările UE, neutrul este tratat cel mai des prin rezistență de valoarea mică sau mixt. Prin metoda descrisă pot fi determinate tensiunile de deplasare a neutrului la anumite defecte nesimetrice longitudinale sau transversale. Metoda descrisă este eficientă iar parametrii pot fi ușor determinați utilizând acest algoritm prin intermediul unui soft dedicat ca Mathcad sau Matlab.

Confirmare

Această lucrare a fost realizată ca studiu în cadrul proiectului "Soluții tehnice ecoInovative de Eficientizare a consumului de energie în clădiri și elaborarea opțiunilor de dezvoltare a rețelelor inteligente cu integrarea avansată a energiei regenerabile în R.M. (SINERGIE)"

Mulțumiri

Sunt acordate sincere mulțumiri domnului profesor universitar, doctor habilitat în științe tehnice Stratan Ion și doamnei lector univ. Ina Dobrea pentru tot suportul teoretic și practic, pentru stabilirea direcțiilor corecte și stabilirea autenticității temei și actualității temei alese.

Referințe

1. AHMADI G.; SHAHRTASH S.M. *Neutral to earth voltage reduction methods in three-phase four wire distribution systems*. In: 2009 International Conference on Electrical and Electronics Engineering - ELECO 2009, Bursa Turkey, 5-8 Nov. 2009, 18 decembrie 2009.
2. NANDITA D.; CHAKRABORTY, A.K. *Neutral Current and Neutral Voltage in a Three Phase Four Wire Distribution System of a Technical Institution*. In: Neutral Current and Neutral Voltage in a Three Phase Four Wire Distribution System of a Technical Institution, Volume 72– No.3, May 2013.
3. GRIFFEL D., LEITLOFF V., HARMAND Y., and BERGEAL J., *A new deal for safety and quality on MV networks*, IEEE Trans. Power Deliv., vol. 12, no. 4, pp. 1428–1433, Oct. 1997.
4. KAMRUL M., HOSSAIN H.. *Earth Fault Currents in Three Phase systems*. Blekinge Institute of Technology Karlskrona, Sweden. 371 79 Karlskrona, Sweden.

MODALITĂȚI DE CONECTARE A REZISTORULUI ȘI BOBINEI DE STINGERE ÎN REȚELELE ELECTRICE CÂND NEUTRUL NU ESTE ACCESIBIL

Dumitru UȘEV

Electroenergetica, EE-181, FEIE, UTM, Chișinău, Republica Moldova

Autorul corespondent: Dumitru Ușev dumitru.usev@eeet.utm.md

Rezumat. În lucrarea dată sunt prezentate modurile de racordare a dispozitivelor de tratare a neutrului transformatoarelor: Bobinei de stingere a arcului electric (BS); Rezistorului, atât de joasă cât și de medie tensiune. Rezistorului cu rezistență de valoare mică și rezistorului cu rezistență de valoare mare. Introducerea unui rezistor în neutru determină apariția în locul defectului a componentei active în curentul de punere la pământ. Acest fapt joacă un rol important la reducerea supratensiunilor, realizarea unor protecții selective de curenț și creșterea fiabilității funcționării instalațiilor electrice. Analiza publicațiilor din ultimii ani indică o tendință pronunțată privind utilizarea rezistoarelor pentru legarea neutrului la pământ: de sine stătător sau în asociere cu bobina de stingere. Alegerea unei soluții de tratare a neutrului se face pentru o perioadă lungă de timp, presupune un volum mare de investiții și o fundamentare tehnică foarte atentă, astfel ca soluția aleasă să fie pe cât posibil cea mai bună pentru rețeaua considerată.

Cuvinte cheie: tratarea neutrului, neutrul artificial, crearea neutrului, bobină de stingere, filtru de secvență homopolară, supratensiuni.

Introducere

Problema tratării neutrului în rețelele de distribuție 6-35 kV prezintă o importanță deosebită pentru distribuția energiei electrice, deoarece influențează: nivelul de izolație; mărimea și căile de limitare a supratensiunilor rețelei; condițiile de funcționare a întrerupătoarelor; sistemelor de protecție; reducerea duratelor de întreupere a consumatorilor; securitatea personalului și a echipamentelor electrice la defecte monofazate.

În Republica Moldova rețelele electrice de distribuție 6-35 kV sunt extinse și constituie circa 2100 km pentru rețelele 35 kV și circa 20 000 km lungimea liniilor electrice 6 -10 kV (inclusiv linii electrice subterane circa 500 km). Funcționarea acestor rețele în mod direct se răsfrângă asupra calității serviciilor de distribuție, indicatorilor de fiabilitate și continuitate în alimentarea cu energie electrică a consumatorilor finali cum, ar fi: SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) – Indicele Frecvență Medie a Întreruperilor în rețea; SAIDI (System Average Interruption Duration Index) – Indicele Durata Medie a Întreruperilor în Rețea (Sistem; CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index) – durata medie a unei întreuperi, Durata și numărul de întreuperi neprogramate, etc. Valorile acestor indicatori sunt stabilite în Regulamentul cu privire la calitatea serviciilor de transport și de distribuție a energiei electrice [6].

Practica de exploatare arată că marea majoritate de întreuperi neprogramate în rețelele de distribuție sunt determinate de deteriorarea izolației acestor rețele în raport cu pământul – defecte monofazate. Acest tip de defecte constituie 75% din numărul total, iar 80% din defectele monofazate se dezvoltă în scurtcircuite polifazate [3] ceea ce duce la creșterea numărului de deconectări ale curentilor mari de scurtcircuit, reducerea ciclului de operare a întreruptoarelor, refuzul posibil a AAR, etc. Marea majoritate din defectele monofazate se transformă în cele polifazate datorită arcului electric intermitent în locul defectului și supratensiunilor de arc. Caracterul decurgerii acestor fenomene, valoarea supratensiunilor, valoarea curentului de punere la pământ și alți factori importanți se află în strânsă corelație cu modul de tratare a neutrului rețelelor de distribuție.

Până în anul 2003 Normele de Amenajare a Instalațiilor Electrice (NAIE) admiteau funcționarea rețelelor electrice cu tensiunea 3-35 kV doar cu neutrul izolat și cu neutrul compensat (pus la pământ prin intermediul bobinei de stingere BS). Din 01.01.2003 este pusă în aplicare ultima (a 7-a) ediție a acestor norme [5] care acționează în spațiul țărilor CSI, și care în punctul 1.2.16 se prevede posibilitatea funcționării rețelelor electrice cu tensiunea 3-35 kV atât cu neutrul izolat, cât și cu neutrul pus la pământ prin intermediul unei bobine de stingere sau a unui rezistor. În NAIE nu există recomandări clare în ce cazuri în rețelele electrice 6-35 kV trebuie de utilizat o modalitate de tratare a neutrului sau alta. În punctul 1.2.16 se indică numai valorile curentilor capacitive, începând cu care trebuie de utilizat compensarea acestora. Lipsa recomandărilor clare privind utilizarea modurilor de tratare a neutrului este legată de complexitatea formulării acestora pentru marea diversitate a rețelelor electrice de 6-35 kV (RE rurale, RE urbane, etc.) și necesitatea de a lua în considerație multe restricții și aspecte specifice.

În Republica Moldova rețelele MT funcționează cu neutrul izolat și cu neutrul compensat. De regulă, BS aflate în exploatare, sunt deja învechite, cu reglare în trepte a inductanței (tip 3POM, РЗДСОМ) și un procent mic - cu reglare continuă. Implementarea neutrului combinat sau rezistiv nu s-a realizat.

Totodată în spațiul CSI, unde sunt în vigoare actele normative comune (NAIE, Regulile de exploatare tehnică, etc.) există multe realizări ale tratării neutrului rețelelor MT prin rezistor sau combinat – în Rusia, Ucraina, Bielorusia, Kazahstan, Uzbekistan. În Rusia, Bielorusia sunt elaborate acte normative privind proiectarea și exploatarea acestor rețele cu diferit mod de tratare a neutrului [1-4].

Metode de legare a neutrului la pământ

Se utilizează trei metode de legare a neutrului la pământ în rețelele 6-35 kV: prin rezistor de rezistență mică, prin rezistor de rezistență mare și combinat.

1. Prin rezistor de rezistență mică – se utilizează când punerea la pământ simplă trebuie să fie deconectată selectiv și rapid. În acest caz curentul în neutru trebuie să aibă valori suficiente ca protecția prin relee (PPR) să funcționeze.
2. Prin rezistor de rezistență mare – utilizarea acestui tip de legare a neutrului la pământ este rațională în cazurile necesității funcționării rețelei în continuare la punerea simplă la pământ până la detectarea locului de defect. Valorile curentilor în neutru trebuie să fie de așa ordin încât să prevină apariția supratensiunilor condiționate de apariția arcului electric și scăderea siguranței la exploatarea rețelei electrice dar, trebuie să fie suficient de mari încât defectul să poată fi detectat și PPR să poată semnaliza acest lucru.
3. Combinat – legarea neutrului la pământ combinat se realizează prin conectarea unui rezistor de rezistență mare paralel BS, fapt care permite scăderea nivelului supratensiunilor la acordarea neprecisă a BS și ajută la acționarea PPR.

Alegerea rezistorului pentru legarea neutrului la pământ se face după trei criterii de bază:

1. Rezistorul trebuie să asigure scăderea nivelului de supratensiuni condiționate de apariția arcului electric;
2. Rezistența rezistorului în neutru trebuie să asigure circulația curentilor activi în punctul de defect suficientă pentru reacționarea PPR la semnalizare și deconectare a liniei cu defect.
3. La legarea neutrului la pământ prin rezistor trebuie să se asigure condițiile de securitate electrică pentru oameni la punerea simplă la pământ la stații și posturi de transformare luând în calcul valorile normate a tensiunilor de atingere.

Parametrul de bază a rezistorului este rezistența lui activă R, mărime ce este aleasă reieșind din criteriul de micșorarea a supratensiunilor și se corectează reieșind din condițiile de funcționare a PPR și condițiile de siguranță electrică.

La stațiile de transformare ce alimentează preponderent LEA cu un nivel mic de rezervare, trebuie de instalat rezistoare de rezistență mare ce vor micșora supratensiunile și durata lor.

Rezistoarele pot fi instalate paralel cu BS. Este deosebit de binevenită instalarea rezistorului de rezistență mare când valoarea deplasării neutrului este mare, mai mare de 15% din tensiunea de fază [7, 8].

La argumentarea tehnico-economică a utilizării legării prin rezistor a neutrului la pământ în rețelele 6-35 kV este nevoie de analizat 4 criterii:

1. Modificarea valorilor curenților de scurtcircuit monofazat;
2. Creșterea duratei de viață a izolației;
3. Cheltuielile suplimentare pentru legarea neutrului rețelelor 6-35 kV prin rezistor;
4. Securitatea electrică.

Deconectarea rapidă a liniei la punerile monofazate la pământ asigură micșorarea pericolului de electrocutare a oamenilor și animalelor în apropierea locului punerii simple la pământ. Varianta cu conexiunea rezistorului cu valoarea de câțiva $k\Omega$ ($1-3 k\Omega$) presupune prezența lui permanentă în neutru fapt care exclude neajunsurile enumerate mai sus.

Parametrii rezistorului sunt calculați reieșind din criteriul limitării supratensiunilor până la valori determinate (de regulă până la valorile tensiunii de încercare a mașinilor rotative), curentul de punere la pământ rămânând practic nemodificat. Rezistoarele sunt confectionate pe bază de materiale compozite și sunt calculate să suporte acțiunea valorii maximale a tensiunii de fază nu mai puțin de 6 ore, ce permite să nu fie utilizat echipament de protecție și deconectare a lor. În majoritatea cazurilor în rețelele de distribuție 6-35 kV neutrul lipsește. În acest caz se recurge la crearea neutrului artificial prin diferite metode.

Crearea neutrului artificial

Bobinele de stingere și/sau rezistoarele de tratare a neutrului se montează în stațiile electrice de transformare, fiind legate la punctul neutru al înfășurării transformatorului de putere cu schema de conexiune stea. În rețelele 6-35 kV aşa posibilitate este disponibilă în cazul transformatoarelor cu trei înfășurări fig. 2 (a). Dacă neutrul nu este accesibil (de regulă schema de conexiune a înfășurării 6-10 kV a transformatorului este în triunghi) se utilizează transformatoare speciale pentru crearea artificială a neutrului (transformator de neutrul artificial TNA). Așa tip de transformator poate servi orice transformator 6-10/0,4 kV cu schema stea cu neutrul accesibil/triunghi. Conectarea înfășurării secundare în triunghi asigură o reactanță homopolară redusă a transformatorului. O reactanță homopolară mică poate fi obținută la transformatoarele cu conexiunea în zigzag, care sunt denumite de filtre de secvență homopolară (FSH) [1,2,4]. Partea activă a FSH constă dintr-un sistem magnetic cu trei coloane și o înfășurare trifazată constituită din șase secții (semi-înfășurări) cu număr egal de spire. Schema de conexiune și diagramele fazoriale a acestor înfășurări sunt reprezentate în Fig. 1.

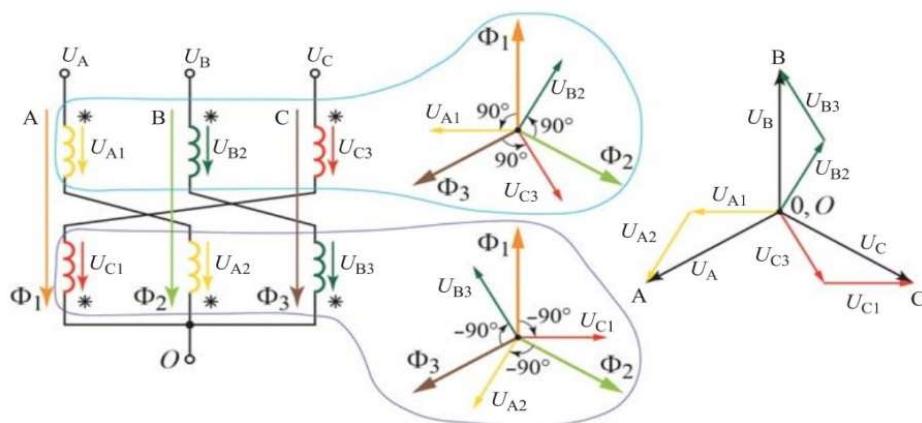


Figura 1. Schemele de conectare și diagramele fazoriale pentru FSH

Fiecare fază este constituită din două secții conectate în serie sfârșitul primei secții conectându-se la sfârșitul celei de a doua secții, secțiile fiind amplasate pe coloane diferite a unui sistem magnetic trifazat.

Neutrul compensat - legat la pământ prin BS:

- montarea BS în rețelele 35 kV poate fi realizată la neutrul accesibil al înfășurării 35 kV a transformatorului 110(220)/35/10(6) kV, Fig. 2 (a);
- montarea BS la FSH cu schema de conexiune zigzag Fig. 2 (b);
- montarea BS la TNA racordat la bornele transformatorului de putere Fig. 2 (c);
- montarea BS la TNA racordat la barele colectoare 6-10 kV a stației de transformare Fig. 2 (d).

Trebuie de menționat faptul că în variantele (c) și (d) este inadmisibil conectarea BS la TNA racordat prin siguranță fuzibilă deoarece în cazul topirii fuzibilului într-o fază provoacă un regim de compensare nesimetric.

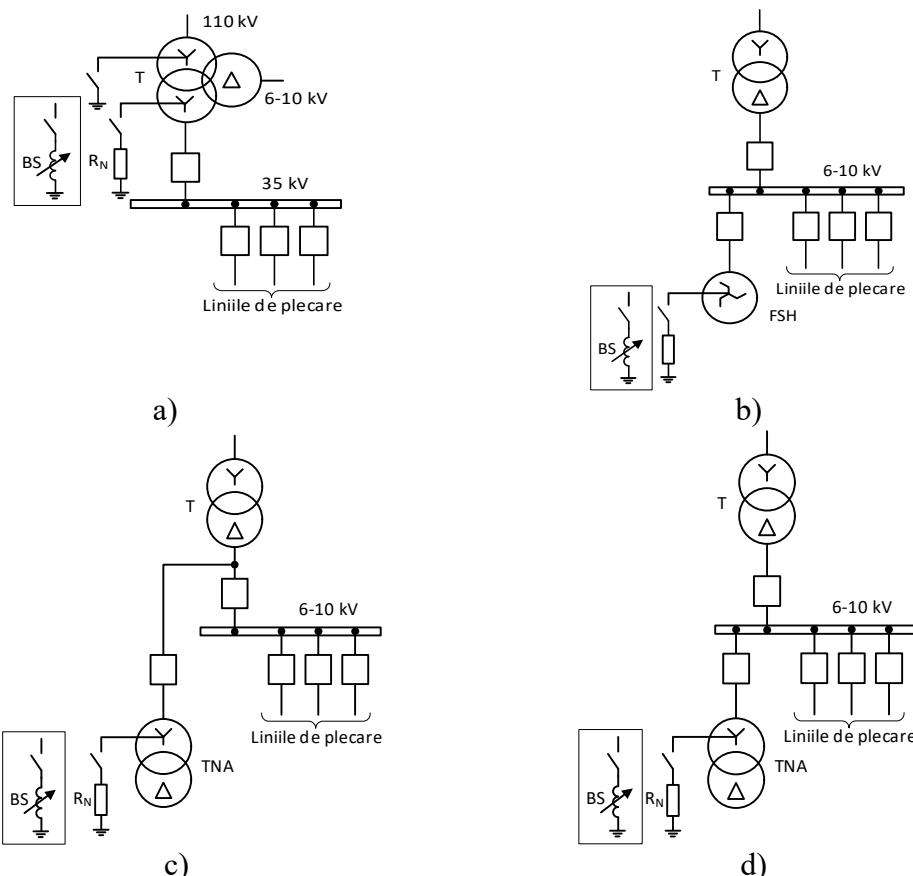


Figura 2. Schemele de conectare a BS sau rezistorului de tratare a neutrului

Neutrul legat la pământ prin BS în paralel cu un rezistor (RN). Se recomandă conectarea lor la neutrul transformatorului prin separatoare, ceea ce va permite utilizarea independentă a acestora:

- montarea BS și RN la TNA Fig. 3 (a) sau FSH, prezentat în Fig. 2 (b). Se aplică pentru racordarea rezistoarelor de medie tensiune (6,10, 35 kV);
- montarea BS și RN la înfășurarea primară a TNA Fig. 3 (b). Se aplică pentru racordarea rezistoarelor de joasă tensiune (≤ 500 V).

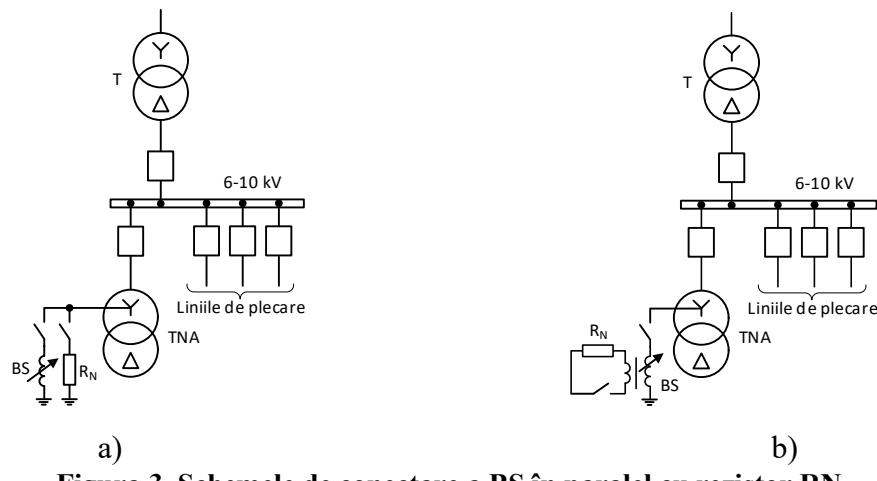


Figura 3. Schemele de conectare a BS în paralel cu rezistor R_N

Rezistoarele de valoare mare sunt conectate în regim permanent de funcționare a rețelei și în cazul defectelor monofazate, durata de lucru nu trebuie să depășească 6 ore. Rezistoarele de valoare mică se conectează pe o durată de 1-3 s la trecerea arcului de punere la pământ în faza arderii stabile.

Neutru legat la pământ prin rezistor (R_N):

- montarea R_N la neutru accesibil al înfășurării 35 kV a transformatorului 110(220)/35/10(6) kV, Fig. 2 (a);
- montarea R_N la TNA Fig. 2 (c) sau FSH Fig. 2 (b). Se aplică pentru racordarea rezistoarelor de medie tensiune (6,10, 35 kV);
- montarea R_N la secundarul TNA Fig. 4. Se aplică pentru racordarea rezistoarelor de joasă tensiune (≤ 500 V).

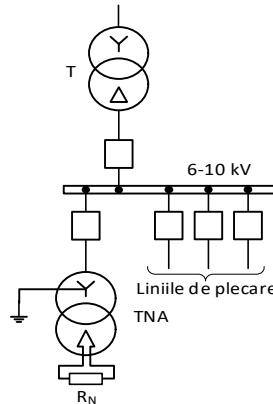


Figura 4. Schema de conectare a R_N de tensiune joasă

Concluzii

1. Regimul neutrului izolat posedă o serie de neajunsuri și este deja depășit, trebuie de utilizat alte modalități de tratare a neutrului.

2. Alegera modalității de tratare a neutrului în rețelele electrice 6-35 kV este o problemă extrem de complicată la etapele de proiectare și exploatare ale acestora.

3. Tratarea neutrului printr-un rezistor cu rezistență de valoare mică este menită să creeze curenți de punere la pământ mari, necesari pentru funcționarea selectivă și sigură a protecției prin relee.

4. Tratarea neutrului printr-un rezistor cu rezistență de valoare mare asigură protecția contra supratensiunilor și nu înrăuățește condițiile de stingere a arcului electric, iar componenta activă a curentului creată de rezistor este suficientă pentru funcționarea selectivă a protecției de curent simplă, care poate să funcționeze la semnal sau la deconectare în funcție de condițiile asigurării continuității alimentării cu energie electrică.

5. Construcția cât a transformatoarelor TNA, atât și a filtrelor de secvență homopolară FSH trebuie să asigure stabilitatea electrodinamică și termică la acțiunea curenților de scurtcircuit.

Confirmare. Această lucrare a fost realizată ca studiu în cadrul proiectului ”Soluții tehnice ecoInovative de Eficientizare a consumului de energie în clădiri și elaborarea opțiunilor de dezvoltare a rețelelor inteligente cu integrarea avansată a energiei regenerabile în R.M. (SINERGIE)”

Referințe

1. DOBREA, I. *The Opportunity to Treat the Neutral Through the Resistor or Combined Compensation Coil - Resistor*, Proceedings of the 12th International Conference on Electromechanical and Energy Systems. SIELMEN 2019, October 9-11, 2019, Craiova-Chișinău, Electronic ISBN: 978-1-7281-4011-7, USB ISBN: 978-1-7281-4010-0. DOI:10.1109/SIELMEN.2019.8905891.
2. DOBREA, I. *The influence of the treatment mode of the neutral in the 6-35 kV networks on the displacement voltage in the quasi-stationary regime*. ANALELE UNIVERSITATII DIN CRAIOVA - Seria Inginerie electrica 2019; 43 (43) : 128-133. ISSN: 1842-4805.
3. РЫЖКОВА Е. Н., доктор техн. наук, ФОМИН М. А., инж.,НИУ “МЭИ”. *О критериях выбора режима резистивного заземления нейтрали в сетях 6 - 35 кВ*. Москва. Журнал «Промышленная Энергетика», 2013 - № 11, стр. 23-30
4. БЫКОВА А. М., ЖУЙКОВ А. В., КОНСТАНТИНОВА А. Ю. *Применение нейтралеобразующих фильтров ФМ30 для резонансного и резистивного заземления нейтрали*.: ЭНЕРГЕТИК, 2019, №10 pp.26-29
5. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.
6. Regulament cu privire la calitatea serviciilor de transport și de distribuție a energiei electrice. Nr.538/2019 din 27 decembrie 2019.
https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=120135&lang=ro
7. СТО 18-2013 «Руководящие указания по выбору режима заземления нейтрали в электрических сетях напряжением 6-35 кВ». Санкт-Петербург, 2013.
8. СТП 09110.20.187-09 Методические указания по заземлению нейтрали сетей 6-35 кВ Белорусской энергосистемы через резистор.
<https://energodoc.by/document/view?id=792>

**SECȚIA CALCULATOARE, INFORMATICĂ ȘI
MICROELECTRONICĂ**

**SECTION OF COMPUTERS, INFORMATICS AND
MICROELECTRONICS**

**SUBSECȚIA INGINERIA ȘI ȘTIINȚA CALCULATOARELOR
ENGINEERING AND COMPUTER SCIENCE SUBSECTION**

SISTEME MULTI-AGENT BAZATE PE SERVICII

Vadim STRUNA^{1,4*}, Constantin ABABII^{1,3}, Oleg BULDUMAC^{2,4}, Victor LAȘCO^{1,4}

¹Departamentul Informatică și Ingineria Sistemelor, Facultatea Calculatoare Informatică și Microelectronică,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

²Departamentul Inginerie Software și Automatică, Facultatea Calculatoare Informatică și Microelectronică,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

³IAW International Academy, Brigachtal, Germany

⁴Școala Doctorală a Universității Tehnice a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Vadim Struna, vadim.struna@iis.utm.md

Rezumat. Sistemele Multi-Agent bazate pe servicii (SMAS) prezintă un domeniu de interes major pentru specialiștii din acest domeniu ca dezvoltatorii de produse software complexe, planificarea și proiectarea întreprinderilor de producere și servicii, și dezvoltatorii de sisteme de conducere și decizionale. În procesul de cercetare au fost studiate trei structuri de bază specifice pentru interacțiunea dintre Agenți, s-a elaborat modelul de abstractizare a Agent-ului care prezintă un Obiect format dintr-o colecție de date, cunoștințe, metode, modele și resurse hardware. Au fost analizate arhitecturi și modele ale SMAS: în timp real, temporizate și bazate pe evenimente.

Cuvinte cheie: sisteme orientate pe servicii, sisteme Mulri-Agent, structură ierarhică, SMAS în timp real, SMAS tempotizate, SMAS cu evenimente.

Introducere

Conceptul sistemelor Multi-Agent bazate pe servicii (SMAS) prezintă o paradigmă de calcul care aplică noiunea de serviciu ca elemente fundamentale pentru dezvoltarea aplicațiilor și a sistemelor complexe decizionale [1]. Structural un SMAS prezintă o mulțime de straturi definite prin mulțimea de servicii omogene oferite pentru straturile mai superioare în baza serviciilor obținute de la straturile inferioare. Aceste relații ierarhice oferă o flexibilitate înaltă în procesul de generare a apelului pentru serviciu și identificarea sistemului Agent pentru a deservi acest apel. Straturile superioare mai oferă și un suport suplimentar pentru agregarea serviciilor și gestiunea acestora în scopul consolidării pentru a se oferi servicii complexe și de calitate [2,3].

Calitatea unui serviciu [4,5] este factorul decisiv în procesul de selectare și utilizare a acestuia. Având o arhitectură ierarhică și un model de interconectare a serviciilor bazat pe liberă concurență pot fi obținute structuri SMAS care vor asigura cerințele față de calitate, cantitate și performanțe [6].

Obiectivele lucrării de față sunt dezvoltarea unui model de abstractizare a procesului de proiectare și implementare a Agent-ului și SMAS.

Structura sistemului Multi-Agent bazat pe servicii

În scopul soluționării obiectivelor stabilite anterior este prezentată structura unui Agent model (Figura 1) și sunt analizate trei modele de interacțiune dintre Agenți (Figura 2).

În scopul abstractizării procesului de dezvoltare a SMAS structura Agent-ului (Figura 1) este prezentată în formă de Obiect care include următoarele componente: **Input** – parametrii de intrare; **Output** – parametrii de ieșire; **Data** – bufer pentru stocarea datelor; **Methods** – metode și modele pentru procesarea datelor; **Knowledge** – baza de cunoștințe; **Hardware** – componente și dispozitive electronice pentru procesarea numerică a datelor care funcționează în baza metodelor și a modelelor pentru procesarea datelor. Un Agent-Obiect este o colecție de date, metode, cunoștințe și resurse hardware care asigură procesarea și organizarea schimbului de date dintre mulțimea de Agenți.

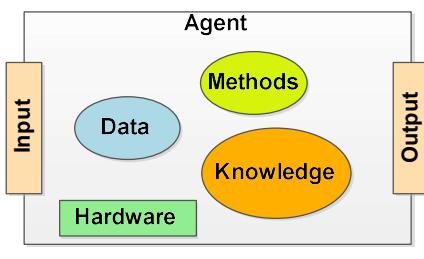


Figura 1. Structura unui Agent

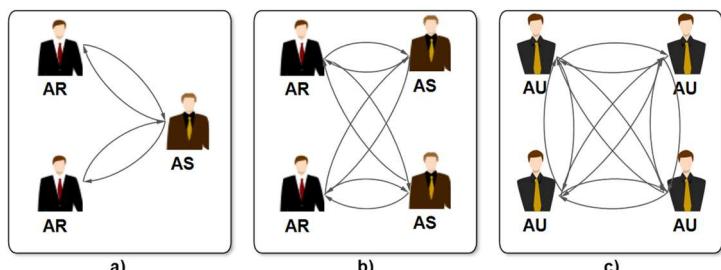


Figura 2. Modele de interacțiune Agent-Agent

Pentru analiză sunt propuse trei modele de interacțiune dintre Agenti (Figura 2) care pot fi realizate la fiecare nivel al ierarhiei SMAS. Pentru modelare s-au definit: Agenți solicitanță de servicii **AR**; Agenți prestatori de servicii **AS**; Agenți universali **AU**.

Pentru analiza SMAS sunt propuse următoarele arhitecturi și modele:

- a) *Sisteme Multi-Agent în timp real bazate pe servicii;*
- b) *Sisteme Multi-Agent temporizate bazate pe servicii;*
- c) *Sisteme Multi-Agent bazate pe eveniment-serviciu.*

Concluzii

În lucrarea de față sunt prezentate rezultatele cercetărilor efectuate în domeniul proiectării și cercetării SMAS. Funcționalitatea sistemului este orientată spre utilizarea relațiilor de cerere și prestare a serviciilor. Sunt specificate trei modele de interacțiune dintre Agenti care pot fi aplicate la fiecare nivel al ierarhiei SMAS.

În viitor sunt planificate cercetări pentru implementarea unui SMAS destinat monitorizării și managementului unei întreprinderi prestatoare de servicii de telefonie mobilă.

Mulțumiri. Rezultatele prezentate în lucrare au fost realizate cu suportul tehnologic și metodologic oferit de DIIS UTM.

Referințe:

1. PAPAZOGLOU, M.P., GEORGAKOPOULOS, D. Service-Orineted Computing. In: *Communications of the ACM*, 2003/Vol. 46, No. 10, pp. 25-28.
2. PAPAZOGLOU, M.P., HEUVEL, W.-J. Service Orineted Architectures: Approaches, Technologies and Research issues. In: *The VLDB Journal* (2007) 16: 389-415. DOI: 10.1007/s00778-007-0044-3.
3. ROSEN, M., LUBLINSKY, B., SMITH, K.T., BALCER, M.J. *Applied SOA: A service-Orineted Architecture and Design Strategies*. Wiley, 2008, 660p. ISBN: 978-0-470-22365-9.
4. GUTULEAC, E. *Analiza Performabilității Sistemelor de Calcul prin Rețele Petri Stocastice Reconfigurabile cu Parametri Fuzzy*. Chișinău: Editura "Tehnica-UTM", 2021, 304p. ISBN: 978-9975-45-742-2.
5. GUTULEAC, E. *Sisteme și Rețele de Așteptare Markoviene*. Chișinău: Editura "Tehnica-UTM", 2019, 284p. ISBN: 978-9975-45-578-7.
6. DAUMEINGTS, G., MULLER, J., MOREL, G., VALLESPR, B. *Enterprise Interoperability: New Challenges and Approaches*. Springer, 2007, 585p. ISBN: 978-1-84628-713-8.

METODA ELEMENTELOR FINITE

Ludmila DUCA

Departamentul Ingineria Software și Automatică, Facultatea Calculatoare Informatică și Microelectronică,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

Autorul corespondent: Ludmila Duca, ludmila.duca@ati.utm.md

Rezumat. Metoda elementelor finite este folosită la calculul problemelor din domeniul ingineresc și modele matematice pentru a primi rezultate cât mai precise. Pentru aceasta corpurile sunt divizate prin metoda elementelor finite și în urma aplicării diferitor metode de calcul, în dependență de tipul metodei elementelor finite, vom primi rezultatate mult mai precise.

Cuvinte cheie: metoda elementelor finite, elemente finite, metode, noduri.

Introducere

Metoda elementelor finite este principala metodă a mecanicii structurale moderne, care stă la baza majorității sistemelor software moderne concepute pentru a efectua calcule ale structurilor construcțiilor pe un computer [1].

Metoda elementelor finite a fost aplicată pentru prima dată în practica ingineriei la începutul anilor 1950. Inițial, s-a dezvoltat în două direcții independente una de celaltă - inginerie și matematică. Într-un stadiu incipient al formulării, metoda elementelor finite sa bazat pe principiile mecanicii structurale, care i-au limitat domeniul de aplicare. Și numai atunci când bazele metodei au fost formulate în formă variațională, a devenit posibilă extinderea ei la multe alte probleme. Dezvoltarea rapidă a metodei elementelor finite a mers în paralel cu progresul tehnologiei moderne de calcul și aplicarea acesteia în diverse domenii ale științei și practicii ingineriei [2].

Definiții de bază ale metodei elementelor finite

Metoda elementelor finite, la fel ca multe alte metode numerice, se bazează pe reprezentarea unei structuri continue reale prin modelul său discret și înlocuirea ecuațiilor diferențiale care descriu starea de încordare-deformare a corpuri solide cu un sistem de ecuații algebrice. În același timp, metoda elementelor finite permite o interpretare clară geometrică, constructivă și fizică.

Esența metodei constă în faptul că aria (unui, bidimensională sau tridimensională) ocupată de structură este împărțită într-un număr de sub-zone mici, dar finite ca mărime (Fig. 1). Acestea din urmă sunt numite elemente finite, iar procesul de defalcare în sine se numește discretizare [3].

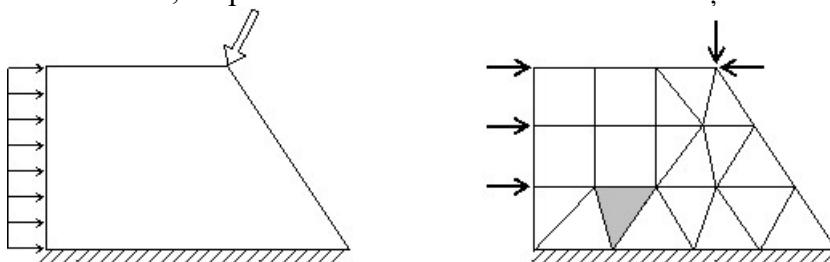


Figura 1 Discretizarea elementelor finite

În funcție de tipul structurii și de natura deformării acesteia, elementele finite pot avea forme diferite. Deci, la calcularea sistemelor de tije, elementele finite sunt secțiuni de tije; pentru structurile continue bidimensionale, cel mai des se folosesc elementele finite triunghiulare și dreptunghiulare; iar pentru zone tridimensionale - elementele finite sub formă de tetraedru sau paralelipiped. Spre deosebire de o structură reală, într-un model discret, elementele finite sunt interconectate doar în puncte (noduri) separate printr-un anumit număr finit de parametri nodali.

Metoda elementului finit este o metodă variațională. Energia funcțională pentru întreaga zonă luată în considerare este reprezentată aici ca suma funcțiilor părților sale individuale - elemente finite. Pentru aria fiecărui element, independent de celelalte, se stabilește propria sa lege de distribuție a funcțiilor dorite. O astfel de aproximare continuă pe bucăți este realizată folosind funcții de aproximare special selectate, numite și coordonate sau interpolare. Cu ajutorul lor, mărimile continue dorite (deplasări, tensiuni etc.) în cadrul fiecărui element finit sunt exprimate în termeni de valori ale acestor mărimi la punctele nodale, iar o sarcină dată arbitrară este înlocuită cu un sistem de forțe nodale echivalente.

Cu o astfel de aproximare pe bucăți-continuă, condiția de compatibilitate este prevăzută numai la noduri, iar în alte puncte de-a lungul limitelor elementului finit, această condiție este îndeplinită aproximativ în cazul general (în acest sens, elemente finite de diferite grade de compatibilitate sunt distinse) [4].

Cea mai răspândită este metoda elementelor finite în deplasări, care are multe în comun cu metoda Ritz și metoda diferențelor variaționale. Diferența dintre schema tradițională a metodei Ritz și metoda elementului finit sub forma metodei deplasării constă în alegerea unui sistem de funcții de aproximare. Dacă în metoda Ritz deplasările sunt approximate pe întreaga zonă a definiției lor, atunci în metoda elementului finit - pentru fiecare element finit separat, ceea ce permite utilizarea funcțiilor de aproximare de o formă mai simplă. În primul caz, energia potențială totală funcțională variază cu coeficienți nedeterminați, în al doilea - prin deplasări la nodurile grilei, ceea ce duce la un sistem de ecuații algebrice ale metodei deplasării. În același timp, utilizarea aproximării continue pe bucăți face posibilă obținerea unei structuri rar umplute sau în bandă a matricei de coeficienți a sistemului de ecuații și face astfel posibilă utilizarea unor metode mai eficiente de rezolvare a acesteia.

Numărul de noduri și numărul de deplasări în nod (gradul de libertate al nodului) adoptate pentru elementul finit pot fi diferite, dar nu trebuie să fie mai mici decât minimul necesar pentru a descrie starea de încordare-deformare a elementului finit în cadrul modelului fizic acceptat. Numărul de deplasări independente în toate nodurile elementului determină gradul de libertate al elementului finit. Gradul de libertate al întregii structuri și ordinea sistemului de ecuații de rezolvare este determinată de numărul total de deplasări ale tuturor nodurilor sale. Deoarece principalele necunoscute, sub forma metodei deplasării, sunt considerate a fi deplasări nodale, gradul de libertate al elementului finit și al întregii structuri în ansamblu este un concept extrem de important în metoda elementului finit. Conceptele de grad de libertate al unui nod, elementul finit și structură și gradul de indeterminare cinematică a acestora sunt identice.

Metoda de împărțire a zonei considerate în elemente finite, numărul acestora și numărul de grade de libertate, precum și tipul de funcții de aproximare determină în cele din urmă acuratețea calculului de proiectare. Trebuie de remarcat faptul că o simplă creștere a numărului de elemente finite nu îmbunătățește întotdeauna acuratețea calculelor. Problemele de stabilitate și convergență a soluției, precum și aprecierea acurateței rezultatelor obținute sunt principalele atunci când se utilizează metoda elementului finit.

În comparație cu alte metode numerice, metoda elementului finit este mai bine algoritmizat și mai flexibil în descrierea geometriei și a condițiilor de limită ale zonei calculate. Avantajele metodei includ claritatea fizică și versatilitatea [5].

Metoda elementului finit sub forma metodei deplasării poate fi considerată ca o formă matricială a metodei clasice de deplasare, care diferă doar printr-o formalizare mai profundă a algoritmului și orientarea acestuia către utilizarea calculatoarelor.

Metoda elementelor finite face posibilă automatizarea aproape completă a calculului sistemelor de bare, deși, de regulă, necesită un număr mult mai mare de operații de calcul în comparație cu metodele clasice de mecanică structurală. Cu toate acestea, în condițiile moderne, o cantitate mare de calcule nu reprezintă o problemă serioasă și, în acest sens, odată cu introducerea calculatoarelor în practica inginerescă, metoda elementului finit a devenit larg răspândit. Prin urmare, cunoașterea bazelor metodei elementelor finite și a instrumentelor software moderne care permit rezolvarea diferitelor probleme pe baza acesteia este absolut necesară pentru un inginer.

Tipuri ale metodei elementelor finite.

Conform metodei de obținere a ecuațiilor de bază, adică de rezolvare, există patru tipuri principale ale metodei elementelor finite: directe, variaționale, reziduuri ponderate și bilanț energetic [6].

Metoda directă este similară cu metoda deplasării matricei pentru sistemele de tije, se bazează pe prevederile care au fost utilizate într-un stadiu incipient de dezvoltare, metoda elementului finit. Această metodă este convenabilă datorită simplității sale și semnificației geometrice și fizice evidente a pașilor individuali de aproximare. Relațiile pentru elementele finite sunt construite direct pe baza a trei grupuri de ecuații: statice, geometrice și fizice. Cu toate acestea, domeniul de aplicare al metodei directe este foarte limitat: poate fi folosit doar pentru elemente finite de geometrie simplă cu un număr mic de grade de libertate per nod.

Metoda variațională se bazează pe principiile staționarității unei variabile în funcție de una sau mai multe funcții. Aplicată la mecanica unui corp solid deformabil, această variabilă reprezintă energia potențială (funcțională Lagrange) sau suplimentară (funcțională Castilliano) a sistemului sau se formează pe baza acestor două energii (funcționale Hellinger-Reissner, Hu-Washitsu). Dacă înlocuim expresii de aproximare pentru funcțiile dorite în funcțional și aplicăm principii extreme (respectiv, principiul Lagrange, principiul Castiliano etc.), obținem un sistem de ecuații algebrice, a cărui soluție vor fi valorile necunoscutele nodale. Spre deosebire de metoda directă, metoda variațională poate fi aplicată cu succes atât la probleme simple, cât și la cele complexe.

Metoda reziduală este cea mai generală abordare a construcției relațiilor de bază. Această metodă este indicată să se aplique atunci când se rezolvă probleme pentru care este dificil sau imposibil să se formuleze o ecuație variațională, adică, funcțional. Esența metodei reziduurilor ponderate este introducerea unor reziduuri - abaterea soluției aproximative de la soluția exactă a ecuațiilor diferențiale pentru o problemă dată. Pentru a obține „cea mai bună” soluție, este necesar să se minimizeze o integrală a reziduurilor în domeniul computațional. Pentru a îmbunătăți eficiența, împreună cu reziduul în sine, așa-numita funcție de greutate este de obicei introdusă în integrand; în acest caz, metoda se numește metoda reziduurilor ponderate. Alegerea schemei de minimizare și a funcțiilor de greutate determină diferite variante ale metodei reziduale. Cele mai frecvent utilizate dintre acestea sunt metoda Galerkin, care duce la aceleași ecuații ca abordarea variațională și metoda celor mai mici pătrate.

Metoda bilanțului energetic (metoda Auden) se bazează pe echilibrul diferitelor tipuri de energie, scrise în formă integrală. Această metodă este utilizată cu succes în rezolvarea problemelor neliniare și dinamice.

Concluzii

Metoda elementelor finite este implementată pe larg în domeniul ingineresc și modelare matematică. Aceasta ne dă posibilitatea de a reduce timpul chiar la etapa de proiectare efectuând calcule mai precise. Modelarea obiectului la etapa de proiectare și efectuând mai multe experimente reduce cheltuielile financiare nedorite care pot apărea în cazul care nu se aplică modelul matematic optim.

Referințe

1. RADEŞ, M. *Analiza cu elemente finite*. Bucureşti, **Universitatea Politehnica din Bucureşti**, 2019.
2. Bathe, K.-J. and Wilson, E. L., *Numerical Methods in Finite Element Analysis*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1976.
3. Blumenfeld, M., *Introducere în metoda elementelor finite*, Editura tehnică, Bucureşti, 1995.
4. Desai, C. S. and Abel, J. F., *Introduction to the Finite Element Method*, Van Nostrand Reinhold, New York, 1972.
5. Comşa D.-S., *Metoda elementelor finite*, Editura U. T. PRES, Cluj-Napoca, 2007.
6. Maksay, Ş. I., Bistrițan D. A., *Introducere în metoda elementelor finite*, Editura Cermi, Iași, 2008.

SISTEM DE LUARE A DECIZIILOR BAZAT PE COMENZI VOCALE- EMOTIONALE

Olesea BOROZAN

*Departamentul Informatică și Ingineria Sistemelor, Școala Doctorală UTM, Facultatea Calculatoare Informatică
și Microelectronică, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova*

Autorul corespondent: Olesea Borozan: olesea.borozan@ja.utm.md

Rezumat. În lucrare de față este cercetată o metodă de aplicare a recunoașterii automate a emoțiilor în vorbire pentru protecția sănătății și a vieței ființelor umane implicate în procesele tehnologice robotizate.

Cuvinte cheie: Inteligența Artificială, comenzi vocale, recunoașterea vorbirii, sistem de comandă.

Introducere

Sistemele automatizate și robotizate prezintă un pericol real pentru sănătatea și viața omului. Având un caracter mai mult mecanic, aceste sisteme, sunt lipsite de capacitatea de a reacționa la comenzi vocale sau vocal-emotionale care să intervină în procesul funcționării în scopul protecției sănătății și vieții omului.

Pentru orice proces de dialog, în afară de conținutul vocal-informațional, un rol foarte important îl joacă și emoțiile, sau mai bine zis conținutul vocal-emotional care în majoritatea cazurilor prezintă un factor important decizional ca rezultat al dialogului. Atribuind un nivel de inteligență artificială pentru sistemele automatizate și robotizate devine posibilă realizarea unui dialog Om-Mașină care să asigure un schimb de informații utile pentru ambele părți implicate în procesul de comunicare.

Un rol important în comunicarea Om-Mașină îl joacă și factorul că în procesul de dialog pot fi transmise nu doar informații vocale, dar și informații vocal-emotionale ceea ce extinde esențial eficiența dialogului dintre Om și Mașină.

Odată cu dezvoltarea sistemelor robotice și a tehnologiilor informaționale s-au dezvoltat și noi metode și modele de interacțiune Om-Mașină (Om-Robot) bazate pe Inteligența Artificială [1-3]. Această tendință este specificată și în strategia industrială 4.0 [4,5], care prevede de a fi relată prin dezvoltarea de întreprinderi inteligente Multi-Agent [6-9], integrarea serviciilor IoT și IIoT [10], sisteme fizice cibernetice și transformarea digitală [11].

Este de menționat faptul că mai există unele probleme în comunicarea vocală Om-Robot. Mai ales în cazurile unde sunt necesare comunicarea vocal-emotională Om-Robot. Această problemă este menționată și în diverse lucrări științifice, care sunt orientate spre soluționarea unor aspecte specifice domeniului de aplicare [12-14]. În particular, în lucrarea [15], se propune proiectarea unui robot comandat vocal utilizat pentru stingerea incendiilor.

La baza unui proces de comunicare Om-Robot în bază de sunete se află achiziția, procesarea și recunoașterea vorbirii care are funcțiile de a transforma undele sonore într-un set de informații care includ cifre, litere, cuvinte, propoziții și parametrii caracteristici ale acestora [16].

Exemple de așa tipuri de sisteme bazate pe interacțiunea vocală Om-Mașină sunt prezentate în lucrările [17-19] unde sunt descrise sisteme care asigură comanda cu dispozitive electronice, electrice sau robotice în baza comenzilor vocale cu aplicarea în diverse domenii. Dezavantajul acestor sisteme este faptul că sunt necesare utilizarea dispozitivelor suplimentare pentru recunoașterea vorbirii și generarea de comenzi în forma de text sau acțiune.

Enunțarea problemei cercetării

Problema recunoașterii automate a emoțiilor în vorbire este multidisciplinară și actuală oferind perspective de aplicare în diverse domenii ale științei, tehnicii, securității cibernetice, control acces și securitatea sistemelor robotice pentru protecția sănătății și a vieții ființelor umane.

Din domeniile menționate mai sus cea mai importantă este aplicarea recunoașterii automate a emoțiilor în vorbire pentru protecția sănătății și a vieței ființelor umane care fac parte din procesul tehnologic al sistemelor robotizate din care fac parte mecanisme în mișcare, dispozitive sub curent electric (linii de asamblare robotizate, conveiere pentru asamblarea și clasificarea obiectelor, roboți mobili etc.)

In continuare este reprezentată metoda de aplicare a recunoașterii automate a emoțiilor în vorbire pentru protecția sănătății și a vieței ființelor umane implicate în procesele tehnologice robotizate.

Fie este definit procesul tehnologic robotizat RTP (1):

$$RTP = \{P_i, i = 1, 2, \dots, N\}, \quad (1)$$

unde: P_i este mulțimea de etape (phase) ale procesului tehnologic robotizat.

Fiecare etapă P_i este caracterizată de expresia (2):

$$P_i = \{X_i, D_i, U_i, H_i\}, \quad (2)$$

unde: $X_i = \{x_{i,j}, j = 1, 2, \dots, M\}$ - este vectorul de stare a etapei P_i ; $D_i = \{d_{i,j}, j = 1, 2, \dots, M\}$ - este vectorul de modele decizionale definite pentru etapa P_i ; $U_i = \{u_{i,j}, j = 1, 2, \dots, M\}$ - este vectorul de acțiune asupra etapei P_i ; $H_i = \{h_{i,j}, j = 1, 2, \dots, M\}$ - este vectorul de modele decizionale care identifică un pericol (hazard) pentru sănătatea sau viața omului aparente în etapa P_i .

Modelul general al procesului tehnologic robotizat este definit de expresiile (3):

$$\begin{cases} X = \bigcup_{i=1}^N (X_i), \bigcap_{i=1}^N (X_i) \neq \emptyset; \\ D = \bigcup_{i=1}^N (D_i), \bigcap_{i=1}^N (D_i) \neq \emptyset; \\ U = \bigcup_{i=1}^N (U_i), \bigcap_{i=1}^N (U_i) \neq \emptyset; \\ H = \bigcup_{i=1}^N (H_i), \bigcap_{i=1}^N (H_i) \neq \emptyset. \end{cases}, \quad (3)$$

Funcționalitatea procesului tehnologic robotizat RTP este definit de acțiunile U obținute din expresia (4):

$$D_i : X_i \rightarrow U_i, \quad (4)$$

În cazuri excepționale de pericol asupra sănătății sau vieței pentru ființele umane deciziile sunt luate în baza expresiei (5), care trece procesul tehnologic robotizat în regim de siguranță sporită, care poate duce și până la stoparea procesului tehnologic roboticat:

$$H_i : X_i \rightarrow U_i^s, \quad (5)$$

Obiectivele cercetărilor efectuate în cadrul acestei lucrări este dezvoltarea modelelor decizionale H declanșate de expresii vocal-emoționale pronunțate de Om, care să asigure trecerea procesului tehnologic robotizat în regim de Securitate sporită în baza acțiunilor efectuate cu vectorul U^s .

Sinteza Arhitecturii Sistemului de Luare a Deciziei

Sistemele de comandă cu procese tehnologice robotizate prezintă arhitecturi de calcul distribuite ierarhizate. La nivelul inferior al ierarhiei sunt amplasate o mulțime de dispozitive de control local (Dispozitive Decizionale Locale) conectate într-o rețea de comunicare și un sistem de calcul pentru supervizare, amplasat la nivelul superior.

Dispozitivele de control local funcționează în mod paralel-concurrent comunicând între ele cu parametri de stare și de comandă. Conceptual sistemul pentru luarea decizilor pentru intervenție de urgență în baza comenziilor emoționale vocale este orientat pentru a se integra în arhitectura sistemului de comandă deja existent.

În Figura 1 este prezentată arhitectura sistemului pentru luarea deciziilor în baza comenzi vocal-emoționale pentru intervenții de urgență.

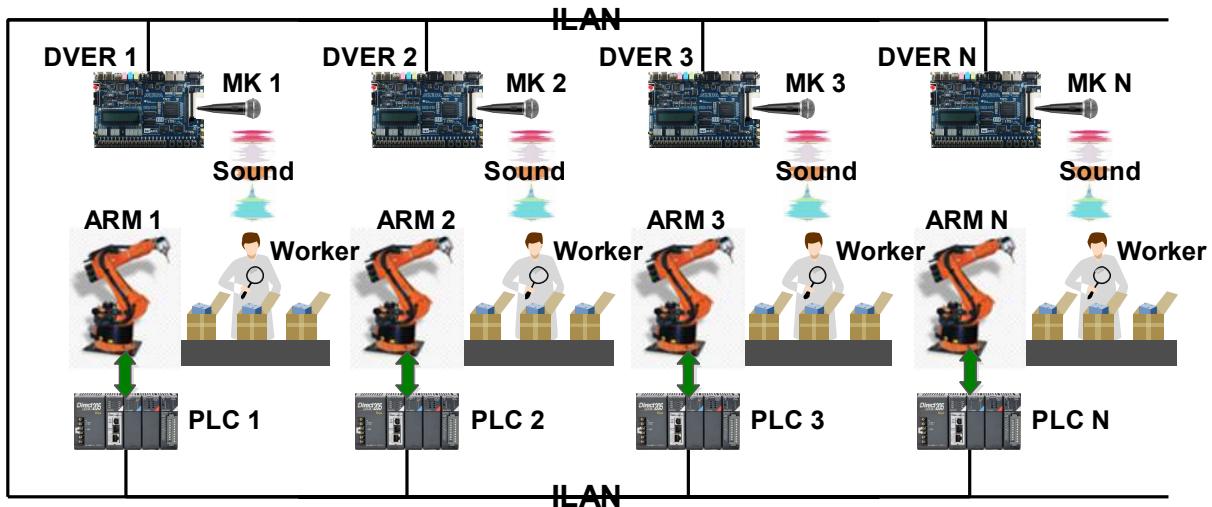


Figura 1. Arhitectura sistemului de luare a deciziilor bazată pe comenzi vocale-emoționale pentru intervenția de urgență

Arhitectura sistemului include:

- Mulțimea de brațe robotice $ARM_1 - ARM_N$ care efectuează operații de asamblare în conformitate cu procesul tehnologic (1);
- Mulțimea de dispozitive logice programabile $PLC_1 - PLC_N$ care comandă cu activitățile efectuate de brațele robotice ARM ;
- Mulțimea de muncitori $Worker$ care fac parte din procesul tehnologic și suplinesc operațiile ne-efectuate de mulțimea de roboți ARM ;
- Mulțimea de dispozitive pentru recunoașterea vorbirii-emoționale $DVER_1 - DVER_N$ la care sunt conectate cîte un microfon $MK_1 - MK_N$ pentru achiziția undelor sonore generate de mulțimea de muncitori;
- Mulțimea de unde sonore $Sound$ generate de muncitori în cazuri excepționale; Rețeaua industrială $ILAN$ destinată pentru organizarea schimbului de date dintre componentele sistemului ($PLC_1 - PLC_N$ și $DVER_1 - DVER_N$).

Modul de funcționare al sistemului de luare a deciziilor în baza comenzi vocal-emoționale este următorul: în cazuri excepționale muncitorii implicați în procesul tehnologic vor genera unde sonore care sunt recepționate de dispozitivele pentru recunoașterea vorbirii-emoționale $DVER$. Dispozitivul $DVER$ care va identifica o comandă definită în lista de comenzi va genera un pachet care va conține comanda de stopare a procesului tehnologic și-l va expedia în rețeaua $ILAN$. Fiecare PLC primește pachetul cu comanda din rețeaua $ILAN$, și în baza algoritmului de stopare a procesului tehnologic execută această comandă. În aşa mod se vor reduce accidentele grave posibil apărute în procesele tehnologice robotizate.

Concluzii

Utilizarea vorbirii pentru comunicarea dintre oameni și mașini are un potențial distinct de a ajuta oamenii în achiziția, organizarea și procesarea informațiilor.

Un rol foarte important, în procesul de recunoaștere, îl joacă conținutul vocal-emoțional care în majoritatea cazurilor prezintă un factor important decizional ca rezultat al dialogului.

În lucrarea dată s-a efectuat o analiză a unei metode pentru recunoașterii automate a emoțiilor în vorbire și a sistemului de luare a deciziilor bazată pe comenzi vocale-emoționale pentru intervenția de urgență.

Referințe

1. BRYNDIN, E. Human Digital Doubles with Technological Cognitive Thinking and Adaptive Behavior. Software Engineering. Vol. 7, No. 1, 2019, pp. 1-9. DOI: 10.11648/j.se.20190701.11.
2. ABABII, V. SUDACEVSCHI, V. BRANISTE, R. TURCAN, A. ABABII, C. MUNTEANU, S. Adaptive computing system for distributed process control. International Journal of Progressive Sciences and Technologies. Vol. 22, No 2, September 2020, pp. 258-264, ISSN: 2509-0119.
3. MUNTEANU, S. SUDACEVSCHI, V. ABABII, V. BRANISTE, R. TURCAN, A. LEASHCENCO, V. Cognitive Distributed Computing System for Intelligent Agriculture. International Journal of Progressive Sciences and Technologies. Vol. 24, No 2, January 2021, pp. 334-342, ISSN: 2509-0119.
4. RAHIT, P. PAWAR, RUSHIKESH, NIKUMBH, S. What in Industry 4.0. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). Volume: 08, Issue: 04, Apr. 2021, pp. 1214-1219. ISSN: 2395-0056.
5. BRYNDIN, E. Directions of Development of Industry 4.0, Digital Technology and Social Economy. American Journal of Information Science and Technology, 2018; 2(1): 9-17. DOI: 10.11648/j.ajist.20180201.12.
6. SAFONOV, GH. ABABII, V. SUDACEVSCHI, V. Analysis of distributed computing architectures for synthesis of multi-agent systems. European Applied Sciences Journal, № 9, 2016 (September), pp. 34-37, ISSN: 2195-2183.
7. ABABII, V. SUDACEVSCHI, V. SAFONOV, GH. Designing a Collective Agent for synthesis of Adaptive Decision-Making Systems. Sciences of Europe (Praha, Chech Republic), Vol 1, No 17(17), 2017, pp. 70-75, ISSN: 3162-2364.
8. ABABII, V. SUDACEVSCHI, V. MELNIC, R. MUNTEANU, S. Multi-Agent System for Distributed Decision-Making. National Science Journal (Ekaterinburg, Russia), Vol 2, No 45, 2019, pp. 19-23, ISSN: 2413-5291. DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2019.2.45.
9. SUDACEVSCHI, V. ABABII, V. MUNTEANU, S. Distributed Decision-Making Multi-Agent System in Multi-Dimensional Environment. ARA Journal of Sciences, 3/2020, pp. 74-80, ISSN: 0896-1018.
10. ALASDAIR, G. Industry 4.0: The Industrial Internet of Things, 2016, 259p. ISBN: 978-1-4842-2046-7. DOI: 10.1007/978-1-4842-2047-4.
11. LUIS M. CAMARINHA-MATOS, FORNASIERO, R. RAMEZANI, J. AND FERRADA, F. Collaborative Networks: A Pillar of Digital Transformation. Appl. Sci. 2019, 9, 5431, 33p. DOI:10.3390/app9245431.
12. SHARANABASAPPA, S, NAGESH, MAHINDRAKAR, K. SANTOSH, M. MULE, SOMALING P. NAIK. Voice Activated Multipurpose Robot. International Journal of Advancement in Engineering Technology, Management & Applied Science. Volume 3, Issue 1, 2016, pp. 283-291. ISSN: 2349-3224.
13. MAHESWARI, K. BHARGAVI, B. KAVYA, MADHU PRIYA, B. SUSHMITHA, M.. Voice Controlled Robot Using Bluetooth Module. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Volume 8, Issue 6, 2021, pp. 4515-4519. ISSN: 2395-0072.
14. CSABA KARDOS, ZSOLT KEMEINY, ANDRAI'S KOVAI'CS, BALAI'ZS E. PATAKI, JOI'ZSEF VAI'NCZA. Context-dependent multimodal communication in human–robot collaboration. Elsevier, Science Direct, 51st CIRP Conference on Manufacturing Systems, 2018, 6p.
15. SHRUTI JOSHI, AARTI KUMARI, POOJA PAI, SAIESH SANGAONKAR, MELBA D'SOUZA. Voice Operated Fire Extinguishing Robot. International Journal for Scientific Research & Development, Volume 4, Issue 11, 2017, pp. 426-428. ISSN: 2321-0613.
16. SHRUTI JOSHI, AARTI KUMARI, POOJA PAI, SAIESH SANGAONKAR, MELBA D'SOUZA. Voice Recognition System. Journal for Research, Volume 03, Issue 01, March 2017, pp. 7-9. ISSN: 2395-7549.
17. BHARAT KUMAR DHAL. Controlling Devices Through Voice Based on AVR Microcontroller. International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 9, Issue 3, March 2019. pp. 641-650. ISSN: 2250-3152. DOI: 10.29322/IJSRP.9.03.2019.p8790.
18. RAFAEL, V. ARACA, AQUILES F. BURLAMAQUI AND LUIZ M.G. CONCALVES. Method for Reading Sensors and Controlling Actuators Using Audio Interfaces of Mobile Devices. Sensors 2012, 12, 1572-1593. ISSN: 1424-8220. DOI: 10.3390/s120201572.
19. JAVIER G. RAI'ZURI, DAVID SUNDGREN, RAHIM RAHMANI, ARON LARSSON, ANTONIO MORAN CARDENAS AND ISIS BONET. Speech emotion recognition in emotional feedback for Human-Robot Interaction. International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence, Volume 4, No. 2, 2015, pp. 20-27. ISSN: 2165-4069. DOI: 10.14569/issn.2165-4069.

SISTEM PENTRU ANALIZA ȘI PROCESAREA DATELOR SEMI-STRUCTURATE

Petru CERVAC

*Departamentul Informatică și Ingineria Sistemelor, Școala Doctorală a Universității Tehnice a Moldovei,
or. Chișinău, Republica Moldova*

Autorul corespondent: Petru CERVAC, cervac.petru@iis.utm.md

Rezumat. În lucrarea de față sunt prezentate rezultatele proiectării și cercetării a unui sistem pentru analiza și procesarea datelor semi-structurate. Obiectivul lucrării este de a oferi mediului de afaceri un mecanism simplu și eficient pentru procesarea și extragerea de date din volume mari de date semi-structurate. În lucrare sunt prezentate schema funcțională a sistemului, procesul de dezvoltare a sistemului, diagrama de instanțe, diagrama modulelor și etapele de dezvoltare a sistemului cu exemple concrete.

Cuvinte cheie: procesarea datelor, date semi-structurate, modele și algoritmi.

Introducere

Omenirea trăiește în epoca informațională. În prezent datele reprezintă cea mai importantă resursă de care dispune omenirea. Actorii care exploatează eficient datele disponibile obțin avantaje pe piață, comparativ cu actorii care nu fac acest lucru. Utilizarea tehnologiilor informaționale este esențială pentru a eficientiza procesul de exploatare a datelor extrase din volume mari de date semi-structurate.

Studiu de caz

Pentru a înțelege mai bine problema, vom utiliza cazul unei întreprinderi ce produce componente electrice. Întreprinderea produce o gamă largă de componente electrice precum și se ocupă de proiectarea acestora. Fiecare lot de componente produse este însoțit de un certificat de calitate. Verificarea calității este îndeplinită în proporție de 90% de către laboratorul intern al întreprinderii și 10% de către laboratoarele externe. Certificarea produselor se efectuează prin intermediul unui set de teste efectuat de către un set de dizpozitive. Fiecare tip de component produs necesită un set distinct de teste. Dispozitivul produce un set de date ce conțin rezultatele testării. Fiecare dispozitiv are o metodă distinctă de structurare a datelor. Testarea componentelor este finalizată prin elaborarea unui certificat de calitate. Certificatele de calitate sunt consumate atât de către departamentele interne ale întreprinderii cât și de clienții acesteia. Certificatele emise de către întreprindere trebuie să conțină și informația obținută de la laboratoarele externe. Certificatele trebuie să fie de o calitate vizuală excelentă, în caz contrar întreprinderea poate suferi pierderi de imagine și financiare.

Interpretarea datelor obținute și crearea certificatelor de calitate intră în responsabilitatea lucrătorilor din laboratoarele respective. Deseori, aceste activități pot dura mai mult timp decât efectuarea testărilor, ceea ce reduce debitul laboratorului. Totodată, calitatea vizuală a certificatelor suferă, pe motiv că acestea sunt produse manual.

Obiectivele cercetărilor efectuate

Soluția pentru această întreprindere trebuie să fie complexă și integrală. Soluția trebuie să permită interacționarea cu o gamă largă de dizpozitive pentru testare care utilizează formate diferite de prezentare a datelor. Este necesar ca soluția elaborată să poată lucra și cu dizpozitivele care vor fi utilizate de către laborator în viitor. Este necesar ca soluția să oferă o gamă largă de modalități de prelucrare a datelor semi-structurate.

Elaborarea certificatelor trebuie să fie simplificată. Lucrătorii laboratorului trebuie să petreacă cât mai puțin timp în elaborarea certificatelor și cât mai mult în executarea sarcinilor lor de bază.

Calitatea vizuală a certificatelor trebuie exclusă din responsabilitățile personalului de testare. Lucrul manual în procesul elaborării certificatelor trebuie exclus. Soluția trebuie să fie simplă în utilizare.

Pentru sistemul cercetat au fost identificate următoarele cerințe funcționale:

1. Conectarea la o gamă largă de dispozitive de testare;
2. Analiza și prelucrarea datelor obținute de la dispozitivele de testare;
3. Elaborarea certificatelor de calitate;
4. Stocarea datelor;
5. Stocarea certificatelor de calitate;
6. Extensibilitatea sistemului cu noi dispozitive, formate de date, metode de prelucrare a datelor.

Spațiul de soluții pentru problemele enumerate anterior este vast și determinarea soluției optimale este o activitate complexă. La alegerea soluției este necesar de luat în considerație factori adiționali precum:

- Expertiza anterioară a companiei în dezvoltarea de produse software;
- Numărul de persoane care lucrează la implementarea soluției;
- Expertiza tehnică a persoanelor ce vor menține soluția după darea în exploatare.

Tehnologii aplicate în dezvoltarea sistemului

Soluția este dezvoltată utilizând limbajul de programare C# și platforma .Net Framework.

Pentru dezvoltarea interfeței grafice a fost selectat framework-ul Windows Presentation Foundation(WPF). Interfețele grafice au fost definite utilizând limbajul XAML(Extensible Application Markup Language). Interfața grafică este dezvoltată utilizând arhitectura Model-View-ViewModel(MVVM). Pentru administrarea dependențelor este utilizată libraria Microsoft.Extensions.DependencyInjection. Soluția a fost dezvoltată utilizând metodologia Proiectării bazate pe Domeniu(eng. Domain Driven Design) [1].

Modelarea sistemului

În cadrul modelării sistemului și a modului de activitate au fost determinate următoarele entități:

- **DUT** – reprezintă componenta care a fost supusă unui test. DUT-ul este o abstracție de la componenta reală care a fost testată, conținând doar informația strict necesară în cadrul domeniului de lucru;
- **Măsurare** – reprezintă o măsurare efectuată asupra unui DUT. Printre principalele componente ale măsurii se enumera numele acesteia, parametrii utilizați pentru efectuarea măsurii și valoarea obținută. Valoarea măsurii este mereu o valoare rațională.
- **Test** – reprezintă interpretarea măsurării. Printre componentele principale ale testului se enumera condiția și rezultatul. Rezultatul testului este mereu o valoare de tip boolean.

Acest model poate fi utilizat pentru a reprezenta orice măsurare efectuată de către laboratorul întreprinderii. În prezent, aplicația suportă două tipuri de măsurări parvenite de la două tipuri de dispozitive, stația automată de testare W-434 și analizor de rețea vectorial (VNA). Fiecare dispozitiv extinde modelul cu caracteristicile specifice formatului de date.

Arhitectura sistemului

Pentru dezvoltarea sistemului a fost selectată arhitectura de tip strat [2]. Aceasta presupune separarea sistemului în straturi concentrice. Arhitectura impune restricții asupra comunicării dintre componentele aplicație. Fiecarui componentă este permisă comunicarea doar cu elementele ce se află în staturile inferioare. Cu cât stratul este mai aproape de centrul aplicației, cu atât componentele aflate în acest strat vor fi mai stabile și viceversa.

În centrul sistemului sunt plasate componentele ce răspund de funcționalitatea de bază a aplicației. Stratul din mijloc conține modulele ce definesc interfețele serviciilor aplicației. Stratul exterior este destinat pentru modulele ce implementează serviciile definite în stratul din mijloc.

Structural sistemul este divizat în 7 module discrete:

- **Domain** – conține logica de domeniu al aplicației;

- **Services** – conține interfețele tuturor serviciilor utilizate în aplicație;
- **WPF.Services** – conține interfețele tuturor serviciilor utilizate de către interfață grafică;
- **Services.Default** – conține implementarea implicită a serviciilor;
- **Reporting** – conține logica legată de generarea de certificate de calitate;
- **ViewModels** – conține interfață grafică;
- **WPF** - conține punctul de intrare în aplicației precum și rădăcina de compoziție.

Modulul domain aparține stratului din interior, modulele Services și WPF.Services aparțin stratului din mijloc, iar modulele Services.Default, Reporting și ViewModels aparțin stratului exterior (Figura 1).

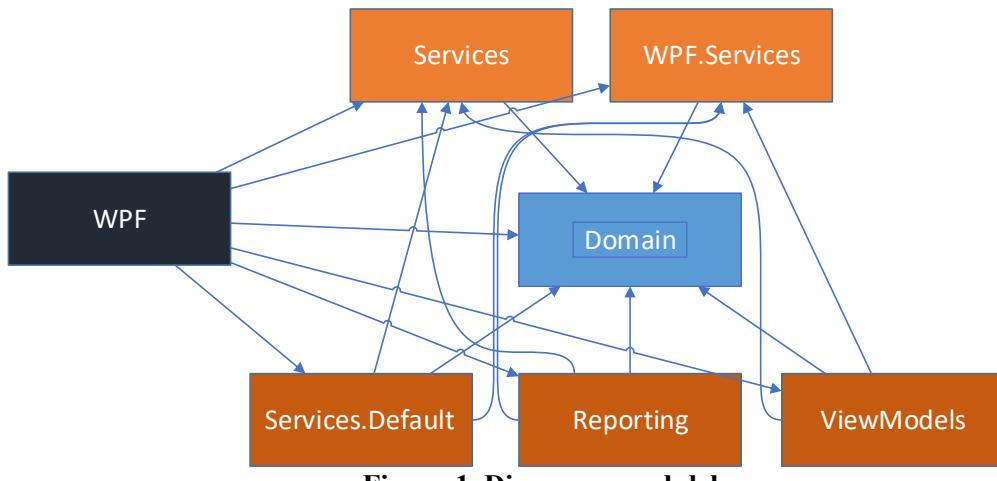


Figura 1. Diagrama modulelor

Modul de funcționare a sistemului

Modelul de funcționare a sistemului constă din 2 etape. Prima etapă (Figura 2) constă în extragerea datelor din fișierele de intrare și convertirea acestora în obiecte de domeniu. Responsabil de aceasta se face serviciul de extragere. Acesta utilizează câte un extractor specializat pentru fiecare tip de date. După ce datele au fost extrase, acestea sunt păstrate într-un spațiu de stocare pentru obiectele de domeniu.

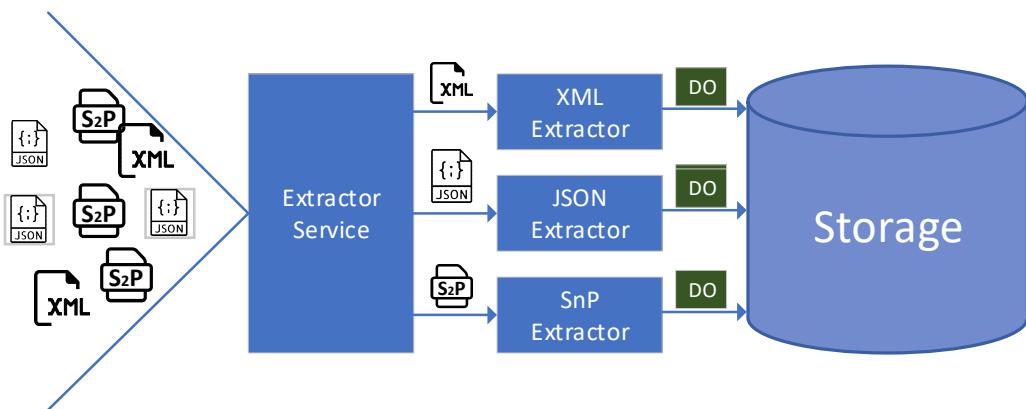


Figura 2. Etapă de extragere a datelor

La a doua etapă (Figura 3) obiectele de domeniu sunt utilizate pentru generarea certificatelor de calitate. Un certificat de calitate este compus din mai multe secțiuni. Fiecare secțiune reprezintă o vedere diferită asupra obiectelor de domeniu. Datele din fiecare secțiune sunt generate de către generatoare specializate. Fiecare generator creează un obiect specializat denumit obiect raport. Acesta conține toate datele necesare pentru reprezentarea unei secțiuni a certificatului de calitate. Un set de obiecte rapoarte reprezintă totalitatea datelor ce vor fi incluse într-un certificat de calitate. Setul de obiecte rapoarte este transmis serviciului de raportare care are sarcina de a converti datele într-un document fizic. Serviciul de raportare utilizează câte un handler pentru fiecare tip obiect raport. Fiecare handler generează o secțiune a certificatului de calitate.

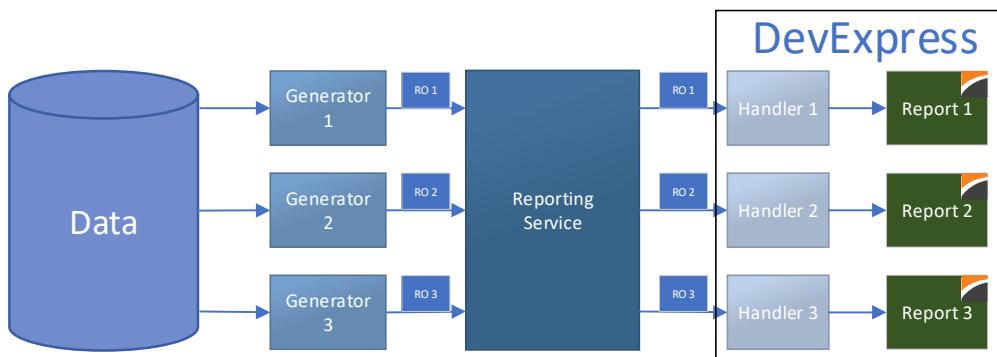


Figura 3. Etapă de procesare a datelor

Concluzii

În lucrare s-au prezentat unele rezultate obținute în procesul de dezvoltare a sistemului pentru procesarea datelor semi-structurate. Aceste structuri de date sunt specifice pentru majoritatea sistemelor de măsurare automate sau semi-automate care livrează datele în diverse formate. Extragerea și structurarea acestor date este orientată pentru a genera rapoarte informaționale și de calitate.

Referințe:

1. EVANS, E. *Domain Driven Design: Tackling Complexity in the Heart of Software*, Boston: Addison Wesley, 2003, 529 p.
2. PALERMO, J. „*Onion Architecture*,” Clear Measure Inc., 29.07.2008. [Interactiv]. Available: <https://jeffreypalermo.com/2008/07/the-onion-architecture-part-1/>. [Accesat 15 02 2022].

AN APPROACH FOR UTILIZING THE INTERNET OF THINGS FOR REMOTE MONITORING AND CONTROL SYSTEMS

**Mihai Petre OPROIU^{2*}, Cristian Leonard MUȘUROI¹, Petru Adrian COTFAS²,
Daniel Tudor CORFAS², Marius VOLMER¹**

¹ Department of Electrical Engineering and Applied Physics Transilvania University of Brasov, Romania

² Department of Electronics and Computers Transilvania University of Brasov Brasov, Romania

*Corresponding author: Mihai Petre OPROIU, mihai.oproiu@unitbv.ro

Abstract. The development of IoT (Internet of Things) embedded solutions has grown exponentially in a wide range of applications. From simple solutions utilized by end users in the home automation sector to complex IoT implementations in the industrial sector, these applications have proven their usefulness and contribute to the proper functioning of the infrastructure in which they are operating. The slow migration from Industry 4.0 to Industry 5.0 opens new horizons, by implementing the aggregation, monitoring and control of data provided from Internet of Things (IoT) nodes. This work aims to serve as a general guide for utilizing a layered IoT architecture and for optimizing the design and workflow of IoT applications.

Keywords: cloud computing, control, edge computing, Internet of Things – IoT, Low Power Wireless Area Network - LPWAN

Introduction

There are ever increasing requirements for diverse parameter monitoring in daily life. The development complexity of monitoring and control applications at a distance satisfies requirements from a simple parameter acquisition (e.g. ambient temperature detection), up to complex, production line monitoring and control and industrial robots. These technological advancements are due to significantly increased equipment processing power and also reduced costs of their acquisition. The technological advancement from the field of automation and communications has allowed the development of smart industry, otherwise known as Industry 4.0 [1].

Industry 4.0 is an organization concept for smart devices and systems which at the basic level relies on: interconnecting elements of monitoring, action and control; information transparency through reliable data acquisition and processing; capacity for processing and manage decisions by implementing large scale AI (artificial intelligence) and EP (Edge Processing) and data security by implementing encryption and data protection mechanisms.

In the development of IoT (internet of things) integrated components (IoT node type), several challenges are present. One of the requirements of IoT nodes refers to the reduced size of the final hardware system. With miniaturization of IoT technologies, these can be integrated also in wearables (smart watches, smart telemedicine devices). Besides miniaturization, another important characteristic is the endurance of the system to environmental factors, both to natural meteorological conditions (e.g. humidity, high temperature fluctuations, dust, sunlight etc.) and industrial environments (e.g. electromagnetic radiation, optical radiation, vibrations etc.).

The information flow and bandwidth have to be adapted depending on the needs imposed by the application. These aspects are strictly connected to the type of protocols used for data transmission at a distance. In development of IoT applications, radio protocols from the LP-WAN (Low Power Wireless Area Network) are used: LoRaWAN, Sigfox, Zigbee, NB-IoT (Narrowband-IoT), LTE-M, 5G, Wi-Sun, etc. [2-3].

Another essential aspect for choosing the protocol is the possibility for bidirectional communication between the final terminal and the system (uplink and downlink communication). This functionality allows control at a distance for software actualizations or maintenance for the equipment.

Also, the total energy usage of the IoT system is critical, even though the system can be supplied either through the grid directly (with adaptations) or using internal sources of the system. It is preferable that the device has energy independence for the system to function even when there are interruptions in the supply system. A good approach for energy efficiency in IoT systems is: maintain the device active only when it requires to collect or transmit data; limiting the number of messages transmitted through the network, the possibility to connect to a renewable energy source (photovoltaic panels with reduced dimensions, various energy harvesting systems) [4], and optimized designed through use of energy efficient transceivers and data transmission protocols. With these improvements, battery lifetimes that stretch to many years can be achieved [5].

Based on the aspects described above, the following work aims to serve as a general guide for IoT systems and implementing a layered IoT architecture based on the level at which data is processed.

Optimized layered IoT architecture depending on the level of data processing

For a better understanding of data distribution in IoT architecture, three level abstraction is used, Fig. 1.

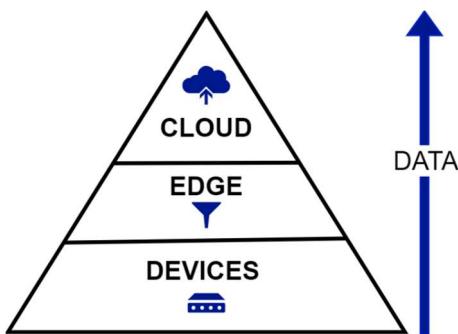


Figure 1. Layered IoT architecture on three levels (Device, Edge, Cloud) based on the level at which data processing occurs

The DEVICE layer, is the ensemble of hardware components necessary for data acquisition. In this layer, we can find the entire data acquisition and signal conditioning chain which allows measuring the variations of some physical quantities (electrical, mechanical etc.). This is achieved through various transducers and sensors located in the proximity of the device and connected to it.

From the data processing point of view, this layer is responsible for quality and quantity monitoring of raw data collected by the system. These aspects are directly correlated to the transducers and sensors capacity to satisfy the conditions imposed by the application (speed, resolution, stability, linearity etc.). In special conditions, in which the IoT equipment monitors variations of critical parameters, quality of the signal is paramount, even considering cost requirements.

The EDGE layer, is responsible with implementing methods and algorithms optimized for processing raw data from the device layer. On this layer, signal averaging or filtering processes can be implemented. Consequently, only relevant data will be transmitted at a distance, freeing bandwidth and slightly reducing energy usage.

The CLOUD layer has the purpose of storing and receiving data from the IoT nodes and terminals. Through the techniques promoted by the cloud computing technology, stability, scalability and redundancy for applications by offering a generous and efficient environment for storing and processing data.

IoT applications

Nowadays, IoT applications are developing continuously and are used in various domains such as: smart cities, smart wearables, smart homes and smart vehicles, telemedicine, industrial internet of things (IIOT). A more detailed approach for the IoT architecture, offers the perspective of a five layered structure, Fig. 2. Depending on the implantation domain, different characteristics and technologies can be chosen for every layer.

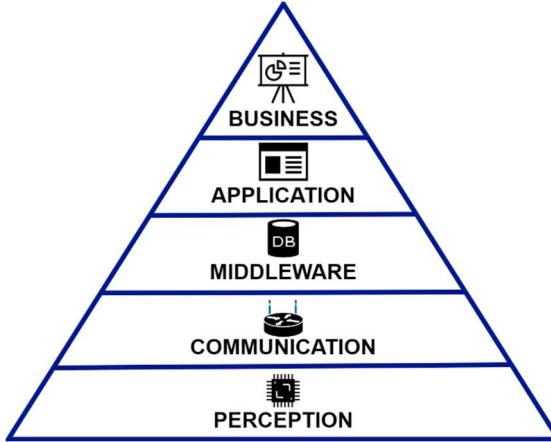


Figure 2. IoT architecture layered on five levels
(Perception, Communication, Middleware, Application, Business)

In the PERCEPTION layer sensor types specific to the application are used. For example, for applications involved in the monitoring and control of air quality parameters in a smart city, we can choose sensors for temperature, humidity, atmospheric pressure, particles in suspension, volatile organic compounds, monitoring (e.g. DHT11, DHT22, BMP280, MQ135). For energy distribution applications (water, gas, heat), flowmeters can be used (e.g. YF-S201, YF-S401 or with higher endurance, depending on the application). For eHealth and telemedicine applications, biometric sensors are used for collecting various biosignals (pulse, oxygen saturation, electrocardiogram-EKG, electroencephalogram- EEG, feature detection) [6].

In the COMMUNICATION layer, depending on the application, the transceiver type and the utilized protocol, are selected. For applications with a low data rate and long-range transmission range, protocols such as LoRaWAN and Sigfox can be used. In the case of both long transmission range and high data rate (wide bandwidth), the NB-IoT or LTE-M protocols are recommended. For short range, usually Wi-fi, Zigbee or Bluetooth are implemented.

In the MIDDLEWARE layer, depending on the utilized protocol, gateway devices are selected for data acquisition from terminal devices. In case of smart devices networks, different topologies are used for each case, the most common being star topology.

In the APPLICATION layer, data is collected from the gateways distributed in the neighbouring zones of the IoT nodes. Within this layer, data from the end-chain devices can be collected.

The BUSINESS collection layer is used to gather collected data and can correlate data from multiple applications, subsequently being able to generate relevant reports. This final aspect improves the quality of the service and can allow for predictions for the behaviour of the system or parameters based on the generated reports.

Conclusions

Due to the continuous development of smart applications, the current and future requirements for parameter monitoring and data (gathering, processing, storage) needs are ever increasing for IoT applications. Careful considerations for the IoT architecture structure have to be taken and optimization for each link in the system architecture can be performed depending on the application,

whether referring to hardware or software components. In terms of hardware optimizations, it can be noted that application specific choices are mostly dependent on sensor performance, equipment endurance, reliability, versatility, energy usage and cost requirements. Each category for hardware optimization can have further enhancements, the most notable being the implementations of various power saving measures of supplementary power sources (renewable energy sources, energy harvesting systems). Regarding software optimizations, the choice of data transmission protocol and data processing chain are most essential for an efficient design, both in terms of energy usage and processing requirements, whilst still maintaining appropriate signal integrity.

The various hardware-software choices for the IoT application are necessary to be reflected throughout the entire structure of the IoT system and lead to major characteristics such as integrability, scalability, efficiency and reliability.

References

1. VAIDYA, S., AMBAD, P., BHOSLE, S. Industry 4.0—a glimpse. In: *Procedia manufacturing*, 2018, 20 , pp. 233-238. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978918300672?via%3Dihub>
2. OPROIU, M., NEAGU, A., COTFAS, P., A., COTFAS, D., T., MUŞUROI, C., VOLMER, M. LoRa Wide-Area Network and Live Objects Used in Renewable Energy Monitoring. In: *2021 International Aegean Conference on Electrical Machines and Power Electronics (ACEMP) & 2021 International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment (OPTIM)*, [Online], 2021, pp. 505-512
<https://doi.org/10.1109/OPTIM-ACEMP50812.2021.9590023>
3. MEKKI, K., BAJIC, E., CHAXEL, F., MEYER, F. Overview of Cellular LPWAN Technologies for IoT Deployment: Sigfox, LoRaWAN, and NB-IoT. In: *2018 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops)*, Greece- Athens, 19 - 23 March, 2018, pp. 197-202
<https://doi.org/10.1109/PERCOMW.2018.8480255>
4. SHARMA, A., SHARMA, P. Energy Harvesting Technology for IoT Edge Applications. In: *Smart Manufacturing - When Artificial Intelligence Meets the Internet of Things*. London, United Kingdom: IntechOpen, 2021 [Online]. Available: <https://www.intechopen.com/chapters/72195v>
<https://doi.org/10.5772/intechopen.92565>
5. PINTO, S., CABRAL, J., GOMES, T. We-care: An IoT-based health care system for elderly people. In: *2017 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT)- 2017*, Canada-Toronto, 22 – 25 March, 2017, pp. 1378-1383
<https://doi.org/10.1109/ICIT.2017.7915565>.
6. YANG, W., WANG, S., SAHRI, N., M., KARIE, N., M., AHMED, M., VALLI, C. Biometrics for Internet-of-Things Security: A Review. In: *Sensors*, 2021, 21, 6163.
<https://doi.org/10.3390/s21186163>

EFICIENTIZAREA PROCESULUI DE PREDARE/ÎNVĂȚARE PE BAZA TEHNOLOGIILOR DE REALITATE VIRTUALĂ

Petru-Iulian GRIGORE

Calculatoare și tehnologia informației, Școala Doctorală de Științe Aplicate și Inginerie, Universitatea „Ștefan cel Mare”, Suceava, România

Autorul corespondent: Petru-Iulian Grigore, gireada09@gmail.com

Rezumat. Articolul de față prezintă studiul asupra eficientizării procesului de învățare utilizând echipamentele VR. În cadrul studiului, se vor identifica echipamentele, tehnologiile și metodele de implementare necesare în vederea realizării unui sistem informatic de predare. Sistemul informatic va fi utilizat în comunicarea dintre echipamente și motorul grafic. Utilizând motorul grafic Unreal Engine, informația este prelucrată de către server și distribuită în rețea pentru sincronizarea echipamentelor. Sincronizarea informațiilor se face pe server, ceea ce permite ca utilizatorii să fie prezenți în același loc în mediul virtual.

Cuvinte cheie: educație vr, unreal engine, predare, învățare, aplicație software

Introducere

Procesul de predare/învățare este o sarcină cognitivă complexă atât pentru elevi cât și pentru profesori. Având în vedere acest lucru este în beneficiul tuturor folosirea de software educațional pentru stimularea și îmbunătățirea activității. O mulțime de cercetători susțin că folosirea de software în activitatea de predare aduce satisfacție elevilor și o reținere mai bună a informației.

Maria Virvou notează că într-adevăr, jocurile software educaționale ar trebui concepute în aşa fel încât să fie benefice din punct de vedere educațional pentru toți elevii, chiar și pentru cei care nu sunt familiarizați cu jocurile pe calculator [1].

Odată cu evoluția tehnologică, se trece într-o nouă era a internetului. Instrumentele dezvoltate în ultimii ani, ușurează procesul de digitalizare a materiei fizice. Începând cu echipamente hardware de scanare, până la partea software, prin motoare grafice și utilizare 3D, s-au dezvoltat metode ce permit transferul de informații între produsele software.

Realitatea virtuală (VR) și utilizarea ei în educație a fost mult timp discutată, iar una dintre principalele provocări ale tehnologiei, era accesibilitatea scăzută a instituțiilor de învățământ. Totuși tehnologia VR a evoluat de atunci, ea este la zi, mai ieftină și mai accesibilă.

În urma cercetărilor, Veronica Pentelidis notează că utilizarea realității virtuale (VR) în educație poate fi considerată una dintre evoluțiile naturale ale instruirii asistate de calculator (CAI) sau ale formării bazate pe computer (CBT) [2].

Pentru fiecare nivel de educație, realitatea virtuală are potențialul de a:

- conduce cursanții către noi descoperiri;
- motiva;
- încuraja și entuziasma;

Articolul de față prezintă o metodă de implementare prin care procesul de predare și învățare este îmbunătățit cu ajutorul tehnologiei VR și a motorului grafic Unreal Engine.

Sistemul informatic

Proiectarea sistemului informatic constă în stabilirea soluțiilor logice și specificarea din punct de vedere fizic a echipamentelor noului sistem. La stabilirea ordinii de prioritate în abordarea structurii sistemului informatic s-au stabilit următoarele criterii:

- asigurarea legăturilor între echipamentele utilizate;
- disponibilitatea resurselor;
- calitatea vitezei de transmitere a informațiilor;
- calitatea procesului de prelucrare a informațiilor.

Conform clasificărilor de arhitectură propuse de Michael J. Flynn [3], sistemul informatic este unul de tip MIMD (Multiple Instruction, Multiple Data). Cele patru clase definite de Flynn enumerate în Tab. 1, au ca unitate de măsură numărul fluxurilor de informații disponibile în arhitectură.

Tabelul 1

	Flux de instrucțiuni singular	Flux de instrucțiuni multiplu
Flux de date singular	SISD (Single instruction stream, single data stream)	MISD (Multiple instruction streams, single data stream)
Flux de date multiplu	SIMD (Single instruction stream, multiple data streams)	MIMD (Multiple instruction streams, multiple data streams)

Arhitectura tehnică a sistemului informatic constă într-un număr definit de standuri de lucru și echipamente de rețea, necesare interconectării. Un stand de lucru permite utilizatorului să interacționeze cu mediul virtual și este formată din:

- ochelari VR – prin care se redă conținutul grafic;
- controlere – ce transmit comenziile din interacțiunea cu mediul virtual;
- calculator – ce procesează datele hardware și software;

Echipamentele de rețea transmit către server informațiile prelucrate de standul de lucru. Odată ajunsă pe server, informația este gestionată și sincronizată pentru toți participanții conectați.

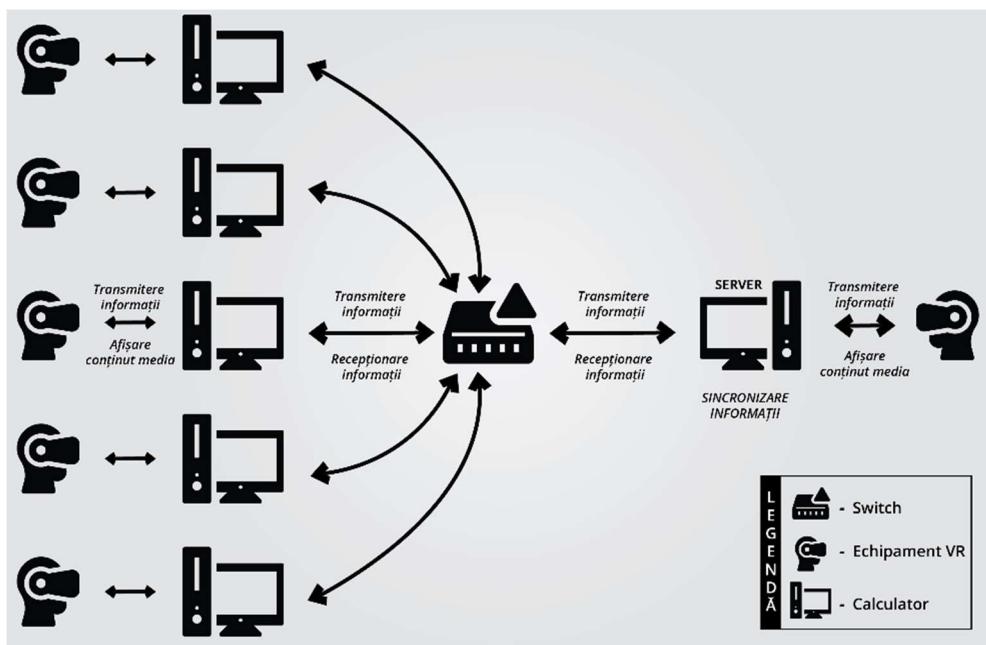


Figura 1. Modelul de comunicare al sistemului informatic

Majoritatea echipamentelor de realitatea virtuală conțin două controlere, câte unul pentru fiecare mână. Acestea permit interpretarea acțiunilor realizate de utilizator în timpul sesiunii din realitatea virtuală. Detectarea mișcărilor cum ar fi apucarea sau îndreptarea către un obiect se realizează prin butoanele și senzorii controlerului. Totuși, generația actuală de controlere este limitată la câteva gesturi ce pot fi interpretate.

Echipamentele VR din Tab. 2 [4], pot avea nevoie de un spațiu semnificativ pe podea (de exemplu, VR HMD HTC Vive are un spațiu de urmărire de până la $20m^2$) și controlul condițiilor de mediu (de exemplu, jaluzele pentru a limita lumina directă a soarelui). Ca urmare, este posibil ca sala de curs să nu poată găzdui mai multe configurații în paralel sau unele configurații, limitând deloc posibilitatea unor experiențe practice.

Tabelul 2

	Oculus Quest 2	HTC Vive Pro 2	HTC Vive Cosmos	Valve Index
Tip conexiune	Independentă	Legată	Legată	Legată
Rezoluție	1832x1920	2440x2400	1700x1440	1600x1400
Rata Hz	90	90	90	90
Controlere	Oculus touch	-	Controlere	Controler

Datorită ecranelor performante, cu o rată de reîmprospătare de 90 Hz, în majoritatea cazurilor nu se observă o întârziere în schimbarea poziției capului.

Pentru rezolvarea unor limitări locomotorii a tehnologiei, se pot asocia comenzi de mișcare cu controlerele echipamentului. Un exemplu de implementare a acestei metode este teleportarea. Prin aceasta, utilizatorul își poate seta noua poziție în lumea virtuală, arătând spre o locație din spațiul virtual. Acționând un buton al controlerului, utilizatorul este amplasat în locația indicată. În cele mai multe cazuri, tranziția dintre cele două puncte este însotită de un efect ce obstrucționează câmpul vizual al utilizatorului.

Motorul grafic

Primele jocuri video au fost dezvoltate cu propriile motoare de randare, fiecare special conceput pentru un joc. De-a lungul timpului, motoarele grafice au evoluat de la motoare proprietare, folosite ca uz interne, la motoare dezvoltate comercial, care sunt disponibile la scară largă. Dezvoltatorii, care sunt în cerere extrem de mare, pot simplifica și accelera procesul de dezvoltare a jocului prin utilizarea a unui motor grafic.

Motorul grafic Unreal Engine vine inclus cu un editor ce permite crearea și gestionarea scenelor, materialelor, caracterelor și a animațiilor. Editorul și motorul grafic permit extinderea funcțiilor sau a interfeței grafice prin pluginuri scrise în C++.

Programarea în Unreal Engine se poate face și prin Blueprints, o metodă ce presupune construcția de blocuri logice structurate, bazate pe evenimente conectabile. Fiecare Blueprint este o secvență logică de comenzi, care poate citi și serii variabile. Subfuncțiile pot fi definite de utilizator în Blueprints și vor fi apelabile ca mod personalizat.

Unreal Engine reprezintă partea software, ce se ocupa de împachetarea informației preluată din echipamentul VR și este răspunzător cu trimiterea acestora către server.

Odată ajunsă în server, informația este prelucrată de motorul grafic Unreal Engine și va sincroniza acțiunea pentru toți utilizatorii conectați.

Comunicarea dintre server și client este realizată sub formă de apeluri RPC (Remote Procedure Call). Conform RFC1831, un apel RPC este caracterizat, în mod logic, prin două procese: procesul apelantului și procesul unui server. Procesul apelantului trimite mai întâi un mesaj de apel către procesul serverului și așteaptă un mesaj de răspuns. Acesta include parametrii procedurii, iar mesajul de răspuns include rezultatele procedurii. Odată ce mesajul de răspuns este primit, rezultatele procedurii sunt extrase și execuția apelantului este reluată [5].



Figura 2. Interacțiunea cu mediul virtual în Unreal Engine

Concluzii

Echipamentele VR din prezent devin din ce în ce mai utile pentru o gamă largă de domenii, în timp ce costul este scăzut față de ani precedenți. Motoarele de joc moderne, precum Unreal Engine, pun la dispoziția dezvoltatorilor un editor și o mulțime de resurse informative.

Aplicațiile, de tip server-client permit sincronizarea utilizatorilor conectați prin diverse metode, precum apelurile RPC.

Faptul că producătorii de plăci grafice își schimbă arhitecturile și driverele pentru a fi optimizate pentru VR pare a fi un indicator că această tehnologie este aici pentru a rămâne și va fi îmbunătățită în continuare în viitor.

În concluzie, utilizând tehnologiile și metodele enumerate, prin lucrarea eficientizarea procesului de predare/învățare, pe baza tehnologiilor de realitate virtuală, poate:

- stabili arhitectura unui sistem informatic pentru interacțiunea cu mediul virtual;
- implementa o soluție software pentru sincronizarea cursanților;

De asemenea interesul față de echipamentele VR a crescut considerabil. O mulțime de companii implementează soluții de realitate virtuală, ca un posibil produs pentru clienții și angajații acestora.

Mark Zuckerberg construiește o lume virtuală denumita Metaverse, Nvidia lansează un produs asemănător numit Omniverse, sunt zvonuri că și Microsoft ar putea lansa o astfel de lume virtuală prin achiziția studiourilor Activision.

Mulțumiri

Aduc sincere mulțumiri domnului Prof. univ. dr. ing. Cornel Octavian TURCU pentru susținerea și suportul oferit în cadrul lucrării. De asemenea îi mulțumesc domnului Prof. univ. dr. ing. George Culea pentru îndrumarea oferită.

Referințe

1. Virvou, M., Katsionis, G., & Manos, K., Combining Software Games with Education: Evaluation of its Educational Effectiveness. *Educational Technology & Society*, 2005, pp. 54-65.
2. Veronica S., Pantelidis, Reasons to Use Virtual Reality in Education and Training Courses and a Model to Determine When to Use Virtual Reality, *Themes in Science and Technology Education*, 2009, pp. 59-70
3. Flynn, M., Some Computer Organizations and Their Effectiveness, *IEEE Trans. Comput.*, Vol. C-21, 1972. pp. 948
4. Gerald Lynch, Best VR headsets: Oculus Quest 2, Valve Index, PSVR, and more... [online]. 2021, [accesat 21.02.2022]. Disponibil: www.space.com/best-vr-headsets
5. R. Srinivasan, RPC: Remote Procedure Call Protocol Specification Version 2, Network Working Group, 1831, 1995

MODELING OF BRICK OBTAINING PROCES WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Costel ANTON*, Cătălin LISA, Silvia CURTEANU

*Department of Chemical Engineering, Faculty of Chemical Engineering and Environmental Protection
“Cristofor Simionescu”, Gheorghe Asachi Technical University of Iasi, 73, Prof. Dr. docent D. Mangeron blvd.,
Iasi RO-700050, Romania*

*Corresponding author: Costel Anton, costel.anton@gmail.com

Abstract. In this study, neural network models were developed to predict the amount of NO discharged into the furnace chimney of a brick factory. The best performances were obtained with the MLP (6:18:6:1) model. Thus, in the training stage, the correlation coefficient was 0.9626 and the standard deviation was $\pm 5.61 \text{ mg/m}^3$ and in the validation phase, a standard deviation of $\pm 15.24 \text{ mg/m}^3$ is obtained. The advantages of this study derive from the important savings of time, materials and energy obtained by reducing the number of test loads in the analyzed industrial process.

Key words: neural networks; bricks; auxiliary materials

Introduction

The current economic conditions in which the energy crisis is more and more present have increased the interest of process engineers for the use of auxiliary materials in brick factories. Thus, the use of solid waste such as sludge, ash, sawdust, tobacco residue, paper, cigarette butts, polystyrene, coffee grounds and many others has been shown to have positive effects on the properties of burnt clay bricks. There has been an improvement in porosity, thermal conductivity, water absorption properties, reduction in density and energy consumption [1-4]. In general, most of the existing studies in the literature follow the influence of changes in the manufacturing mix on the properties of the bricks obtained. However, an extremely important aspect to be taken into account when using various solid wastes in the production of burnt bricks is the maintenance of the level of pollutants discharged during the process within the regulated limits. In a previous study, neural models and regression algorithms were used to analyze the influence of adding auxiliary materials in the bricks manufacturing mix on the exhaust emissions in the furnace chimney [5].

This paper assesses the impact of adding auxiliary materials such as sawdust and sunflower seed husks on the NO level in the exhaust gases in the furnace chimney. Neural models are built on the basis of which predictions can be obtained about the change in the amount of NO when different percentages of auxiliary materials are introduced into the manufacturing mix.

Materials and Methods

Experimental determinations of the amount of NO exhausted in the furnace chimney were performed with a Testo 350 flue gas analyzer. This equipment provides a measurement accuracy for NO of 1 ppm. The limit set by the local environmental agency for NO emissions is $< 250 \text{ mg/m}^3$. The other quantities measured experimentally in the brick factory and used in the construction of the database were: the percentage of sunflower seed husks (SSH) and sawdust (S), the amount of dry product matter (DPM), the amount of clay (C), the amount of ash (A) and organic raw materials (ORM).

Modeling with neural networks the relation between the composition of the manufacturing mix and the amount of NO discharged to the furnace chimney was done with the *NeuroSolutions* program.

Results and Discussions

The available experimental data were divided into two samples. The first sample containing 86 data sets was used during the training phase. The second sample containing 14 data sets was kept for the validation stage. Multilayer perceptrons (MLP) neural models were constructed and the TanhAxon transfer function and Momentum learning rule were used in this action.

Table 1 shows the architectures of the constructed neural models and their performances quantified by the mean square error (MSE), the normalized mean square error (NMSE), the correlation coefficient (r^2) and the percentage error (E_p):

$$MSE = \frac{\sum_{j=1}^P \sum_{i=1}^N (D_{ij} - O_{ij})^2}{N \cdot P} \quad (1)$$

where P represents the number of output quantities (in this case, $P = 1$), N is the number of data, O_{ij} is the output value for i with processing of element j and D_{ij} is the desired output for i with processing of element j :

$$NMSE = \frac{\overline{(O_{exp} - O_{net})^2}}{O_{exp} \cdot O_{net}} \quad (2)$$

$$r^2 = \frac{\sum (O_{exp_i} - \bar{O}_{exp}) \cdot (O_{net_i} - \bar{O}_{net})}{\sqrt{\sum (O_{exp_i} - \bar{O}_{exp})^2 \cdot (O_{net_i} - \bar{O}_{net})^2}} \quad (3)$$

$$E_p = \frac{O_{exp} - O_{net}}{O_{exp}} \cdot 100 \quad (4)$$

where O are the values of the output data, respectively exp and net denote the experimental values and those obtained from the neural models.

Table 1
Performance of neural models in the training stage

No.	MLP model	MSE	NMSE	r^2	E_p (%)
1.	MLP(6:6:1)	0.03897	0.2389	0.8724	6.73
2.	MLP(6:12:1)	0.02466	0.1508	0.9214	4.44
3.	MLP(6:18:1)	0.02533	0.1553	0.9193	4.65
4.	MLP(6:24:1)	0.02541	0.1558	0.9194	4.80
5.	MLP(6:12:6:1)	0.01777	0.1089	0.9440	3.93
6.	MLP(6:18:6:1)	0.01195	0.0733	0.9626	2.88
7.	MLP(6:18:12:1)	0.01298	0.0796	0.9594	3.14
8.	MLP(6:24:6:1)	0.01306	0.0801	0.9592	3.06
9.	MLP(6:24:12:1)	0.01243	0.0761	0.9611	2.97

In order to avoid the overtraining of the neural models, the variation of the mean square error at the increase of the number of training epochs was analyzed (Figure 1). It was found that the optimal number of training epochs was 80000. Table 1 shows the performance of the models for this number of epochs.

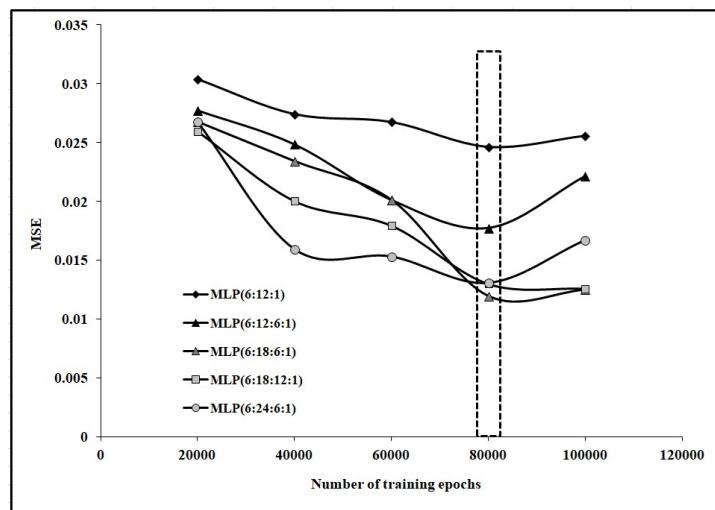


Figure 1. The evolution of the MSE error with the increase of the number of training epochs

According to the results presented in Table 1, the best performances were obtained with MLP (6:18:6:1) model. Figure 2a compares the experimental values measured for NO and those calculated with the best performing model. There is a correlation coefficient greater than 0.9 and a standard deviation evaluated with relation (5) equal to $\pm 5.61 \text{ mg/m}^3$.

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^k [NO_{\text{experimental}} - NO_{\text{model}}]^2 / (n - p)} \quad (5)$$

where n represents the number of experimental data and p is the number of parameters.

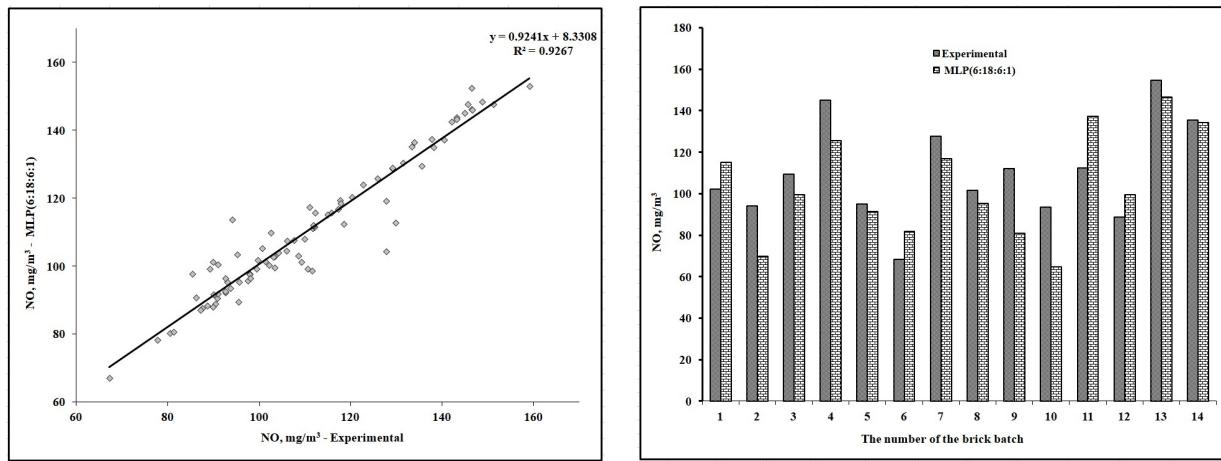


Figure 2. Experimental values for NO compared to those obtained with the MLP (6:18:6:1) model

In the validation stage of the neural model, the sample containing 14 data series was used. Figure 2b compares experimentally measured NO values with those calculated with the MLP (6:18:6:1) model. A standard deviation of $\pm 15.24 \text{ mg/m}^3$ was calculated for the validation stage. The performances of the best neural model obtained in this paper are comparable to those reported by other researchers in the literature. Li et al [6] used adaptive neuro-fuzzy inference systems (ANFIS) combined with particle swarm optimization (PSO), genetic algorithm (GA), and firefly algorithm (FFA) to predict the compressive strength of brick aggregate concrete (BAC). The database used by them contained information on 132 data sets taken from the literature, resulting from experimental laboratory research that used brick waste to produce environmentally friendly concrete. The ANFIS-PSO hybrid model led to the following performances: the correlation coefficient 0.955 in the training stage and 0.913 in the validation stage respectively, and a standard deviation of $\pm 10\%$ in the validation phase.

The percentage error in the validation stage ($\pm 30\%$) in the case of the study presented in this paper is higher, but it should be taken into account that the data sample was based on experimental data from an industrial process of manufacturing burnt bricks. It can be also observed that the results obtained are much better than those reported in a previous study [5] when the best performing model in the training stage for NO prediction offered a correlation coefficient of 0.895, a percentage error of 5.88% in the training stage and a percentage error in the validation stage of $\pm 35\%$. Another advantage of the model presented in this paper is that the amount of NO discharged to the furnace chimney is directly correlated with the percentage composition of sunflower seed husks and sawdust introduced into the manufacturing mix. By applying optimization algorithms in the future, starting from the neural models presented in this paper, we can obtain the optimal percentages of auxiliary materials that can be introduced into the manufacturing mix so that NO emissions are maintained within the regulated limits.

Conclusions

In this study, neural models with one or two layers of hidden neurons were obtained to predict the amount of NO discharged to the furnace chimney in a brick factory when various proportions of auxiliary materials are introduced into the manufacturing mix. Modeling with neural networks the relation between the composition of the manufacturing mix and the amount of NO discharged to the furnace chimney allows the realization of predictions with important economic advantages. This reduces the number of test loads with significant savings of time and money. Process engineers can make decisions related to the content of the manufacturing mix to keep the exhaust emissions within the regulated limits.

References

1. KADIR, A. A., MOHAJERANI, A. Bricks: an excellent building material for recycling wastes – a review, In: *Proceedings of the IASTED International Conference* July 4 - 6, 2011 Calgary, AB, Canada Environmental Management and Engineering (EME 2011), pp. 108-115, <https://doi.org/10.2316/P.2011.736-029>
2. KURMUS, H., MOHAJERANI, A. Recycling of Cigarette Butts in Fired Clay Bricks: A New Laboratory Investigation. In: *Materials*, 2020, 13, pp. 790. <https://doi.org/10.3390/ma13030790>
3. DOĞAN-SAĞLAMTIMUR. N., BILGİL, A., SZECHYŃSKA-HEBDA, M., PARZYCH, S., HEBDA, M. Eco-Friendly Fired Brick Produced from Industrial Ash and Natural Clay: A Study of Waste Reuse. In: *Materials*, 2021, 14, pp. 877. <https://doi.org/10.3390/ma14040877>
4. HAMEED, A., HAIDER U., QAZI, A.A., ABBAS, S. Effect of Waste Glass on Properties of Burnt Clay Bricks. In: *Pak. J. Engg. Appl. Sci.*, 2018, 22, pp. 56–63.
5. ANTON, C., CURTEANU, S., LISA, C., LEON, F. Machine learning methods applied for modeling the process of obtaining bricks using silicon-based materials. In: *Materials*, 2021, 14, pp. 7232. <https://doi.org/10.3390/ma14237232>
6. SHABAN, W. M., YANG, J., ELBAZ K., Xie J., Li L., Fuzzy-metaheuristic ensembles for predicting the compressive strength of brick aggregate concrete. In: *Resources, Conservation & Recycling*, 2021, 169, pp. 105443. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105443>

SISTEM IOT DISTRIBUIT PENTRU PROCESAREA IMAGINILOR

Andrei CHIPER^{1*}, Mihai-Petre OPROIU²

¹*Inginerie electronică, telecomunicații și tehnologii informaționale, grupa 4LF602,*

Facultatea de Inginerie electrică și știința calculatoarelor, Universitatea Transilvania, Brașov, România

²*Facultatea de Inginerie electrică și știința calculatoarelor, Universitatea Transilvania, Brașov, România*

*Autorul corespondent: Andrei Chiper, andrei.chiper@student.unitbv.ro

Rezumat. Scopul acestei lucrări constă în utilizarea unui kit de dezvoltare cu un procesor grafic care să realizeze detecție de obiecte cu răspuns audio în favoarea persoanelor nevăzătoare și implementarea unui program eficient din punct de vedere a resurselor, toate acestea la un buget cât mai mic. Se propune folosirea unei camere web, a unui set de căști și a modulului NVIDIA Jetson Nano, capabil să îndeplinească cerințele aplicației, și se caută integrarea unor metode folositoare de a efectua detecția, fără a fi nevoie de achiziționarea unor echipamente în plus.

Cuvinte cheie: inteligență artificială, învățare automată, rețea neurală, NVIDIA Jetson Nano, redare audio

Introducere

Tehnologia a devenit din ce în ce mai avansată cu ajutorul inteligenței artificiale, dar totodată și costul investițiilor a crescut datorită acestei evoluții, lucru care este observabil în toate domeniile de lucru, ele fiind afectate și de alți factori cum ar fi înaintarea în vîrstă a populației cu efecte asupra forței de muncă, schimbarea preferințelor datorată cererilor mai mari de la diferiți furnizori [1].

Inteligența Artificială reprezintă abilitatea unui computer de a efectua sarcini în mod asemănător unei ființe înzestrată cu inteligență naturală, inteligență umană. Un sistem cu inteligență artificială trebuie să fie capabil să rezolve problemele pentru care a fost pregătit și să învețe din greșelile experiențelor anterioare.

Detectia de obiecte are anumite aspecte de luat în considerare, cum ar fi: acuratețea modelului folosit, resursele limitate, timpul de răspuns al sistemului când aplicația este executată, rezoluția camerei folosite, mediul de testare a aplicației. În acest sens, prin eficientizarea modului de lucru și utilizarea unor resurse limitate, companiile pot beneficia de progresul tehnologic.

Kitul de dezvoltare NVIDIA Jetson Nano și învățarea automată

NVIDIA Jetson Nano este un sistem pe modul (SoM) integrat și kit de dezvoltare din familia NVIDIA Jetson, care are în componență un procesor grafic cu 128 de nuclei Maxwell, procesor ARM A57 64-bit și memorie RAM de 4GB LPDDR4. Kitul permite rularea a mai multor rețele neurale în paralel pentru aplicații precum clasificare de imagini, detectare obiecte, segmentarea și procesarea vorbirii și oferă o putere de calcul de 472 GFLOPS cu un consum de putere între 5 și 10 wați [2]. Jetson Nano dispune de un sistem de operare bazat pe Linux Ubuntu, special dezvoltat pentru kit, care vine cu utilități și pachete folositoare dezvoltatorilor de programe.

Învățarea automată (Machine Learning, ML) este o ramură a informaticii în continuă evoluție care are ca obiectiv dezvoltarea unor algoritmi informatici pentru a simula inteligența umană, algoritmi care folosesc mediul înconjurător pentru a învăța. Are la bază inteligență artificială, dar se bazează și pe idei din diferite discipline cum ar fi, probabilitate și statistică, psihologie, filozofie.

Algoritmii de învățare automată folosesc un set de date de intrare pentru a realiza o sarcină dorită fără a mai fi programati să producă doar un anumit rezultat. În schimb, aceștia sunt programati să se adapteze, modeleze automat prin repetare (numite experiențe) în aşa fel încât să devină din ce în ce mai buni la atingerea rezultatului dorit [3].

Implementarea codului folosind limbajul de programare Python

Alegerea limbajului de programare Python este datorat utilizării ușoare pentru începători, dar și experți. Versatil și puternic, este foarte bun pentru machine learning și inteligență artificială, deoarece algoritmii folosiți sunt lizibili.

În realizarea programului au fost folosite mai multe biblioteci, printre cele mai importante fiind modulele jetson.inference și jetson.utils din repository-ul de pe GitHub numit jetson-inference, responsabile cu recunoașterea de imagini și încărcarea imaginilor, biblioteca Numpy care conține o colecție mare de funcții matematice de nivel înalt, OpenCV pentru vedere computerizată în timp real (afișare video) și gTTS (Google Text-to-Speech) pentru interfață cu API-ul text to speech al Google Translate. (ieșire, răspuns audio)

Codul a fost implementat cu ajutorul repository-ului menționat mai sus. Informațiile preluate au fost analizate, studiate, mai apoi urmând implementate.

Modelul de rețea neurală folosită în această lucrare este SSD-MobileNet V2 antrenat pe setul de date COCO (Common Objects in Context) [4], model ales pentru eficiență acestuia (Fig. 1), deoarece poate rula detecția cu 27 de cadre pe secundă.

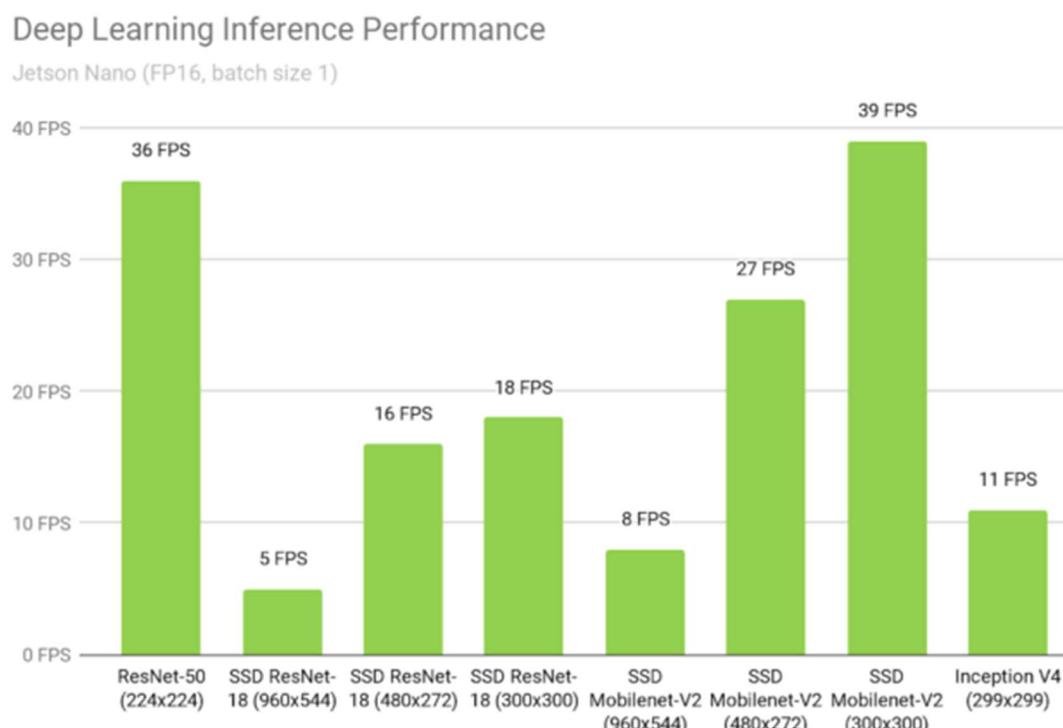


Figura 1. Comparație între performanța atinsă de diferite modele

Pentru a defini funcția din Fig. 2, care redă numele obiectului, este nevoie de un thread care să ruleze concomitent cu detecția de obiecte, înainte de a porni camera. Funcția trebuie să ia la cunoștință funcționalitatea programului, să împartă variabilele cu restul programului, prin urmare și definirea celor două variabile globale speak și item.

Thread-ul rulează funcția doar o dată apoi se încheie. Folosind instrucțiunea repetitivă while, thread-ul rămâne în funcționare până la întreruperea programului. Instrucțiunea if are rol de a întrerupe repetarea aceluiași cuvânt în cazul în care obiectul detectat este asemănător celui anterior.

```
def sayItem():
    global speak
    global item
    while True:
        if speak == True:
            output = gTTS(text = item, lang = 'en', slow = False)
            output.save('output.mp3')
            os.system('mpg123 output.mp3')
            speak = False

    x = threading.Thread(target = sayItem, daemon = True)
    x.start()
```

Figura 2. Funcția pentru ieșirea audio gTTS

După definirea funcției pentru ieșirea audio, programul trebuie să recunoască obiectele, când vorbirea este încheiată acesta să treacă la faza de identificare a unui obiect nou. Apare mențiunea că nu se dorește ca programul să redea audio ce detectează dacă nu are o certitudine stabilită. În Fig. 3 sunt reprezentate instrucțiunile folosite, iar programul va reda sunetul doar când numele ultimului obiect se schimbă aşa cum se observă în ultima instrucție if.

```
if speak == False:
    confidence = round(d.Confidence, 3)
    if confidence >= .9:
        item = self.net.GetClassDesc(d.ClassID)
        if item != itemAux:
            speak = True
    else:
        item = ""
    itemAux = item
```

Figura 3. Faza de recunoaștere a obiectelor după vorbire

Acces la distanță, protocolul RTSP și rezultate obținute

Cu ajutorul programului VNC Viewer modulul se poate conecta prin protocolul Secure Shell (SSH) la distanță de pe un alt dispozitiv pentru a lucra pe acesta, fără a utiliza prea multe conexiuni cablate în plus și pentru un aspect mai curat în zona de lucru. S-au realizat două teste pentru a verifica detecția de obiecte: local prin intermediul unei camere web conectate prin interfața USB la modul și conectat cu ajutorul protocolului RTSP de la un dispozitiv extern la modul.

Protocolul RTSP a fost folosit pentru a transmite video informația de la camera video a dispozitivului la modul, aceasta urmând să fie prelucrată, însă rezultatele nu au fost prea mulțumitoare, întrucât conexiunea nu putea fi stabilită sau doar întâmpinând erori, latențe mari între conexiunea dintre dispozitive de câteva secunde.

Prin intermediul camerei web rezultatele obținute au fost cele așteptate, mulțumitoare, se poate calibra rata de detecție cu mici reglaje a certitudinii în cod. Numărul de cadre pe secundă (CPS) înregistrat folosind echipamentele puse la dispoziție variază între de 23 și 25 CPS.

Concluzii

Printr-o îmbunătățire a datelor transmise prin intermediul protocolului RTSP, se pot obține aplicații în timp real folositoare pentru diferite lucruri cum ar fi detectie de obiecte pentru persoane nevăzătoare sau aproape oriunde în domeniul medical, dar și din alte diferite domenii, geo locație, entertainment, securitate.

Referințe

1. Niek Stadhouders, Florien Kruse, Marit Tanke, Xander Koolman, Patrick Jeurissen, Effective healthcare cost-containment policies: A systematic review [online]. 2019, 123, pp. 71-79. [accesat 12.02.2022]. Disponibil: <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2018.10.015>
2. Jetson Nano [online]. [accesat 12.02.2022]. Disponibil: https://elinux.org/Jetson_Nano
3. El Naqa, Issam and Murphy, Martin J. , Machine Learning in Radiation Oncology: Theory and Applications [online]. 2015, pp. 3-11. [accesat 12.02.2022]. Disponibil: https://doi.org/10.1007/978-3-319-18305-3_1
4. Tsung-Yi Lin, Michael Maire, Serge Belongie, Lubomir Bourdev, Ross Girshick, James Hays, Pietro Perona, Deva Ramanan, C. Lawrence Zitnick, Piotr Dollár, Microsoft COCO: Common Objects in Context [online]. 2014, pp. 740-755. [accesat 16.02.2022]. Disponibil: <https://arxiv.org/abs/1405.0312>

APLICAȚIE WEB PENTRU EXPLORAREA ȘI VIZUALIZAREA UNEI INSTITUȚII PUBLICE

Andrei Cătălin TATU

*Sisteme Electronice și de Comunicații Integrate, AMF201, Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor,
Universitatea Transilvania, Brașov, România*

*Autorul corespondent: Andrei Cătălin TATU, andreitatu97@gmail.com

Rezumat. Această lucrare are în vedere crearea unei aplicații web ce conține un tur virtual cu posibilitatea de miscare 360 grade. Turul virtual conține imagini de tip panormă legate între ele astfel încât să inducă senzația de deplasare prin institut. În fiecare panoramă din tur pot fi accesate informații despre anumite proiecte sau laboratoare. Utilizatorii sunt liberi să se miște în orice panormă doresc ei, oricând, fără să urmeze un anumit traseu sau să aibă o limită de timp pentru parcurgerea întregului tur. În afară de turul virtual, pe site sunt afișate câteva informații despre Institutul de Cercetare - Dezvoltare al Universității Transilvania din Brașov. Există și posibilitatea de a oferi un feedback ce va ajuta la îmbunătățirea site-ului și a turului virtual sau, pentru doritori, pe pagina de contact există mai multe metode prin care se pot adresa întrebări/propuneri de colaborări. Toate informațiile sunt stocate într-o bază de date și pot fi accesate / șterse doar de către un administrator.

Cuvinte cheie: tur virtual, realitate virtuală, institut, 3dvista, 360 grade.

Introducere

Tururile virtuale sunt o modalitate excelentă de implementare a marketingului online. Folosite corect acestea pot crește veniturile pentru sectoare diferite precum învățământ, fabricație și turism. Lucrarea de față își propune să aducă un ajutor virtual pentru studenți, părinți, firme sau orice persoană ce este curioasă să vizualizeze și să exploreze clădirea Institutului de Cercetare-Dezvoltare al Universității Transilvania din Brașov. Cu ajutorul acestei aplicații, studentul sau orice persoană interesată va avea posibilitatea de a face un tur virtual informativ dar și interactiv al clădirii.

Elemente de design Web

Pentru a putea fi mult mai ușor de urmărit toate ideile, să se proiecteze site-ul cât mai rapid și cât mai bine structurat a fost proiectata prima data o diagramă(Fig.1) de funcționare a site-ului ce va fi creat.

Conform diagramei din Fig. 1, site-ul pentru turul virtual al Institutului de Cercetare - Dezvoltare al Universității Transilvania din Brașov va avea o funcționare destul de simplă. Pentru a putea fi accesată pagina de home a site-ului, utilizatorul va fi nevoie ca prima data să își creeze un cont sau să se logheze cu un cont deja existent.



Figura 1. Diagramă de proiectie a website-ului

Doar cu un username si o parolă corectă vizitatorii se pot loga, dacă aceştia vor introduce o parola greşită sau un username greşit , casuta de login îşi schimbă culoarea şi va apărea un mesaj cu informaţii despre ce au greşit. Acelaşi lucru se va întâmpla şi dacă una din cele două câmpuri nu au fost completate.

Pentru realizarea bazei de date , am folosit PhpMyAdmin. PhpMyAdmin este un instrument web open-source de administrare a bazelor de date [1-2]. Este un instrument popular pentru majoritatea serverelor Web. Pentru a avea acces la pagina de PhpMyAdmin este necesară utilizarea programului XAMPP.

Pentru funcţionalitatea paginii de Login, se verifică dacă variabilele sunt declarate în momentul în care este apăsat butonul pentru logare. Dacă câmpul username sau câmpul password este gol în momentul în care utilizatorul încearcă să se logheze, logarea nu va fi posibilă şi v-a apărea eroarea „username/password is required”.

Dacă cele două câmpuri sunt completate şi se apasă butonul de logare , username-ul si parola tastate sunt trimise şi comparate cu username-urile si parolele din baza de date. În momentul în care se găseste o potrivire între datele introduse si cele din baza de date logarea înseamnă ca a fost făcută cu succes si utilizatorul este redirecţionat pe pagina ”Home”. În mod similar este gândită si pagina „Register” pentru crearea de conturi noi.

După cum am menţionat, imediat ce se trec de autentificare, utilizatorii sunt redirecţionaţi în pagina de „Home” de unde pot accesa alte pagini cum ar fi „Despre insitut”, „Contact” şi cel mai important pagina „TurVirtual”. Primele două pagini menţionate anterior au rolul de a informa utilizatorii despre istoria institutului, proiecte şi realizări şi oferă date de contact ale facultăţii. Cea mai importantă este pagina „TurVirtual” unde se află turul virtual al Institutului de Cercetare-Dezvoltare al Universităţii Transilvania din Braşov.

Turul Virtual al Institutului

Pentru crearea turului virtual au fost folosite programele din pachetul 3D Vista[3].Acest tur virtual vă permite să vezi un loc ,pe ecran, cât mai realist şi interactiv, fară a necesita deplasarea. Tururile virtuale pot conţine în general multe tipuri diferite de suporturi şi instrumente, cum ar fi fotografii, panorame, videoclipuri şi audio. Tehnic, un tur virtual reprezintă transformarea unei imagini panoramic plate într-un format sferic. În cadrul acestui tur virtual puteţi afişa panorame, videoclipuri, fotografii, planuri sau hărţi.

O panoramă este o fotografie „plată” cu un câmp vizual mai larg decât fotografile standard (până la 360 °). Acestea sunt de obicei create prin alipirea mai multor fotografii împreună , sau cu ajutorul unor camere speciale. Alipirea mai multor fotografii poate fi realizat cu 3DVista Stitcher [3], care este inclus în pachetul 3Dvista.

În Fig. 2, este ilustrat procesul de crearea a unei fotografii de tip panoramă. Pentru crearea unei panorame realizaţi prin rotirea camerei în jurul axei proprii axe mai multe fotografii, aceste fotografii ar trebui să se suprapună cu aproximativ 20-22 la sută. Acest lucru este foarte important pentru ca programul să găsească puncte de control comune între fotografiile ce vor compune imaginea de tip panoramă [3].



Figura 2 Alipirea mai multor fotografii

Mai există însă și o altă modalitate prin care se pot crea fotografiile de tip panoramă. Acestea pot fi create instantaneu prin folosirea unor camere specializate în fotografie 360 grade. Dezavantajul acestor camere este că la momentul actual nu oferă o claritate foarte bună sau dacă o fac prețul acestora este unul destul de ridicat. Datorită unui buget mai restrâns, pentru realizarea acestei lucrări a fost folosită o cameră specializată pe fotografie 360 grade de o calitate mai slabă. Fotografiile realizate au fost apoi încarcate în program pentru a construi tuturul virtual. În Fig. 3 este regăsită o fotografie de tip panoramă folosită și în realizarea aplicației web.



Figura 3. Fotografie de tip panoramă utilizată în crearea aplicației web

După ce toate imaginile au fost încărcate în program, a fost adăugată bara de navigație, un un thumbnail ce conține toate imaginile încărcate. Text box-ul conține un mesaj de întâmpinare pentru utilizatori și un mic ghid gândit să îi ajute pe utilizatori să înțeleagă cât mai repede fiecare funcție a turului virtual. Față de bara de navigație și thumbnail, acest text box a fost setat să fie prezent doar în prima imagine, cea de început. Thumbnail-ul este situat în partea dreaptă a imaginii și poate fi utilizat pentru saltul direct într-o anumită imagine aleasă. Pe scurt, ca și funcționalitate, utilizatorii vor putea să se miște dintr-o încăpere în alta folosind niște pictograme specifice amplasate în turul virtual, pot accesa informații despre anumite laboratoare și obiecte din acestea. În cazul în care utilizatorul dorește o trecere mai rapidă într-o anumită sală, acesta poate face acest lucru apăsând click pe fotografia sălii respective din Thumbnail-ul specificat anterior.

Pentru îmbunătățirea aplicației în viitor se pod aduce îmbunătățiri atât pe partea de website cât și pe partea de tur virtual. Pe website se pot introduce noi funcții, cum ar fi un chat live de îtrebări și răspunsuri, asfel oamenii își pot scrie curiozitățiile și un membru capabil le va răspunde. Când ne gândim la turul virtual, cea mai importantă și atrăgătoare îmbunătățire ce ar putea fi adusă este introducerea posibilității vizualizării turului și cu ajutorul tehnologiei VR(virtual reality), astfel totul ar fi mult mai interesant și atrăgător pentru utilizatori.

Tehnologia VR

După cum sugerează și numele, „realitatea virtuală” este o modalitate de a „păcăli” simțurile să credă că utilizatorii VR(virtual reality) se află într-o lume reală. Scopul acestei tehnologii este de a crea posibilitatea de a interacționa cu lumi fictive, locuri și lucruri care sunt ireale, în realitate imaginare care îi fac pe utilizatori să se detașeze de realitate.

Pe lângă toate acestea, tehnologia VR poate fi folosită și ca o modalitate de a explora locuri din întreaga lume pe care este posibil să nu le poți vizita din cauza anumitor inconveniente precum distanța, timpul sau situația financiară.

Potem folosi această tehnologie și pentru proiectul nostru, astfel încât se poate face legătură mai stânsă între utilizatori și turul Institutului de Cercetare-Dezvoltare al Universității Transilvania

din Brașov. Folosid aceasta tehnologie utilizatorii vor avea parte de o experiență mult mai memorabilă și placută. Accesul în clădirea institului nefiind permis cu ușurință tuturor persoanelor, tehnologia VR folosita in crearea acestui tur ar putea crea o deschidere pentru persoanele din exterior si le-ar putea pune la dispoziție o experiență cat mai reală. Prin acestă modalitate tot fi atrași cât mai mulți studenți să se înscrie in cadrul facultății Transilvania din Brașov.

Pentru a întări argumentele aduse pentru beneficiile pe care le poate aduce implementarea tehnologiei VR în proiectul acesta vor fi prezentate câteva statistici. Conform unor statistică realizate în 2021 [4], doar în USA(United States of America) au existat peste 57 de milioane de utilizatori VR și 78% dintre americani sunt familiarizati cu aceasta tehnologie. Pe baza unui sondaj al companiilor de productie din intreaga lume, 43% din acestea cred ca pâna în 5 ani VR va deveni o tehnologie de baza pentru organizația lor. Dintre persoanele ce folosesc VR pentru a experimenta o vacanță virtuală, 13% din acestea se hotărăsc viziteze acele locuri și în viața reală.

Toate aceste cifre se modifică foarte rapid, tehnologia devine din ce în ce mai cunoscută și stabilă. Aceste lucruri fac ca tot mai multe persoane să încercă și să folosească în continuare această tehnologie.

Tehnologia VR nu poate fi considerată perfectă, tot timpul există anumite avantaje de care utilizatorii se bucură dar există și anumite dezavantaje care chiar dacă nu sunt atât de ușor de observat, ele există. Avantajele principale ale folosirii acestei tehnologii sunt date de posibilitatea de crearea a unor simulatoare de realitate și pot fi folosite în domenii precum arhitectură, turism, medicină, domeniul medical și jocuri video. Cu toate acestea, placerea de a folosi simulatoare VR devine și cel mai mare dezavantaj al acestei tehnologii, oamenii tend să petreacă tot mai mult timp în realități virtuale și astfel încep să își negligeze familia, viața socială și sănătatea.

Concluzii

Acest proiect a avut ca scop crearea unei pagini web unde utilizatorii pot accesa un tur virtual al Institutului de Cercetare-Dezvoltare Universitară Transilvania din Brașov. Scopul principal al acestui proiect este de a atrage cât mai mulți curioși și poate chiar și colaboratori. Un alt beneficiu este crearea posibilității de vizualizare și să descopere institutul și pentru anumite persoane ce nu au timp să se deplaseze fizic până la institut sau poate chiar și apariția unor evenimente naturale nedorite și impiedică să facă acest lucru.

Referințe

1. Bakken, S. S., Aulbach, A., Schmid, E., Winstead, J., Wilson, L. T., Lerdorf, R., & Suraski, Z. (1997). *PHP manual*. Zend Technologies, Ltd, 135.
2. R. Nixon, Learning PHP, MySQL, JavaScript, and CSS: A step-by-step guide to creating dynamic websites. "O'Reilly Media, Inc.", 2012.
3. 3DVista Virtual Tour Suite , *Quick Guide*.
<http://download.3dvista.com/current/vts/3DVistaVT-QuickGuide.pdf>
4. C. Petrov, "45 virtual reality statistics that will rock the market in 2021," 2022. [Online].
<https://www.affde.com/ro/virtual-reality-statistics-1.html>

SISTEM DE CONTROL AL PLATFORMEI MOBILE CU 4 ROȚI CONDUSĂ PRIN GESTICULAREA MÂINII DE CĂTRE OPERATOR

Iulia BERGHII^{1*}, George POSTICA¹, Denis ȘEREMET¹

¹Departamentul Ingineria Software și Automatică, grupa AI-201, Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Berghii, Iulia, iulia.berghii@isa.utm.md

Rezumat. În cadrul acestui articol se prezintă o platformă mobilă cu patru roți condusă în baza gesticularii mâinii de către operator. Fiecare contorsiune a mâinii (înainte, înapoi și la dreapta sau la stânga, înapoi, înapoi și la dreapta sau stânga) este transmisă către platformă ca indicație de direcție pentru a continua itinerarul.

Cuvinte cheie: Module, Bluetooth, senzorul MPU6050, interfață grafică, LabView, placa arduino.

Introducere

Unul dintre cele mai importante aspecte în evoluția ființei umane este folosirea mijloacelor care să simplifice munca fizică. Roboții mobili influențează pozitiv calitatea vieții oamenilor și pot îndeplini diferite funcții pe care le poate face și omul. Prin proiectul dat a fost o creată o platformă cu patru roți, care ar putea fi prototipul unui robot mobil, fiind avantajos prin sistemul de locomoție simplu și consum redus de energie.

Scopul acestui proiect a fost controlul unei platforme mobile cu patru roți prin urmărirea gesticulației mâinii operatorului. Pentru captarea mișcărilor mâinii a fost creat un dispozitiv la baza cărui stă senzorul MPU6050 conectat la placa Arduino și un modul Bluetooth, care transmite poziția mâinii în timp real, iar platforma mobilă este pusă în funcțiune datorită motoarelor care primesc date prin modulul Bluetooth [1].

Componentele sistemului

Elementele componente ale sistemului:

- platforma unui automobil cu patru roți;
- 2 plăci Arduino, care funcționează independent una de cealaltă;
- senzor MPU6050;
- 2 module Bluetooth;
- un acumulator 12 v.

Principiul de funcționare a dispozitivului de pe mână

Senzorul MPU6050 este compus dintr-un giroscop cu trei axe și un accelerometru cu trei axe. Respectiv giroscopul măsoară viteza unghiulară de rotație în jurul axei în °/s, iar accelerometrul măsoară accelerația de-a lungul axei în m/s². Fiind amplasat pe mână, cu ajutorul acestui senzor se obțin valori care sunt conduse doar prin gesticulare. Pentru simularea funcțiilor accelerometrului și giroscopului a fost folosită aplicația LabView [2], care reprezintă o platformă și un mediu de dezvoltare pentru limbajul de programare vizuală, cu ajutorul căreia a avut loc conectarea la Arduino, în baza căruia se citesc datele, care vin în forma: ax data, ay data, az data, fiind separați după acești parametri în trei unghiuri de rotație. Parametri dați se setează în funcție de rotație a obiectului în LabView [2]. Codul pentru citirea datelor de pe traductor a fost scris în software-ul Arduino (IDE) [3], care reprezintă o aplicație multiplatformă folosită pentru a scrie și încărca programe pe plăci compatibile cu Arduino.

Pentru realizarea acestui proiect au fost folosite modulele Bluetooth, deoarece Bluetooth este o tehnologie de comunicație fără fir cu consumul redus de energie și cost redus. Dispozitivul de pe mână are funcția de a controla automobilul și astfel în el a fost introdus codul pentru modulul master.

Dispozitivul master coordonează comunicația în rețea, el poate transmite date la orice slave, sau el cere date de la un slave. Pe când dispozitivul slave poate să comunice doar cu dispozitivul master, nu și cu alte dispozitive slave din rețea.

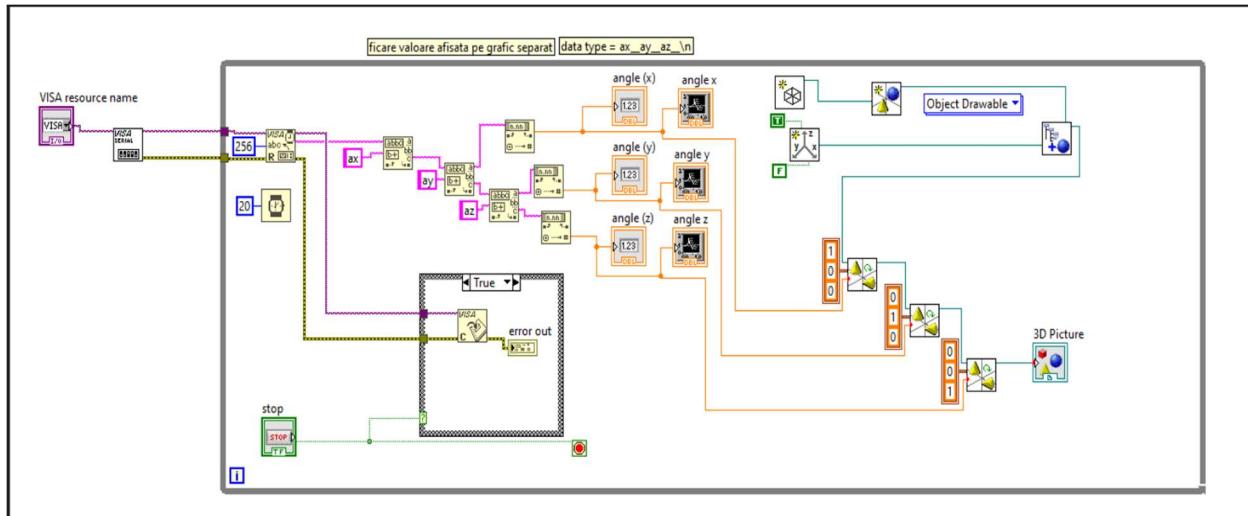


Figura 1. Interfață grafică în LabView a senzorului MPU5060

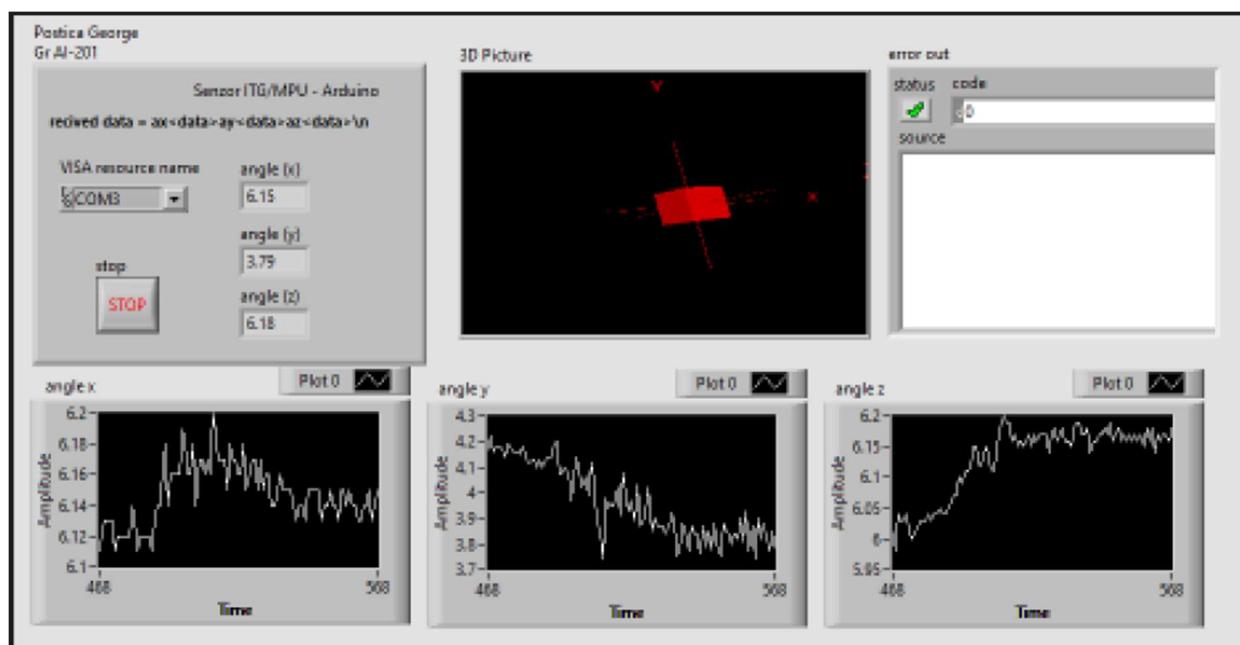


Figura 2. Valorile obținute de la senzor în LabView

Transferul de date dintre module

Controlul platformei mobile are loc prin intermediul dispozitivului de pe mână și anume datorită modulului master de la care se transmit datele traductorului prin placă Bluetooth către modulul slave[1]. Modulul slave este instalat pe platforma mobilă și primește una dintre următoarele date: $[s, f, b, l, r, fl, fr, bl, br]$, unde s este *stop*, f - *forward*, b - *back*, l - *left*, r - *right*. Aceste date se analizează și se transmite un semnal electric celor patru motoare pentru a începe mișcarea automobilului [4].

Ca bază a proiectului dat, a fost folosită platforma mobilă reprezentată în Figura 3.

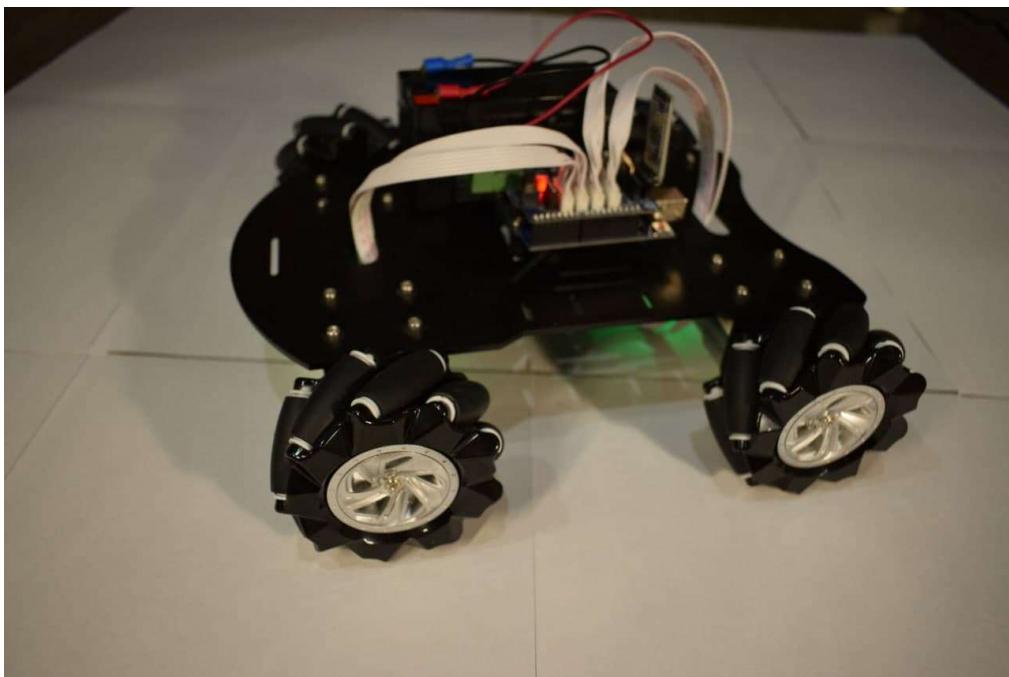


Figura 3. Platforma mobilă cu patru roți

Caracteristicile platformei mobile sunt :

- Lungimea: 250 mm/245 mm.
- Lățimea: 245 mm/ 153 mm.
- Înălțimea: 72 mm/ 60 mm.
- Lățimea roții: 35 mm.
- Greutatea: 2 kg.

Caracteristicile electrice sunt:

- Tensiunea bateriei: 14 V.
- Tensiunea motorului: 12 V.
- Puterea motorului: 7W.
- RPM: 330.

Pentru ca platforma mobilă pe patru roți să pornească, mâina trebuie să fie în pozițiile prezentate în figurile 4, 5, 6:



Figura 4. Poziția mâinii când automobilul accelerează înainte



Figura 5. Poziția mâinii când automobilul merge în urmă



Figura 6. Poziția mâinii când automobilul virează la dreapta/stânga

Ca mașina să accelereze, mâna trebuie îndreptată înainte, la fel ca în Figura 4, atunci când palma mâinii este în poziție orizontală mașina nu efectuează nicio mișcare. Pentru a se deplasa în spate trebuie să fie ridicată palma în sus la fel ca în Figura 5, iar ca mașina să se deplaseze la dreapta/stânga sau înainte și dreapta/stânga sau înapoi și dreapta/stânga atunci mâna trebuie orientată ca în Figurile 4,5 și inclinate în dreapta sau stânga, în dependență de traseul dorit ca în figura 6.

Concluzii:

Sistemul elaborat reprezintă modulul de conducerea a platformei mobile, folosind doar gesticulația. Un asemenea proiect poate fi folosit ca prototip pentru realizarea unui robot mobil în proporții mai mari, de asemenea el poate fi folosit pentru livrarea produselor.

Pentru efectuarea acestui proiect, inițial a fost studiat senzorul MPU6050 [5], placa Arduino [5] și felul cum are loc operarea modulelor [1]. A fost elaborată interfața grafică în LabView [2] pentru captarea datelor de la senzori, de asemenea au fost efectuate multe testări, atât separat a fiecărui component cât și testarea produsului final, pentru o funcționarea ideală.

Referințe

1. *How Bluetooth Module Interfacing with Microcontrollers* [online]. [Accesat 20.11.2021]. Accesat la : <https://www.edegfxtech.com/blog/interfacing-hc-05-bluetooth-module-with-microcontroller/>
2. *Learn NI LabVIEW Basics* [online]. [Accesat 20.11.2021]. Accesat la : <https://www.ni.com/getting-started/labview-basics/data-structures>
3. *Introduction to Arduino IDE* [online]. [Accesat 19.11.2021]. Accesat la : <https://www.theengineeringprojects.com/2018/10/introduction-to-arduino-ide.html>
4. ROMANCA, Mihai. *Microprocesoare și microcontrolere*. Brașov: Universitatea Transilvania din Brașov, 2015.
5. *How to Interface Arduino an the MPU 6050 Sensor* [online]. [Accesat 20.11.2021]. Accesat la :<https://maker.pro/arduino/tutorial/how-to-interface-arduino-and-the-mpu-6050-sensor>

INTEROPERABILITATEA DINTRE JDBC și HIBERNATE PRIN INTERMEDIUL VAADIN

Cristian CEMÎRTAN

*Departamentul Informatică, I-2101, Facultatea de Matematică și Informatică,
Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, Moldova*

Autorul corespondent: Cristian Cemîrtan, cemirtan.cristian@outlook.com

Rezumat. În lucrarea de față se examinează nivelul de lucru al stilurilor JDBC și Hibernate prin interacțiune cu componentele cadrului Vaadin. Această aplicație web demonstrează nivelul de lucru configurabil în Vaadin. Hibernate permite tratarea înregistrărilor din baza de date ca instanțe de clase și ne eliberează de mediul cu restricții tehnice, unde se lucrează numai cu SQL. Prin utilizarea JDBC demonstrăm cât de dificil și voluminos este de lucrat numai cu SQL pentru că în SQL pot apărea multe dialecte ce conduc la apariția inconsistenței în mediul de dezvoltare.

Cuvinte cheie: sql, mapare entitate – relație, limbaj, aplicație web, bază de date, java.

Introducere

În epoca contemporană a dezvoltării aplicațiilor web, există două modalități cunoscute pentru a gestiona o bază de date: scrierea și executarea interogărilor utilizând limbajul SQL, și persistarea obiectelor POO prin intermediul mapării obiect – relație. Maparea obiect – relație este o tehnică de programare ce permite administrarea relațiilor din baza de date utilizând limbajul de programare orientat pe obiect (în cazul nostru Java), fără a fi dependent de restricțiile sintactice a limbajului SQL.

Vaadin

Interfața grafică utilizată în dezvoltarea aplicației web implică aplicarea cadrului Vaadin. Vaadin este o platformă de dezvoltare a aplicațiilor web care ne permite de creat aplicații web cu limbajul de programare Java, eliminând necesitatea utilizării limbajului de machetare hipertext și a limbajului de programare ECMAScript. Originea fondării cadrului Vaadin este Finlanda. Spre deosebire de bibliotecile ECMAScript și plugin-urile specifice browser-ului, Vaadin oferă o arhitectură orientată spre server bazată pe Jakarta Enterprise Edition [1].

Jakarta Enterprise Edition

Utilizarea Jakarta Enterprise Edition permite ca partea principală a logicii aplicației să fie executată pe partea serverului. Vaadin folosește propriul set de componente web sau biblioteci ECMAScript pentru a reda elementele interfeței cu utilizatorul și a permite lui de a interacționa cu serverul. Vaadin adaugă validarea datelor suplimentare pe partea serverului: aceasta rezolvă problemele de securitate asociate cu posibilitatea falsificării datelor sau codului ECMAScript. În consecință, dacă datele primite de la browser se modifică sau devin corupte, serverul, după ce a stabilit acest lucru, nu transmite cereri.

JDBC

Java Database Connectivity, este o interfață de programare a aplicației ce permite conexiunea la o bază de date. Știind că există diverse implementări de a găzdui o bază de date, JDBC suportă încărcarea pilotilor pentru a putea crea conexiuni conforme cu specificațiile tehnice a unei bazei de date [2].

Hibernate

Dezvoltată de compania americană Red Hat în anul 2001, Hibernate este o bibliotecă gratuită pentru limbajul de programare Java. Este concepută pentru a realiza operații de mapare obiect – relație, prin implementarea specificației standarde Jakarta Persistence. Jakarta Persistence specifică

gestionarea datelor relaționale în aplicațiile Java, iar Hibernate ușurează realizarea conexiunii la baza de date, prin intermediul unui pilot JDBC. Pentru a fuziona datele modificate din programul Java în baza de date, Hibernate generează și execută un scenariu SQL [3–4].

Spring Boot

Fiind o extensie a cadrului Spring pentru aplicațiile Java, este utilizată pentru a găzdui, în mod accesibil, un server ce necesită un număr minim de configurații care prevad utilizarea resurselor de calcul.

Aplicația Vaadin și gestionarea bazei de date

În rularea aplicației web, vom gestiona baza de date „Magazin Hardware”, diagrama căreia este reprezentată în figura 1. Din baza de date menționată, aplicația se va baza pe relațiile RAM și Firma.

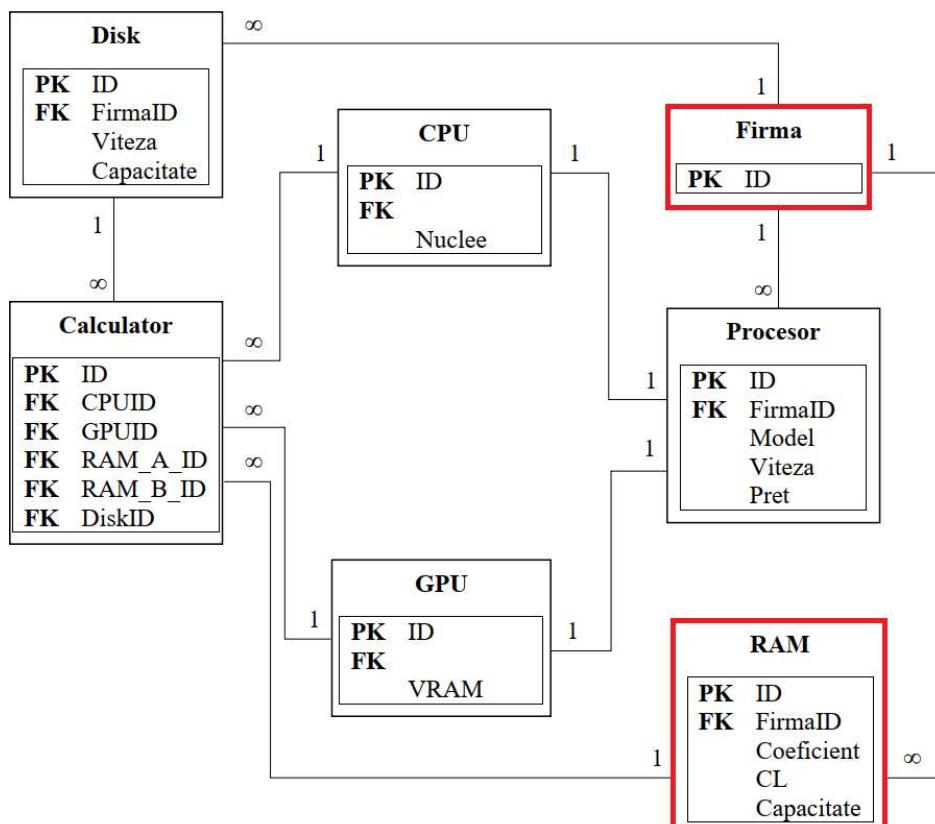


Figura 1. Diagrama bazei de date

Pagina aplicației web este divizată în următoarele secțiuni: sistemul de autentificare (dispare la o autentificare cu succes), butonul de actualizare a conținutului paginii, formularul de manipulare a unei înregistrări de date din relația RAM, grupul de butoane radio pentru a permite modul de lucru a bazei de date, între JDBC și Hibernate, cât și două componente ce afișează conținutul relației RAM: grila specializată (vizibilă în modul Hibernate) și zona de text (vizibilă în modul JDBC) [5].

În formularul de manipulare, câmpul de selecție Firma conține valorile culese din tabela omonimă, utilizând tehnologia Hibernate sau JDBC, la discreția clientului. De asemenea, manipularea relației RAM poate fi realizată utilizând tehnologia aleasă la discreție.

În aplicația web, sunt apelate următoarele două metode statice, în modul SQL: `executeQuery` din clasa Core și `executeBatches` din clasa Helper. Prima metodă transformă setul de rezultate `ResultSet` în forma textuală [6]. În a doua metodă, se execută o interogare pentru orice rând din tabloul bidimensional `Object[][][]`.

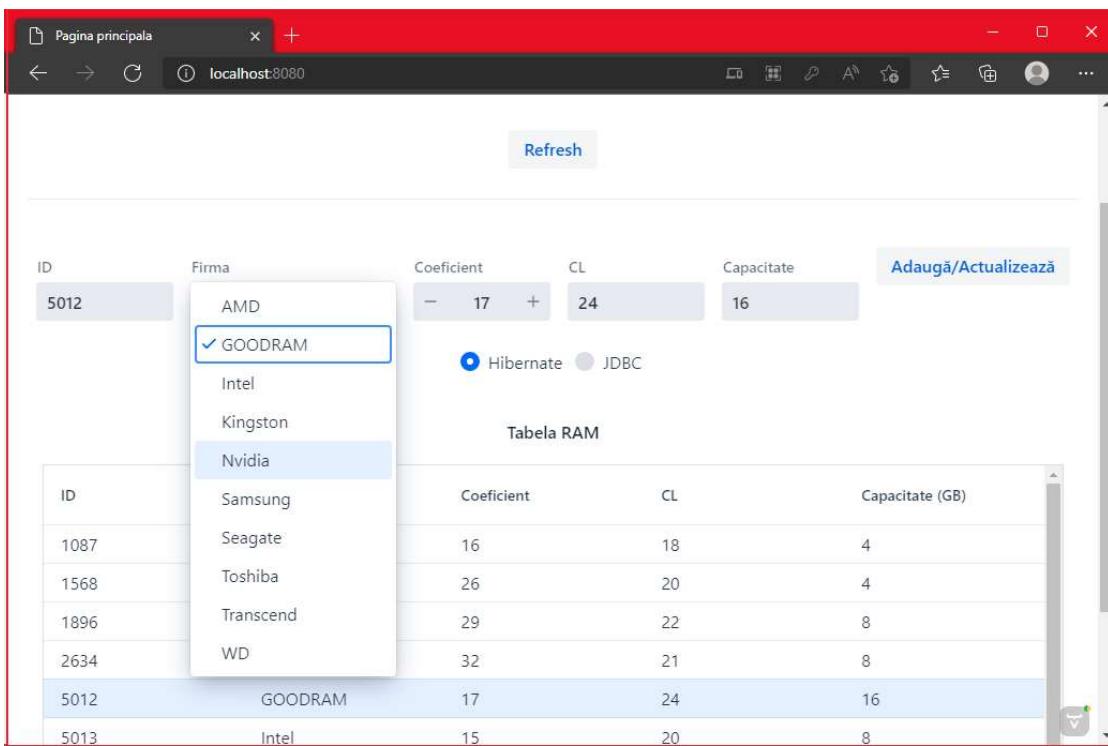


Figura 2. Pagina principală a aplicației Vaadin

În lucrare, când are loc procesul de actualizare a conținutului paginii, fie automat sau manual, se execută următorul fragment de cod dacă este setată tehnologia Hibernate:

```
grid.setItems(session.createNativeQuery("SELECT * FROM RAM", RAM.class).list());

if (b) // adevarat, daca manual
    firmaSelect.setItems(session.createNativeQuery("SELECT * FROM Firma",
Firma.class).list());
```

(1)

În modul realizat cu conectorul JDBC:

```
textAreaList.setValue(Helper.formatQuery(c, "SELECT * FROM RAM"));
var rs = Core.executeQuery(c, "SELECT * FROM FIRMA");

if (b)
{
    var list = new ArrayList<Firma>();
    while (rs.next())
        list.add(new Firma(rs.getString("ID")));
    firmaSelect.setItems(list);
}
```

(2)

În primele două secvențe de cod sursă a fost menționată reîncărcarea conținutului paginii web, unde prima secvență reprezintă partea realizată în Hibernate, pe când a doua este o conexiune cu conectorul JDBC.

În prima secvență de cod, pentru actualizarea ambelor grile RAM și a câmpului de selecție Firma, se execută o singură interogare de selecție pentru relațiile RAM și Firma, iar rezultatele le vom obține în Hibernate sub formă de listă și vor fi anexate în ambele componente Vaadin.

În ce privește a doua secvență, rezultatele le vom obține sub forma textuală. Pentru interogarea cu RAM, rezultatul se anexează în zona de text, iar pentru rezultatul interogării cu Firma vom obține

un set de rezultate prin **ResultSet**, și în continuare iterăm tuplurile din **ResultSet** că pentru orice tuplu într-o instanță nouă de **ArrayList** [7], cu parametrul generic **Firma**, să adăugăm o nouă instanță **Firma** cu denumirea tuplului. După iterare se anexează în câmpul de selecție **Firma** instanța **ArrayList** recent creată.

Pentru secvența de cod:

```
session.beginTransaction();

session.merge(new RAM(
    idField.getValue(),
    firmaSelect.getValue(),
    coeficientField.getValue(),
    clField.getValue(),
    capacitateField.getValue()));

session.getTransaction().commit();
```

(3)

și secvența:

```
if (
    Helper.executeBatches(c, "UPDATE RAM SET FirmaID = ?, Coeficient = ?, CL =
?, Capacitate = ? WHERE ID = ?",
    new Object[][][]
    {
        {
            firmaSelect.getValue(),
            coeficientField.getValue(), clField.getValue(),
            capacitateField.getValue(), idField.getValue()
        }
    },
    new Integer[] { Types.VARCHAR, Types.INTEGER, Types.INTEGER,
Types.INTEGER, Types.INTEGER, Types.INTEGER }
)[0] == 0)
{
    Helper.executeBatches(c, "INSERT INTO RAM VALUES (?, ?, ?, ?, ?, ?)",
    new Object[][][]
    {
        {
            idField.getValue(), firmaSelect.getValue(),
            coeficientField.getValue(), clField.getValue(),
            capacitateField.getValue()
        }
    },
    new Integer[] { Types.INTEGER, Types.VARCHAR, Types.INTEGER,
Types.INTEGER, Types.INTEGER, Types.INTEGER }
);
}

...
}
```

(4)

In secvența a treia de cod se execută o tranzacție cu Hibernate prin metoda **beginTransaction()** [8]. Vom fuziona o nouă instanță **RAM** cu valorile obținute din formularul de adăugare în sesiune Hibernate și prin comiterea tranzacției redirecționăm conținutul instanței în baza de date. În secvența a patra ilustrăm o interogare de actualizare SQL, prin conectorul JDBC, a relației **RAM**.

Spre deosebire de metoda realizată în Hibernate specificăm valorile tipurilor de date a coloanelor tuplului și dacă numărul de tupluri modificate este zero atunci se va executa o interogare de adăugare.

Concluzii

Realizarea acestei aplicații se bazează pe principiile programării orientate pe obiect, astfel putem concluziona că utilizarea cadrului Hibernate ameliorează mult productivitatea creării codului sursă, dar și simplificarea interogărilor pentru administrarea bazei de date „Magazin Hardware”.

Referințe

1. Vaadin Team. *Book of Vaadin*. Turku: Vaadin Ltd., 2019.
2. Oracle. *Java JDBC API* [online]. [accesat 12.03.2022]. Disponibil:
<https://docs.oracle.com/javase/8/docs/technotes/guides/jdbc/>.
3. The Hibernate Team, The JBoss Visual Design Team. *HIBERNATE – Relational Persistence of Idiomatic Java* [online]. 2013. [accesat 11.03.2022]. Disponibil:
https://docs.jboss.org/hibernate/core/4.3/manual/en-US/html_single/.
4. Arjam Tijms. *Transistion from Java EE to Jakarta EE* [online]. 2020. [accesat 12.03.2022]. Disponibil: <https://blogs.oracle.com/javamagazine/post/transition-from-java-ee-to-jakarta-ee>.
5. Vaadin Ltd., *Vaadin UI Components*. [online]. [accesat 09.03.2022]. Disponibil:
<https://vaadin.com/components>.
6. Oracle. *Interface ResultSet* [online]. [accesat 10.03.2022]. Disponibil:
<https://docs.oracle.com/javase/7/docs/api/java/sql/ResultSet.html>.
7. Oracle. *Class ArrayList<E>* [online]. [accesat 13.03.2022]. Disponibil:
<https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/util/ArrayList.html>.
8. JBoss. *Interface Transaction* [online]. [accesat 13.03.2022]. Disponibil:
<https://docs.jboss.org/hibernate/orm/3.5/api/org/hibernate/Transaction.html>.

NET IMPACT OF LARGE LANGUAGE MODELS TRAINED ON CODE

Pavel GHERCIU

Department of Computer Science and Systems Engineering, group IA-201, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chișinău, Republic of Moldova

Corresponding author: Pavel Gherciu, pavel.gherciu@iis.utm.md

Abstract. Natural language processing has seen many improvements in recent years, particularly driven by machine learning models such as OpenAI's GPT-3. This paper aims to present the various language models, as well as OpenAI Codex, which is considered to be an AI revolution in the field of programming. This system has been trained on Python code from more than 50 million GitHub repositories and is capable of generating and explaining code, translating it between various programming languages and more. In addition, the benefits and potential dangers of its use will be analysed and presented.

Keywords: artificial intelligence, code generation, language models, OpenAI, Codex, natural language processing

Introduction

In recent times, Large language models have seen a significant spike in popularity, which could be attributed to their updated capabilities, which allow them to serve as solutions for a variety of applications including helping developers perform general coding tasks. Specialised tools based on LLMs have been trained on vast amounts of source code so that they can predict likely code completions given some prompt comprising comments, function names, and other code elements. The newest commercial models have such large datasets that they are now claimed to be general purpose coding helpers, capable of performing many various tasks, such as translation between programming languages, code completion, and even explanation.

Defining Large language models

Language models are statistical and probabilistic tools which are usually used for predicting the next word in a sentence, that is to say, they are systems trained on predicting the likelihood of a token (character, word or string) given either its preceding context or its surrounding context. They are unsupervised and when deployed, take text as input and output scores or string predictions [1].

These systems are called large language models when they are trained on enormous amounts of data. Some examples of LLMs are Google's BERT and Switch-C, as well as OpenAI's GPT-2 and GPT-3, as can be seen in *Table 1*. Switch-C is currently known as the largest language model with 1.6 trillion parameters trained on 745 gigabytes of text. These models have capabilities ranging from writing a simple essay to generating complex computer code with limited to no supervision.

When it comes to OpenAI's language models, compared to the initial GPT-1 architecture, GPT-3 has virtually nothing novel. But it is much larger, having 175 billion parameters and was trained on Common Crawl, which was considered to be the largest corpus a model could have been trained on at the time of GPT-3's release. This is mainly possible due to the semi-supervised training strategy of a language model, which implies that a text can be used as a training example with some words omitted. The impressive power of GPT-3 comes from the fact that it read more or less all text that appeared on the whole internet in the past years, and has the capability to reflect most of the complexity that natural language has [2].

Table 1

Overview of recent large language models [1]

Year	Model	# of Parameters	Dataset Size
2019	BERT	3.4E+08	16GB
2019	DistilBERT	6.60E+07	16GB
2019	ALBERT	2.23E+08	16GB
2019	XLNet (Large)	3.40E+08	126GB
2020	ERNIE-GEN (Large)	3.40E+08	16GB
2019	RoBERTa (Large)	3.55E+08	161GB
2019	MegatronLM	8.30E+09	174GB
2020	T5-11B	1.10E+10	745GB
2020	T-NLG	1.70E+10	174GB
2020	GPT-3	1.75E+11	570GB
2020	GShard	6.00E+11	—
2021	Switch-C	1.57E+12	745GB

OpenAI Codex

At the time of GPT-3's release, it was revealed that it could generate simple programs from Python docstrings. While rudimentary, this capability was exciting, considering that GPT-3 was not specifically trained for code generation. Given the substantial success of large language models in other applications and the abundance of publicly available code, a specialized GPT model could hypothetically be used to excel at a variety of coding tasks.

This very conclusion has given rise to OpenAI's own artificial intelligence model called Codex. OpenAI Codex, like GPT-3, has much of the same natural language understanding, but it produces working code - meaning that commands can be issued in English to any piece of software with an API. Its training data contains natural language as well as billions of lines of source code from publicly available sources, including code in public GitHub repositories. Although Codex isn't the first LLM trained on code, it is currently given special attention due to its stronger performance with the Python programming language. While it is most capable in Python, it is also effective in several other languages such as JavaScript, Go, Perl, PHP, Ruby, Swift and TypeScript, and even Shell. It has a memory of 14KB for Python code, while GPT-3 has only 4KB - so it can take into account over three times as much contextual information while performing any code-related task [3].

Positive impact

Code generation and associated capabilities have several potential economic and labor market impacts. While Codex in its current state could somewhat reduce the cost of producing software by increasing programmer productivity, the effect may be limited by the fact that engineers don't only write code, but also carry out other important tasks that include conferring with colleagues, writing design specifications, and upgrading existing software stacks.

It has been found that Codex imports packages at different speeds, which could advantage some package authors over others, especially if programmers and engineers come to rely on Codex's suggestions. Over a longer period of time, the effects of this class of technologies on software-related labor markets and on the economy could be more substantial as capabilities improve.

More analysis will be required to fully understand the potential impact of code generation, , however this section will present some of the possible effects that this new tool would bring upon the industry as a whole, with an emphasis on the labor market [3].

It is possible that code generation could help create economic value by allowing engineers and programmers to write better code faster and also help with tasks such as docstrings, documentation, tests, code reviews, etc. This could change the work of engineers and programmers as well as lower the barrier to building software and even enable the development of new kinds of software.

At the same time, this could allow for fixing security bugs in code easier, as it would be faster for a Language Model to identify and fix any bugs compared to humans. Research has shown that OpenAI Codex is successful when tasked with security bug repair, however it is far too recent to replace current tools used by most developers in the field. It is expected that developers will use such LLMs to write functional and secure code in the future, as shown in *Figure 1* [4].

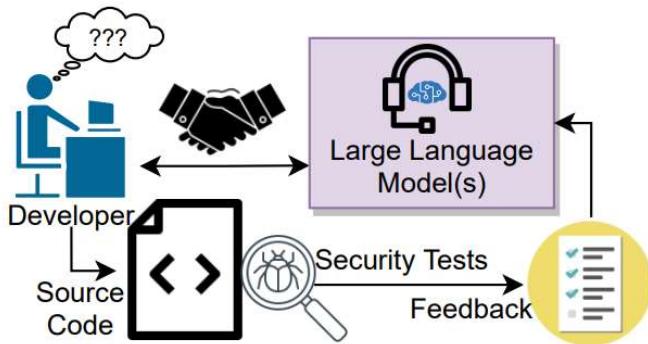


Figure 1. Cybersecurity application of LLMs [4]

Potential dangers

According to OpenAI CTO and co-founder Greg Brokman, Codex is “a tool to multiply programmers.” He also said that the rationale behind it is not to make a computer in charge of programming, but to simply serve as a programmer’s assistant. That helper would take conceptual ideas and produce the code to turn them into software or any other technology [5].

Although OpenAI claims this of their current model, more sophisticated future code generation tools could potentially lead to the displacement of some programmer or engineer roles, and could change the very nature of programming work. They might make the work of some engineers more efficient or they could create the illusion of increased efficiency while offloading the time spent writing code to more detailed code reviews and QA testing. While that could be the case, realistically, as can be seen with many other fields, it is more likely that many jobs will be indeed be lost. Companies would profit much more from automation and a select few “thinkers”, that would then simply pass the concept and design over to the LLM, which would take care of the “repetitive work that humans don’t want to do”. Currently, given Codex’s performance on Python, it is likely that its impact will be felt more in roles which use Python as the dominant programming language. This could in turn encourage companies to switch their codebases to programming languages where they know Codex could augment work.

The proliferation of tools such as Codex raise concerns and challenges for the future of computing education as well. It is said that the value of a tool depends on its use, and in this case there is a real danger that Codex could be used in ways that either limit learning or that make the work of educators difficult. The developers of Codex mentioned one such challenge: possible over-reliance on Codex by novice programmers.

Codex may be used by students to generate model solutions for exercises where they are not provided by instructors. If the generated solution is incorrect or uses poor style, it is likely that students are not learning optimally, and may adopt bad habits which could include faulty conventions and style. While this is true for even web-based examples, the customised solutions offered by Codex may entice students to believe that the provided solutions are more credible, similar to an intelligent

tutoring system. To ensure that students don't rely on such tools as an "oracle", it thus may become necessary to alter future programming courses to focus more on code review, or evaluation of code, to ensure that students can effectively assess the code generated by Codex and its overall quality. As such, it is likely that academia will come to rely on supervised exams even more, despite online learning becoming more popular by the day.

The fact that Codex in its current form has limits when it comes to the complexity of problems it can solve may not mean much to students. If students submit code generated by Codex, even if it's not correct, it will likely be worthy of partial credit. It would thus become hard for a teacher to tell the difference between a student who tried but eventually failed to get the right answer and a student who simply generated code using Codex. This may result in students being awarded a pass in a course without the appropriate level of knowledge required, and subsequently burden instructors and peers in group projects. At the same time, it could lead to a vast number of graduates with very little practical knowledge which would damage the industry even more than Codex itself [6].

Conclusion

In this paper, the current capabilities of Large language models have been presented, as well as of those trained on code. Special attention has been given to OpenAI Codex, which is currently a very popular example of such systems and is considered to be the most capable at doing coding tasks in the Python programming language.

While the technology is recent, it has been proven to be relatively effective at what it does, although in a limited capacity compared to real programmers. Nonetheless, it must be noted that such technologies will only continue to improve and proliferate. As such, this paper also presents the benefits and dangers that could come from widespread use of LLMs trained on code.

Tools such as Codex could potentially assist engineers in doing their work more efficiently, help students learn faster and also solve cybersecurity issues, but special emphasis must be put on the dangers associated with replacing coding with simply using an automated system, as it could lead to many people losing their jobs and computer education being compromised.

In conclusion, the reality is that this particular AI revolution has now come and there is no choice but to learn to adapt, because technological progress will not wait for anyone.

References:

1. BENDER, E., GEBRU, T., MCMILAN-MAJOR, A., SHMITCHELL, S. *On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big?*. ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency, 2021, pp. 610-623.
2. Towards Data Science. *A beginner's guide to language models*, [accessed 24.02.2022]. Available: <https://towardsdatascience.com/the-beginners-guide-to-language-models-aa47165b57f9>.
3. CHEN, M., TWOREK, J., JUN. H., KAPLAN, J., EDWARDS, H., BURDA Y., BROCKMAN, G. *Evaluating Large Language Models Trained on Code*, 2021.
4. PEARCE H., TAN, B., AHMAD, B., KARRI, R., DOLAN-GAVITT, B. *Can OpenAI Codex and Other Large Language Models Help Us Fix Security Bugs?*, 2021.
5. OpenAI. *OpenAI Codex* , [accessed 24.02.2022]. Available: <https://openai.com/blog/openai-codex/>.
6. FINNIE-ANSLEY, J., DENNY, P., BECKER, B., LUXTON-REILLY, A., PRATHER, J. *The Robots Are Coming: Exploring the Implications of OpenAI Codex on Introductory Programming*. Australasian Computing Education Conference, 2022, pp. 10-19.

SUBSECȚIA MICROELECTRONICĂ ȘI NANOTEHNOLOGII

MICROELECTRONICS AND NANOTECHNOLOGIES SUBSECTION

МИКРОНИТИ И МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ СЛОИ НА БАЗЕ ТЕЛЛУРИДОВ ВИСМУТА ДЛЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Виктор ПЕНКАЛА^{1*}, Денис ШИВЕРСКИЙ²

¹DMIB, гр. IBM-211M, Факультет Вычислительной техники, информатики и микроэлектроники, Технический Университет Молдовы, Кишинев, Молдова

²DMIB, гр. MN-202, Факультет Вычислительной техники, информатики и микроэлектроники, Технический Университет Молдовы, Кишинев, Молдова

*Автор-корреспондент: Виктор Пенкала, email victor.pencala@mib.utm.md

Абстракт В работе представлены результаты исследования термоэлектрических свойств (термоэдс и сопротивление) в интервале температур 4.2 – 300 К монокристаллических слоев Bi_2Te_3 n- и p-типов, с толщинами 5-20 μm , изготовленных методом механического отслаивания от монокристалла. Установлено, что, в слоях n- и p-типа максимальные значения термоэлектрической эффективности достигаются при температурах ~ 300 К. Методом сегментирования термопар, изготовленных из монокристаллических слоев Bi_2Te_3 n- и p-типов был создан микрокуллер, позволяющий получать разность температур $\Delta T = 6$ К. Приведены результаты исследования эффекта Пельтье в микротермопаре, образованной из n- и p- Bi_2Te_3 микронитей в стеклянной изоляции с диаметром жилы $d \sim 40 - 60$ μm . Цилиндрические поликристаллы Bi_2Te_3 в стеклянной изоляции были изготовлены методом Тейлора–Улитовского. Было получено максимальное охлаждение холодного спая $\Delta T=1$ К.

Ключевые слова Bi_2Te_3 микронити, монокристаллические слои, термоэлектричество, микрокуллер.

Введение

Теллурид висмута (Bi_2Te_3) представляет собой узкозонный слоистый полупроводник с тригональной элементарной ячейкой. Структуру валентной зоны и зоны проводимости можно описать как многоэллипсоидальную модель с 6 эллипсоидами постоянной энергии, центрированными в плоскостях отражения. Bi_2Te_3 легко расщепляется вдоль тригональной оси за счет слабых ван-дер-ваальсовых связей между соседними атомами теллура. Bi_2Te_3 – полупроводник, который при легировании сурьмой или селеном является эффективным термоэлектрическим материалом для охлаждения или генерации электроэнергии [1,2] с относительно высоким значением термоэлектрической эффективности $ZT=TS^2\sigma/k \sim 1$ [3], где S – коэффициент Зеебека, σ – электропроводность, T – температура, k – теплопроводность. Материал Bi_2Te_3 является топологическим изолятором (ТИ) [4] и, таким образом, проявляет физические свойства, зависящие от толщины [5]. Из-за замечательных свойств ТИ, таких как наличие металлических поверхностных состояний на поверхности полупроводникового материала, ТИ активно исследуются в физике конденсированного состояния. Многообещающие и, к сожалению, трудновоспроизводимые результаты ($ZT \sim 2,4$), полученные только в лабораторных условиях [6] при температуре 300 К, были достигнуты в $\text{Bi}_2\text{Te}_3/\text{Sb}_2\text{Te}_3$ сверхрешетках, изготовленных низкотемпературным напылением [4]. Повышение стабильности, надежности, долговечности в сочетании с высокоэффективными характеристиками является важнейшей задачей, касающейся использования термоэлектрических преобразователей энергии.

Образцы и экспериментальные результаты

Монокристаллические слои на базе Bi_2Te_3 сплавов n- и p- типов изготавливались механическим отслаиванием (mechanical exfoliation) слоев от монокристаллического слитка соответствующего состава с использованием скотча определенной структуры, качества и

формы. Процесс отслаивания повторялся несколько раз от уже образовавшегося слоя для изготовления слоев различных толщин. Рентгенографические исследования (X-ray diffraction) подтвердили, что полученные слои являются монокристаллами с ориентацией оси C_3 , перпендикулярно плоскости слоя. Исследования темоэдс проводилось двух контактным способом, с использованием InGa эвтектики для создания омичных контактов (рис1) и 4-х контактный методом с использованием сплава Вуда при измерениях сопротивления. Исследование диаграмм вращения поперечного магнитосопротивления и магнито-термоэдс в области температур 80 – 300 К и в постоянном магнитном поле $B=0,4$ Т указывают на слабую анизотропию, как сопротивления, так и термоэдс. Температурные зависимости сопротивления носят металлический характер, а обнаруженные осцилляции Шубникова де Гааза подтвердили наличие поверхностных состояний с подвижностями до $80 \times 10^3 \text{ cm}^2/\text{V sec}$, характерных для топологических изоляторов [7]. Термоэдс достигала максимального значения – 280 -290 $\mu\text{V/K}$ при температуре $T=300$ К. Исследование температурных зависимостей сопротивления и термоэдс в интервале температур 4.2 – 300 К позволило рассчитать силовой фактор $S^2\sigma=7 \times 10^{-4} \text{ W/mK}^2$ и $S^2\sigma=4, 5 \times 10^{-4} \text{ W/mK}^2$ и оценить термоэлектрическую эффективность ZT для n и p -слоев толщиной 15 μm 18 μm соответственно. На базе таких слоев методом последовательного сегментирования 5 термопар из n и p -слоев было сконструировано устройство, позволяющее получить охлаждение $\Delta T=6$ К при рабочем токе $I = 60$ mA и $T=300$ K.

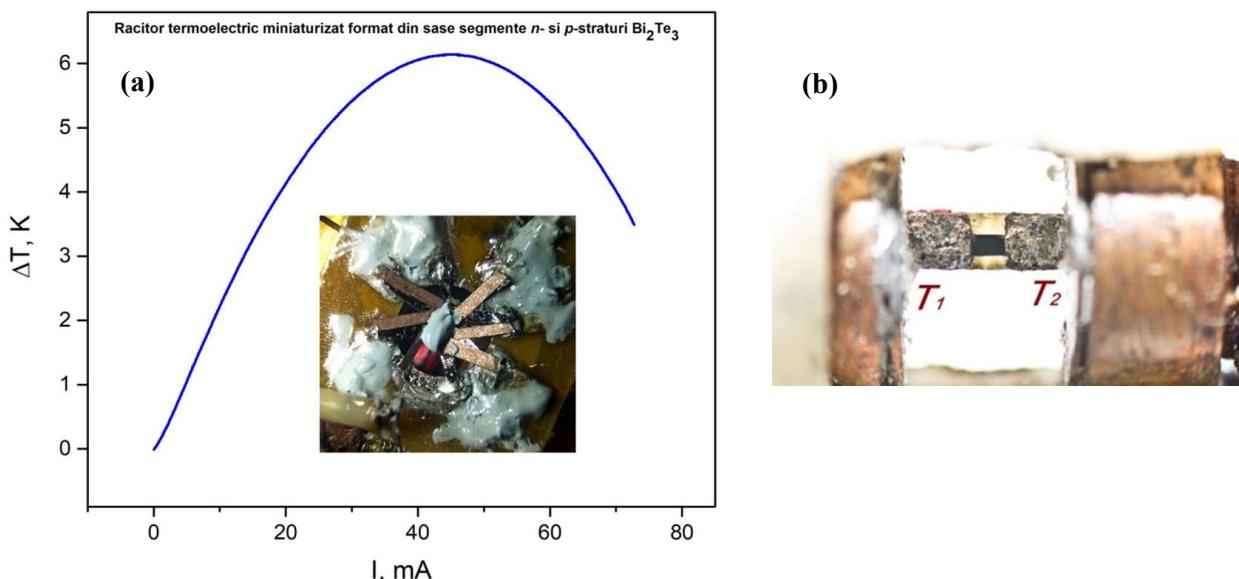


Рисунок 1. (а) Представлена зависимость градиента температуры ΔT от тока, пропускаемого через 5 термопар из n и p -слоев Bi_2Te_3 , внутри- конструкция для создания градиента температуры. (б) Держатель с образцом при двухконтактном методе измерения термоэдс

Для повышения термоэлектрической эффективности в термоэлектрических устройствах используются полупроводниковые сплавы соединений Bi_2Te_3 , Bi_2Se_3 , Sb_2Te_3 , Sb_2Se_3 . Они обладают большой термоэдс, хорошей электропроводностью и низкой теплопроводностью [8]. В наших исследованиях эффекта Пельтье в микротермопаре мы использовали сплав $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ для материала проводимости n -типа и сплав $(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{0,25}(\text{Sb}_2\text{Te}_3)_{0,75}$ для термоэлектрического материала p -типа. Для изготовления микронитей Bi_2Te_3 сплавов n - и p - типов был использован метод Тейлора–Улитовского с термическим нагревом ампулы с материалом во внешней печи. Изготовленные по этой технологии микронити в стеклянной изоляции имели следующие параметры: диаметр жилы $d=40$ - 65 μm , диаметр по стеклянной изоляции $D=50$ - 100 μm . Концы отрезков микронитей n и p -типа, длиной 5 – 10 мм с помощью электролитического нанесения меди или подпайкой сплавом Вуда соединялись вместе с образованием термоэлектрического спая. Другие концы

микронитей с использованием эвтектики InGa образовывали электрические контакты с медными полосками на подложке из фольгированного стеклотекстолита, которая для стабилизации температуры этих контактов располагалась на массивном медном блоке, находящемся при комнатной температуре. В соответствии с теорией эффекта Пельтье, при пропускании тока через такую термопару, в зависимости от направления тока, спай либо нагревается, либо охлаждается. Измерения проводились при нормальном давлении и в вакууме до 1×10^{-2} торр. На Рис. 1(a) показана микротермопара, состоящая из 3 отрезков микропровода Bi_2Te_3 *p*-типа (диаметр жилы $d=63 \mu\text{m}$), соединенных вместе, и 6 отрезков микропровода Bi_2Te_3 *n*-типа ($d=42 \mu\text{m}$), соединенных вместе. Это было сделано для увеличения площади поперечного сечения ветвей термопар до эффективного диаметра $\sim 100 \mu\text{m}$. На Рис. 1 (b) при нормальном давлении и в вакууме 1×10^{-2} торр показаны измеренные зависимости температуры холодного спая от тока через микротермопару. Согласно полученным результатам уменьшение температуры холодного спая зависит от вакуума в измерительной камере. Например, при нормальном давлении максимальное охлаждение холодного спая составило $\Delta T=0.5 \text{ K}$, а в вакууме 1×10^{-2} торр $\Delta T = 1 \text{ K}$. Это объясняется значительным уменьшением притока тепла к холодному спаю в вакууме. Необходимо отметить, что теплопроводность стекла Pyrex равна $k_{\text{glass}}=1.14 \text{ W}/(\text{m K})$ и она сопоставима с теплопроводностью Bi_2Te_3 , которая составляет $k_{\text{BiTe}}=1.2 \text{ W}/(\text{m K})$, что при значительной толщине стеклянного покрытия микропровода приводит к существенной потере эффективности охлаждения. Стекло в этом случае обеспечивает дополнительный канал теплопередачи и таким образом увеличивает общую теплопроводность k и снижает термоэлектрическую эффективность ZT .

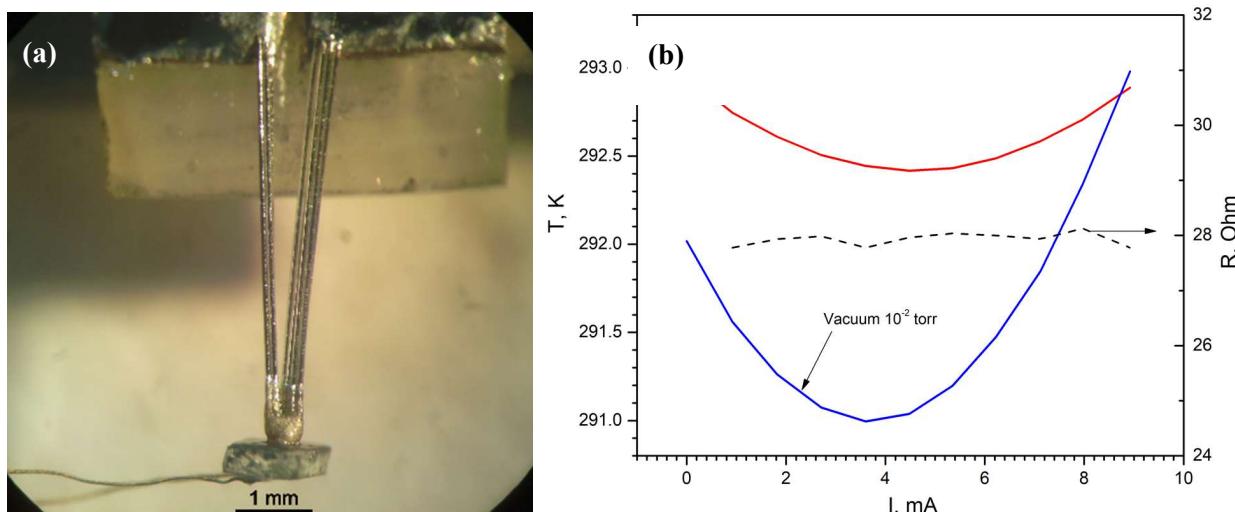


Рисунок 2. (a) микротермопара, состоящая из 3 отрезков микропровода Bi_2Te_3 *p*-типа ($d=63 \mu\text{m}$), соединенных вместе, и 6 отрезков микропровода Bi_2Te_3 *n*-типа ($d=42 \mu\text{m}$), соединенных вместе.
(b) зависимости температуры холодного спая от тока через микротермопару

Заключение

Разработана технология изготовления монокристаллических слоев Bi_2Te_3 *n* и *p*-типов и исследованы их термоэлектрические свойства в интервале температур 4.2 -300К. На базе монокристаллических микро-слоев Bi_2Te_3 *n* и *p*-типов, методом сегментирования термопар была создана конструкция, позволяющая получать за счет эффекта Пельтье разность температур $\Delta T = 6 \text{ K}$ при $T=300 \text{ K}$. Известно, что повышение температуры на 10 градусов компьютерных электронных компонентов, снижает продолжительность их жизни наполовину. Для повышения градиента температуры охлаждения предполагается получить слои с толщинами менее $5 \mu\text{m}$ и увеличить количество термопар до 10 при сохранении той же площади охлаждения.

Проведены исследования эффекта Пельтье в микотермопаре Bi_2Te_3 с эффективным диаметром сечения ветвей $\sim 100 \mu\text{m}$, полученной из микронитей в стеклянной изоляции *n*- и *p*-типа. Установлено, что максимальная разница температуры $\Delta T=1 \text{ K}$ достигается при измерении в вакууме. Малая величина ΔT объясняется значительным потоком тепла по стеклянной изоляции микропровода, площадь сечения которой при одинаковой удельной теплопроводности примерно в 3 раза больше площади сечения Bi_2Te_3 . Для увеличения достижимой разницы температур необходимо разработать технологию изготовления микропровода Bi_2Te_3 с тонким стеклянным покрытием.

Acknowledgments Данная работа выполнена в рамках проекта № 20.80009.50007.02 Государственной Программы Молдовы.

Список литературы

1. ГОЛЬЦМАН, Б.М., КУДИНОВ, В.А., СМИРНОВ, В.А. *Полупроводниковые термоэлектрические материалы на основе Bi_2Te_3* , Москва: Наука, 1972
2. JANDL, P. and BIRKHOLZ, U. Thermogalvanomagnetic properties of Sn-doped Bi95Sb5 and its application for solid state cooling. In: *J Appl Phys*, 1994, 76, 7351-7366
3. DiSALVO, F.J., Thermoelectric Cooling and Power Generation. In: *Science*, 1999, 285, 703-706
4. MOORE, J.E. The birth of topological insulators. In: *Nature*, 2010, 464, 194-198
5. J ZHOU, J., YANG, R., CHEN, G., DRESSELHAUS, M. Optimal Bandwidth for High Efficiency Thermoelectrics. In: *Phys Rev Lett*, 2011, 107
6. BULMAN, G. E., SIIVOLA, E., SHEN, B., VENKATASUBRAMANIAN, R. Large external ΔT and cooling power densities in thin-film Bi_2Te_3 -superlattice thermoelectric cooling devices. In: *Appl Phys Lett*, 2006, 89, 122117
7. A. A. NIKOLAEVA, A.A., KONOPKO, L.A., ROGATSKII, K., BODYUL, P.P. In: *Applied Electrochemistry*, 2018, 54, 273–278
8. KONOPKO, L.A., NIKOLAEVA, A.A., HUBER, T.E., MEGLEI, D.F., Thermoelectric properties of Bi_2Te_3 microwires. In: *Physica Status Solidi C*, 2014, 11, 1377-1381

ELABORAREA AFIȘORULUI INFORMATIV CU LUMINOZITATE REGLABILĂ ȘI CONTROL DISTANT

Maxim CHIRIAC^{1*}, Adrian BÎRNAZ²

Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedicală, grupa MN-181, Facultatea Calculatoare Informatică și Microelectronică, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

²Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedicală, Centrul de Nanotehnologii și Nanosenzori, Facultatea Calculatoare Informatică și Microelectronică, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Maxim Chiriac, maxim.chiriac1@mib.utm.md

Rezumat. În lucrare este descris modul de funcționare a dispozitivului și a softului de control necesar funcționării afișorului elaborat. Sunt expuse capacitățile tehnice ale afișorului elaborat cu documentația specifică a componentelor electronice utilizate. De asemenea, sunt descrise posibilitățile oferite de softul pentru controlul matricei. Diferența de bază dintre dispozitivul descris și afișoarele existente pe piață disponibil pe larg consum este inexistența vizualizării rezultatului preliminar la nivel de soft, iar vizualizarea se realizează direct pe afișor.

Cuvinte cheie: Afișor, matrice de leduri, sistem încorporat, internetul lucrurilor

Introducere

În ziua de azi LED-urile sunt folosite în calitate de sursă de lumină, în confectionarea ecranelor pentru televizoare, telefoane, tablete și în orice dispozitiv care necesită cel puțin un LED. Ca exemplu începând de la un simplu indicator cum ar fi semaforul și finalizând cu un dispozitiv ce dispune de o interfață grafică. În ultimele decenii LED-urile au devenit mai întrebuiențate datorită fidelității culorii care le posedă. Controlul diodelor emițătoare de lumină se realizează cu ajutorul curentului aplicat asupra lor. Piața LED-urilor înregistrează, în perioada anilor 2017-2022, o rată de creștere anuală aproximativ de 22,6 % anual. În anul 2021 din datele raportului oferit de Yole Développement venitul întreprinderii pe baza LED-urilor a constituit un pic mai mult de 12 miliarde de dolari [1]. O bună parte din LED-urile vândute sunt utilizate pentru confectionarea afișoarelor, fie e vorba de un simplu ceas electronic, fie pentru un panou informativ, inclusiv și ecranele OLED ce au o popularitate în utilizarea lor în ecrane pentru telefoane cât și monitoare, în special monitoarele cu frecvență de reînnoire ce permit o frecvență de afișare de la 100 Hz la 240 Hz. Această frecvență ajunge la o valoare de două ori mai mare decât frecvența monitoarelor actuale de 60 Hz. Conform unor cercetări omul este capabil să distingă imagini până la 500 Hz [2]. În baza datelor respective cu cât frecvența de afișare a afișorului este mai mare cu atât ochiul omului este mai odihnit. La moment există două tipuri de crearea a afișoarelor, primul fiind afișare care tind spre discretizare ce are în sine noțiunea de montarea a 3 LED-uri separate, iar al doilea este crearea unui chip pe care LED-urile sunt îmbinate pe suprafața lui [3]. Cum a fost specificat mai sus indiferent de tipul utilizat la crearea afișorului pentru controlul lui este nevoie de curent, iar la avansarea afișorului în dimensiuni numărul de conectări și curentul necesar crește liniar. Pentru a reduce semnificativ acest neajuns au fost elaborate drivere de control pe bază de curent ce micșorează curentul aplicat pe afișor cât și conectările necesare pentru controlul lui. Dispozitivul elaborat format din afișor cu capacitatea afișării textului dorit cu o frecvență de până la 1 kHz și aplicația ce permite vizualizarea textului preventiv, modificarea textului de pe afișor și nu necesită conexiune prin cablu între ele. Mediile de lucru utilizate pentru crearea atât a softului cât și a circuitului cu cablaj imprimat sunt absolut gratuite.

Partea tehnică

Conceptul acestui dispozitiv a fost crearea unui afișor modular astfel încât să fie ușor extins la necesitate, să fie controlat distant și în cazul unei eventuale defectări să fie fără efort restabilită funcționarea lui. Astfel pentru elaborarea lui a fost decis crearea placării cu cablaj imprimat universale la suprafața căreia va fi lipite acele componente de care va fi nevoie. La fel un alt subiect

nu puțin important este că acest circuit nu trebuie să aibă dimensiuni exagerate pentru a putea ușor opera cu afișorul în întregime. Mediul de lucru utilizat pentru crearea circuitului și a placetei poartă denumirea de EasyEDA [4] fiind un soft gratuit, performant și ușor spre utilizare.

Pentru elaborarea unui circuit electronic ce este capabil să controleze un afișor cu dimensiune flexibilă a fost proiectat și creat o placetă cu cablaj imprimat universală ce are pe suprafață sa întreaga parte electronică necesară pentru funcționalitatea afișorului în întregime cu dimensiunea de 67 pe 67 mm.

Pentru realizarea acestui afișor ce are dimensiunea de 24 pe 56 de LED-uri se utilizează microprocesorul din familia AVR ce poartă denumirea de Atmega1284p [5]. Comunicarea imaginii afișate se realizează prin intermediul interfeței SPI(Serial Peripheral Interface) ce are o viteză de transmitere a datelor de până la jumătate din frecvența oscilatorului. Pentru controlul matricei de dimensiunea 8x8 LED-uri se transmit simultan 16 biți către circuitul integrat MAX7219 [6], deci pentru controlul matricei în totalitate se trimit 336 biți per mesaj. La proiectarea dispozitivului de control se va utiliza un oscilator de 16 MHz. Frecvența de reînnoire a informației pe panoul de LED-uri ce poate ajunge la 1 kHz se obțin în baza electronicii utilizate în cadrul dispozitivului. În baza acestei valori putem spune ferm că vizualizând panoul respectiv ochiul nu va obosi. Ledurile utilizate pentru afișare vor avea o nuanță verde, care nu va afecta ochiul persoanei ce va vizualiza informația de pe panoul respectiv un timp foarte îndelungat. Combinarea dintre frecvență înaltă a panoului și utilizarea ledurilor de culoare verde este una aleasă rațional pentru vizualizarea informației de lungă durată cu rată de afișare înaltă fără deteriorarea vederii observatorului [7].

De asemenea pentru controlul acestei matrice se folosește modulul Bluetooth HC-05 [8] care comunică printr-un soft către microprocesor ceea ce permite modificarea textului programat spre afișare fără a face ceva intervenții pe placă de bază sau de a modifica codul pentru a ilustra un text nou. Pe lângă toate cele stipulate va exista și o fotorezistență ce are ca scop reglarea intensității LED-urilor în dependență de lumina din încăpere. Aceasta e posibil datorită circuitului integrat utilizat pentru controlul matricei ce are 16 nivele de intensitate de lumină.

Figura 1 ce poartă denumirea Imaginea schemei principale de conectare a circuitului electronic a afișorului elaborat cât și subiectul b a figurii 2 imaginea plăcii de bază sunt preluate din mediul de lucru EasyEDA[4], iar imaginea schemei conceptuale a dispozitivului elaborat (Figura 2 a) realizat în mediul de lucru online gratuit Diagrams [9].

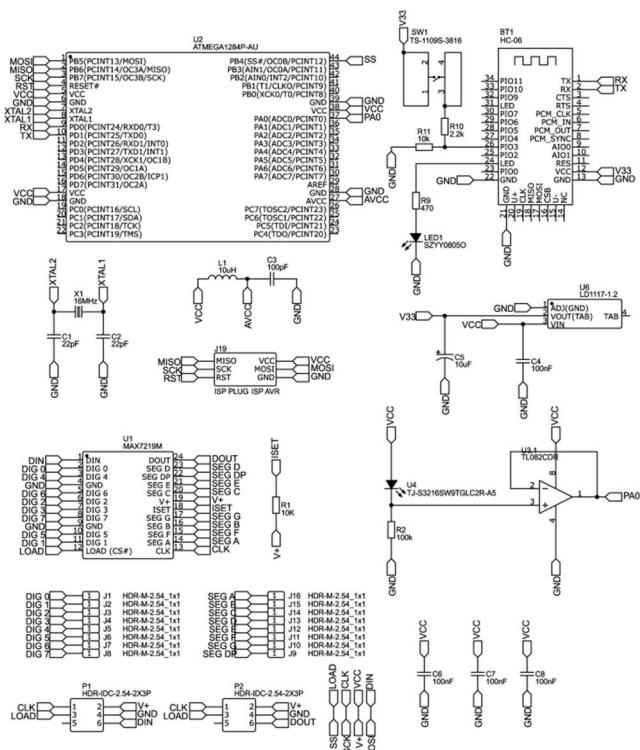


Figura 1. Imaginea schemei principale de conectare a circuitului electronic a afișorului elaborat

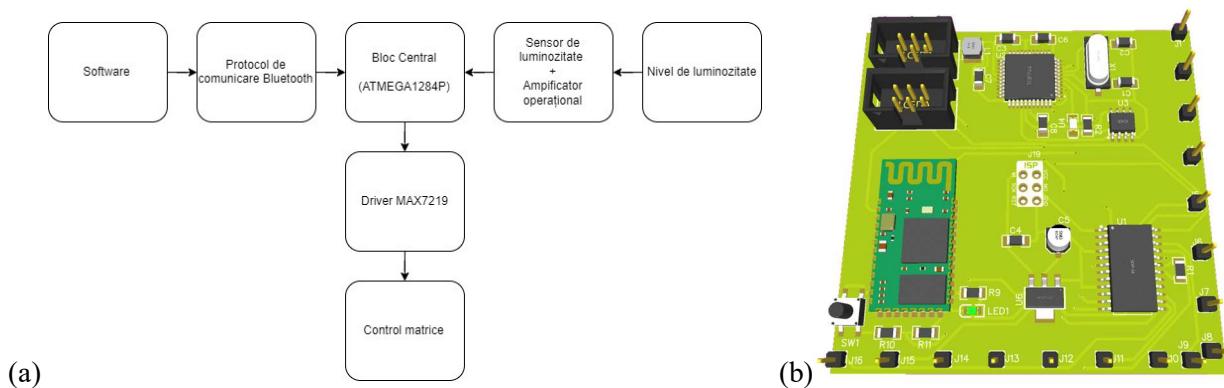


Figura 2. Imaginea schemei conceptuale a dispozitivului elaborat (a) și imaginea plăcii de bază (b)

Partea software

Elaborarea softului pentru controlul acestei matrice a fost realizat în mediul de lucru Visual Studio 2019 Community Edition [10], utilizând limbajul de programare .NET. Softul are posibilitatea de a afișa atât dinamic cât și static textul introdus de utilizator de la tastatură, verificarea corectitudinii informației introduse, vizualizarea rezultatului în soft în diferite regimuri de lucru, fiind trei la număr, unul static și două dinamice modificând viteza de afișare a textului. La fel putem seta poziția atât pe axa X cât și pe axa Y a textului afișat dorit. Comunicarea cu microprocesorul are loc prin intermediul tehnologii de transmitere de date fără fir Bluetooth fiind pe o parte modulul ce dispune stația de lucru pe care este instalat softul pe de altă parte modulul HC-05 [8] instalat pe placă cu cablaj imprimat.

Principiul de funcționare este următorul:

1. Este setat mesajul dorit cu poziția pe axa X și Y pentru fiecare căsuță Modulul #N unde N este numărul modulului.
2. Este setat modul de lucru(unul din cele trei viteză disponibile din cadrul softului).
3. Se realizează conexiunea dintre modulul bluetooth dintre stația de lucru și dispozitiv utilizând fereastra de Comunicare cu dispozitivul.
4. Se alege portul de comunicare și viteza de transmisie a modulului(viteza de transmisie de bază este de 9600).
5. Se deschide portul de comunicare între module.
6. Se trimit datele ce includ în ele textul propriu-zis, poziția textului pe ambele coordonate, tipul de afișare și viteza de afișare.
7. Așteptăm transmiterea datelor.
8. Are loc vizualizarea rezultatului obținut și închiderea portului manual.

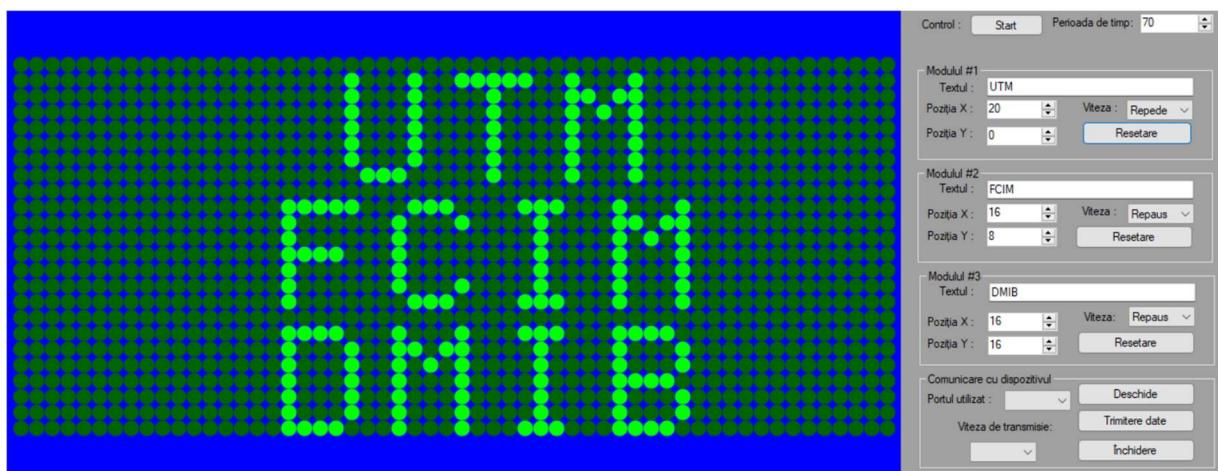


Figura 3. Interfața grafică a softului elaborat pentru controlul afișorului

Avantajele dispozitivului elaborat

Configurația elementelor utilizate ne permit setarea a 16 nivele de luminozitate ce este setată automat în dependență de lumina din încăpere. Aceasta este dirijată de un sensor de luminozitate și un amplificator operațional precum și electronica pasivă necesară pentru funcționarea modului de detectare a nivelului de lumină.

Dispozitivul este asamblat pe module independente și defectarea unui modul nu duce la stoparea funcționării dispozitivului în întregime.

Frecvența înaltă de reînnoire a afișorului nu dăunează vederii în momentul supunerii ochilor la mesajul vizualizat de către observator.

Vizualizarea rezultatului preliminar la nivel de soft, simularea rezultatelor și la necesitate încărcarea lor pe dispozitiv.

Concluzii

În acest articol este descris dispozitivul realizat în cadrul tezei de licență. Afișorul conceput din 21 module identice înzestrat cu tehnologia Bluetooth la bord permite modificarea cu ușurință a textului dorit. Softul realizat este intuitiv și permite vizualizarea rezultatului prealabil pe orice stație de lucru pe care el este instalat. Criteriul de bază ce trebuie respectat pentru a avea accesul deplin la funcționalitatea dispozitivului este de a dispune de tehnologia Bluetooth pe mașina de calcul unde este instalat aplicația respectivă. Combinarea realizată permite oricărui utilizator de a modifica textul dorit fără a interveni la partea hard a dispozitivului, precum și trimiterea datelor fără utilizarea oricărui tip de conectare fizică. Dispozitivul permite o frecvență înaltă de reînnoire a textului afișat fiind mult mai mare decât capacitatea ochiului de a o asimila. Aceasta denotă faptul că resursele componentelor electronice nu vor fi folosite la limită pentru o afișare plăcută vederii și vor funcționa în stare implicită fără a fi supuse unor supraîncărcări. Prin urmare dispozitivul va funcționa un timp foarte îndelungat fără degradare. Partea soft ne permite vizualizarea textului fără a fi încărcat în memoria dispozitivului prin urmare nu e necesar modificarea textului din cadrul dispozitivului pentru a vedea o informație ce va fi plasată pe viitor diminua o serie de acțiuni ce ar fi putut fi necesare în cazul în care nu ar exista această simulare.

Mulțumiri. Chiriac Maxim este recunosător Universității Tehnice a Moldovei, pentru stagiu practic de licență la Centrul de Nanotecnologie și Nanosenzori în anul 2021-2022, în special profesorului universitar, doctor habilitat, Oleg Lupan.

Referințe

1. EENEWS EUROPE, *Today's \$4B LED lighting market to more than triple by 2022, forecasts Yole* [online][accesat: 23.12.2021]. Disponibil: <https://www.eenewseurope.com/news/todays-4b-led-lighting-market-more-triple-2022-forecasts-yole>
2. Davis, J., Hsieh, YH. & Lee, HC. Humans perceive flicker artifacts at 500 Hz. *Sci Rep* 5, 7861 (2015). [online][accesat: 27.12.2021]. Disponibil: <https://doi.org/10.1038/srep07861>
3. Improvement of the visual quality of color LED matrix displays using a new multiplexing driving method and absolute color calibration [online][accesat: 13.02.2022]. Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/323657214_Improvement_of_the_visual_quality_of_color_LED_matrix_displays_using_a_new_multiplexing_driving_method_and_absolute_color_calibration
4. Mediul de lucru gratuit EasyEDA [online][accesat: 12.09.2021] Disponibil: <https://easyeda.com/>
5. ATmega1284P Datasheet[online][accesat: 16.12.2021]. Disponibil: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/doc8059.pdf>
6. MAX7219/MAX7221 Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Drivers Datasheet [online][accesat: 18.12.2021]. Disponibil: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX7219-MAX7221.pdf>
7. Ameritas, 4 reasons why you need the color green [online][accesat: 02.02.2022] Disponibil: <https://www.ameritasinsight.com/wellness/health-and-wellness/color-green-life>
8. HC-05 Bluetooth Module Datasheet [online][accesat: 24.12.2021]. Disponibil: <https://www.gme.cz/data/attachments/dsh.772-148.1.pdf>
9. Mediul de lucru gratuit Diagrams [online][accesat: 13.01.2022]. Disponibil: <https://www.diagrams.net/>
10. Mediul de lucru gratuit Visual Studio 2019 Community Edition [online] [accesat: 15.10.2021]. Disponibil: <https://visualstudio.microsoft.com/vs/community/>

PROPRIETĂȚILE NANODISPOZITIVELOR PE BAZA NANOFIRELOR DE ZnO:Eu

Cristian LUPAN

Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedică, grupa MN-201M, Facultatea Calculatoare Informatică și Microelectronică, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Moldova

Autorul corespondent: Cristian Lupan, cristian.lupan@mib.utm.md

Rezumat. În această lucrare sunt prezentate proprietățile morfologice, structurale și senzoriale ale rețelelor de nanofire de ZnO:Eu și a nanodispozitiveelor pe bază unui singur nanofir din acest material. Au fost depuse din soluții chimice rețele uniforme de nanofire de ZnO:Eu, cu morfologia controlată de parametrii tehnologici. Nanodispozitivul elaborat are o selectivitate înaltă la 100 ppm hidrogen și un răspuns maxim de aproximativ 15 ori la temperatura de operare de 150 °C.

Cuvinte cheie: nanodispozitive, ZnO:Eu, hidrogen, rețele de nanofire.

Introducere

Hidrogenul reprezintă un gaz promițător pentru utilizarea în viitor în sectoarele energetice staționare și de transport, fiind o sursă de energie curată, ecologică, ce nu produce gaze cu efect de seră. Însă, acest gaz este unul inodor, incolor și explozibil în amestecul între 4% și 75% cu aerul [1]. Datorită acestor proprietăți și măririi cotei de utilizare a acestuia pe viitor a apărut necesitatea dezvoltării dispozitivelor senzoriale de dimensiuni mici pentru detectia sigură și rapidă a acestui gaz în transport sau încăperi industriale, la diferite condiții ale mediului.

Oxidul de zinc reprezintă un material des utilizat pentru aplicații senzoriale și alte dispozitive, însă îi lipsește selectivitatea la anumite gaze [2]. Selectivitatea oxidului de zinc este una din proprietățile acestuia, ce poate fi modificată cu ajutorul dopării în procesul tehnologic. Există o multitudine de materiale, ce pot fi utilizate pentru dopare, printre care și elementele pământurilor rare precum Eu, Yb, Tb, etc., ce sunt utilizate datorită proprietăților sale conductive, magnetice, electrochimice și luminiscente, precum și cele senzoriale [2, 3].

În acest articol au fost studiate proprietățile morfologice, structurale și senzoriale a rețelelor de nanofire și a nanodispozitiveelor pe bază de un singur nanofir de ZnO:Eu.

Partea experimentală

Rețelele de nanofire de ZnO:Eu au fost obținute prin metoda electrochimică [4], într-o celulă chimică cu trei electrozi: de lucru, de referință și de numărat. Au fost utilizati ca precursori ZnCl₂ și KCl pentru soluția de oxid de zinc și EuCl₃ pentru dopare. Ulterior prin metoda “in-situ lift-out” [5] a fost selectat câte un nanofir și integrat în dispozitive senzoriale, cu ajutorul FIB-SEM. Cu ajutorul microscopului electronic cu baleaj (SEM) a fost studiată morfologia rețelelor de nanofire. Proprietățile structurale au fost studiate cu ajutorul difracției cu raze X (XRD) la 30 kV. Ulterior au fost studiate proprietățile electrice și senzoriale ale dispozitivului elaborat cu ajutorul unei instalații de tip “home-made”, având la bază unitatea programabilă sursă-măsurător Keithley-2400, vizualizate și salvate în timp real cu o aplicație în LabView.

Rezultate și discuții

Imaginea SEM a rețelelor de nanofire de oxid de zinc dopate cu Europiu sunt reprezentate în figura 1. Nanostructurile sunt distribuite uniform pe suprafața substratului, ceea ce indică depunerea uniformă, având morfologia unor nanofire, cu margini bine determinate și cu diametrul de până la 100 nm, ceea ce reprezintă un avantaj pentru integrarea ulterioară a acestora în dispozitive senzoriale de dimensiuni reduse.

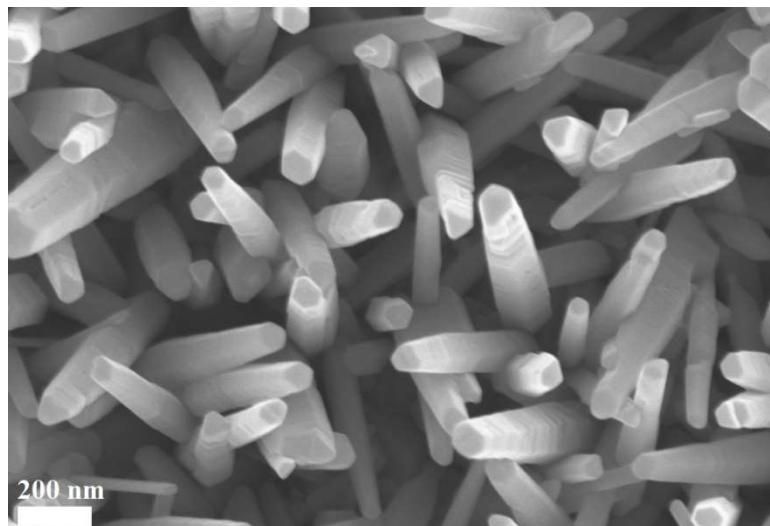


Figura 1. Imaginea SEM a rețelelor de nanofire de ZnO:Eu

În figura 2 este reprezentată difractograma XRD a rețelelor de nanofire de ZnO:Eu, măsurată în intervalul de $20 - 130^\circ$, cu pasul de scanare de 0.05° . Vârfurile de difracție ale oxidului de zinc au fost atribuite unui plan cristalin specific conform valorii 2θ (PDF 036-1451). A fost observat un vârf de difracție a Eu_2O_3 la 42.47° , atribuit fazei cubice a oxidului dat, conform PDF 03-065-3182. De asemenea, au fost observate vârfuri de difracție, ce au fost atribuite substratului de SnO_2 pe care au fost depuse rețelele de nanofire.

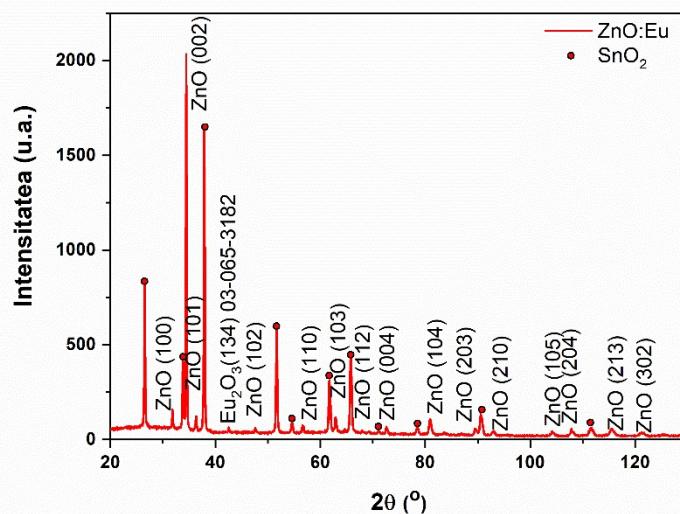


Figura 2. Difractograma XRD a rețelelor de nanofire de ZnO:Eu

Nanodispozitivele elaborate au fost cercetate în calcită de nanosenzori pe baza nanofirelor individuale de oxid de zinc dopat cu Europiu au fost testate la o serie de gaze: acetonă, n-butanol, metal, etanol, hidrogen, amoniac și 2-propanol pentru a cerceta proprietățile senzoriale. Valoarea răspunsului (S) a fost determinată utilizând raportul curenților la expunerea la gaz (I_{gaz}) și la expunerea în aer (I_{aer}):

$$S = \frac{I_{\text{gaz}}}{I_{\text{aer}}} \quad (1)$$

Compararea răspunsului la o serie de gaze și compuși organici volatili față de temperatura de operare este reprezentată în figura 3a, unde se observă un răspuns maxim de aproximativ 15 ori la temperatura de operare de 150°C pentru 100 ppm hidrogen. De asemenea, se observă o selectivitate la 100 ppm hidrogen, la temperaturile de operare în intervalul de la $100 - 150^\circ\text{C}$. Nu a fost observat un răspuns la temperatura camerei a dispozitivului elaborat.

Răspunsul dinamic la 100 ppm de hidrogen la temperatura de operare de 150 °C este reprezentat în figura 3b. Din graficul dat se observă că valoarea maximă a răspunsului este de aproximativ 13 ori, fiind determinată timpul de răspuns de ~12.6 s și timpul de recuperare de ~22 s. Aceste rezultate sunt promițătoare pentru integrarea ulterioară în circuite cu dispozitive senzoriale pentru monitorizarea surgerilor de hidrogen în încăperi sau transport.

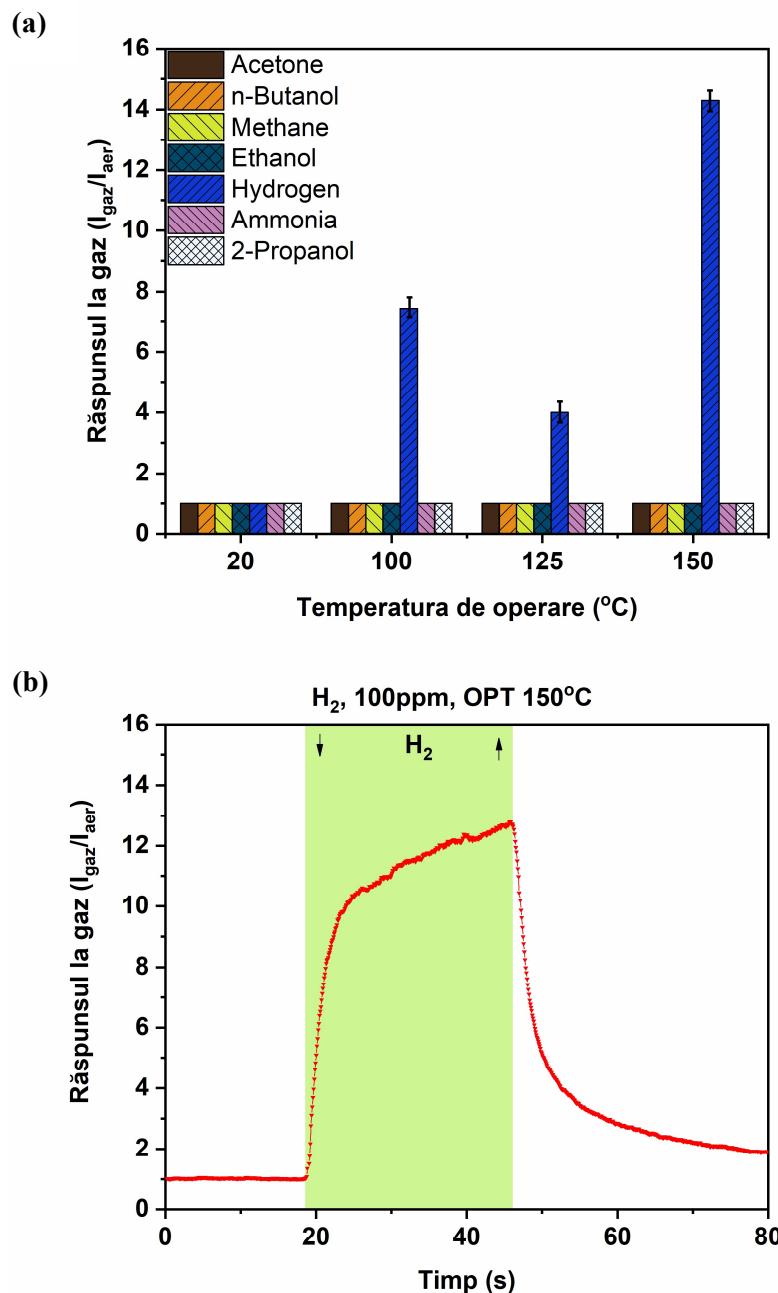
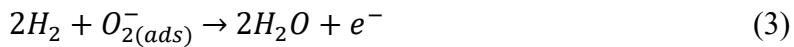
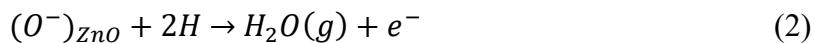


Figura 3. (a) Compararea răspunsului la o serie de gaze la diferite temperaturi de operare a nanosenzorului dintr-un nanofir de ZnO:Eu; (b) Răspunsul dinamic la 100 ppm hidrogen la temperatura de operare de 150 °C

Mecanismul de detecție a nanosenzorului pe baza nanofirului de oxid de zinc dopat cu Europiu, poate fi explicat prin faptul că la aplicarea hidrogenului, care este un gaz reducător, la interacțiunea cu suprafața nanosenzorul dintr-un material de tip n, își va micșora rezistența electrică și mări currentul, precum în rezultatele obținute [6]. Reacțiile ce au loc la suprafață pot fi sumarizate prin următoarele relații [5]:



Datorită obținerii sarcinii negative la suprafața nanofirului de oxid de zinc dopat cu europiu se creează o regiune de sărăcire ce conduce la modificări ale valorii rezistenței electrice la aplicarea gazelor, iar la eliminarea acestuia își revine la valorile initiale.

Concluzii

Au fost obținute rețele de nanofire de oxid de zinc dopat cu Europiu, depuse uniform pe substrat prin metoda electrochimică. A fost detectată vârfuri XRD a oxidului de Europiu, ceea ce indică doparea cu succes a nanomaterialului. A fost obținută selectivitatea la 100 ppm de hidrogen în intervalul de temperaturi de operare 100 – 150 °C, cu o valoarea maximă a răspunsului de aproximativ 15 ori la temperatura de operare de 150 °C, cu timpi de răspuns și de recuperare relativ mici. Aceste rezultatele promițătoare la detecția hidrogenului pot fi utilizate pentru integrarea ulterioară în sisteme de monitorizare a încăperilor industriale și a transportului ce utilizează hidrogen, pentru detecția sigură și rapidă a acestui gaz.

Mulțumiri. Lupan Cristian este recunoscător Universității Tehnice a Moldovei, în special conducătorului profesor universitar, doctor habilitat Trofim Viorel pentru ghidarea pe parcursul tezei de master. De asemenea, echipei de la Centrul Nanotehnologii și Nanosenzori a UTM pentru ghidarea pe parcursul măsurărilor. Lupan Cristian gratefully acknowledges Kiel University, Functional Nanomaterials, Germany and PSL Université, Chimie-ParisTech IRCP, CNRS, Paris, France for internship positions in 2018-2019, especially Professor Adelung team and Professor Pauporte, and TUM for constant support.

Referințe

1. CARCASSI, M. N. și F. FINESCHI. Deflagrations of H₂-air and CH₄-air lean mixtures in a vented multi-compartment environment. *Energy* [online]. 2005, **30**(8 SPEC. ISS.), 1439-1451. ISSN 03605442. Valabil la: doi:10.1016/j.energy.2004.02.012
2. HASTIR, Anita; Nipin KOHLI și Ravi Chand SINGH. Comparative study on gas sensing properties of rare earth (Tb, Dy and Er) doped ZnO sensor. *Journal of Physical and Chemistry of Solids* [online]. 2017, **105**(January), 23-34. ISSN 0022-3697. Valabil la: doi:10.1016/j.jpcs.2017.02.004
3. LUPAN, Cristian; Rasoul KHALEDIALIDUSTI; Abhishek Kumar MISHRA; Vasile POSTICA; Maik Ivo TERASA; Nicolae MAGARIU; Thierry PAUPORTÉ; Bruno VIANA; Jonas DREWES; Alexander VAHL; Franz FAUPEL și Rainer ADELUNG. Pd-Functionalized ZnO:Eu Columnar Films for Room-Temperature Hydrogen Gas Sensing: A Combined Experimental and Computational Approach. *ACS Applied Materials and Interfaces* [online]. 2020, **12**(22), 24951-24964. ISSN 19448252. Valabil la: doi:10.1021/acsami.0c02103
4. LUPAN, O.; T. PAUPORTÉ; B. VIANA; P. ASCHEHOUG; M. AHMADI; B. Roldan CUENYA; Y. RUDZEVICH; Y. LIN și L. CHOW. Eu-doped ZnO nanowire arrays grown by electrodeposition. *Applied Surface Science* [online]. 2013, **282**, 782-788. ISSN 01694332. Valabil la: doi:10.1016/j.apsusc.2013.06.053
5. LUPAN, Oleg; Guangyu CHAI și Lee CHOW. Novel hydrogen gas sensor based on single ZnO nanorod. *Microelectronic Engineering* [online]. 2008, **85**(11), 2220-2225. ISSN 01679317. Valabil la: doi:10.1016/j.mee.2008.06.021
6. KOHLMANN, Niklas; Luka HANSEN; Cristian LUPAN; Ulrich SCHU; Armin REIMERS; Fabian SCHU; Rainer ADELUNG; Holger KERSTEN și Lorenz KIENLE. Fabrication of ZnO Nanobrushes by H₂ – C₂ H₂ Plasma Etching for H₂ Sensing Applications [online]. 2021. Valabil la: doi:10.1021/acsami.1c18679

ABSORBȚIA ȘI LUMINISCENȚA FUNDAMENTALĂ A MONOCRISTALELOR STRATIFICATE DE SULFURĂ DE GALIU

Ecaterina CRISTEA^{1,2*}

¹*Laboratorul de spectroscopie optică și comunicații optice, Centrul Național de Studiu și Testare a Materialelor, doctorandă an. 2, Universitatea Tehnică a Moldovei, Bd. Stefan cel Mare 168, Chișinău, Republica Moldova*

²*Departamentul Telecomunicații și Sisteme Electronice, lect. univ., Facultatea Electronică și Telecomunicații, Universitatea Tehnică a Moldovei, Bd. Stefan cel Mare 168, Chișinău, Republica Moldova*

*Autorul corespondent: Ecaterina CRISTEA, e-mail ecaterina.cristea@srco.utm.md

Abstract. Dependența de polarizare a absorbției și spectrele de luminiscență sunt studiate la temperaturi diferite în regiunea începerii absorbției fundamentale. Se determină că tranzițiile indirecte minime au loc de la minimul benzii de conducție C_1 (punctul M) la banda de valență în centrul zonei Brillouin (punctul Γ). Distanța dintre aceste puncte la 10 K este de 2.4484 eV. Există și tranzițiile indirecte de la a două zonă C_2 (punctul M) la centrul zonei Brillouin, se determină că distanța dintre aceste extreme este de 2.4912 eV la 10 K. Despicarea zonelor C_1-C_2 în punctul M a zonei Brillouin este de 43 meV. În spectrele de luminiscență au fost găsite benzi asociate cu autoabsorbția energiei emise de fononii implicați în tranzițiile indirecte.

Keywords: Monocristalele stratificate, spectroscopia optică, fononi, spectre de absorbție și luminescență.

Introducere

Interesul crescut pentru cristalele stratificate de sulfură de galiu (GaS) se datorează faptului că acestea au proprietăți luminiscente ridicate și fotosensibilitate ridicată la radiație ultravioletă, vizibilă, infraroșie și raze X [1]. Aceste cristale sunt materiale promițătoare pentru crearea de dispozitive optoelectronice [2], precum și detectoare de particule elementare [3] și radiații electomagnetice dure [4]. Semiconductorii stratificați în structura lor cristalină sunt intermediari între cristalele ionice și cele moleculare, datorită legăturilor chimice. În cristalele stratificate, interacțiunea dintre atomi dintr-un strat este destul de puternică și este de natură ionică sau covalentă, în timp ce interacțiunea dintre straturi este de tip Van der Waals [5].

Tehnologia modernă a semiconductorilor se bazează pe crearea structurilor optoelectronice puternic dopate și oferă o schimbare eficientă a proprietăților unui semiconductor la adâncimi controlate [6]. Multe efecte aplicate necesită o cunoaștere completă și mai precisă a parametrilor cristalului de bază. În ciuda progresului semnificativ în dezvoltarea aplicată a dispozitivelor optoelectronice bazate pe semiconductor stratificați de tip III-VI [7], parametrii acestor cristale nu au fost pe deplin determinați. Cristalele de GaS reprezintă un material promițător ca element de lucru al LED-urilor care emit lumină în intervalul de la albastru la verde [5].

În această lucrare, se prezintă rezultatele experimentale măsurate la temperaturi scăzute ale studierii spectrelor de absorbție și luminiscenței în regiunea în care începe absorbția de margine. Se determină valorile tranzițiilor indirecte la minimul decalajului dintre benzi și despicarea acestor benzi. A fost descoperită autoabsorbția energiei radiate de către fononii care participă la tranzițiile indirecte.

Tehnica experimentală

Monocristalele de GaS au fost crescute prin metoda Bridgman. Cristalele au avut dimensiuni de $1.2 \times 5 \text{ cm}^2$ și grosime de până la 5 mm. Suprafața cristalului a fost netedă ca oglindă în direcția perpendiculară pe axa c a cristalului. Cristalele au fost cu ușurință despicate în plăci cu suprafete plan-paralele de diferite grosimi (250 nm – 5 mm). Plăcile subțiri cu o grosime de aproximativ 250 nm au putut fi obținute folosind banda adezivă. Calitatea cristalelor și corespondența lor cu un anumit grup spațial a fost verificată prin metode Raman și cu raze X.

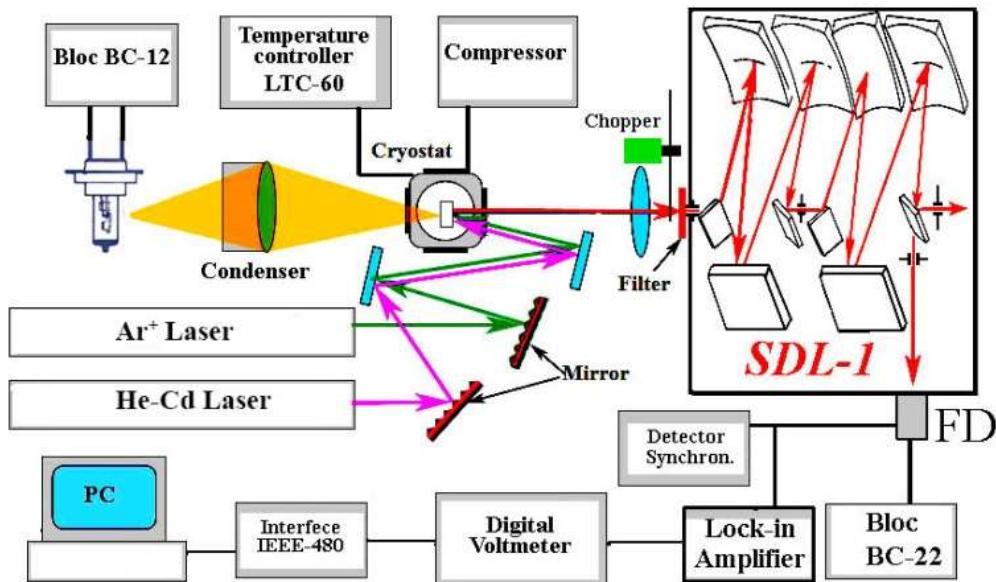


Figura 1. Instalația experimentală pentru măsurarea spectrelor de luminiscență la temperaturi joase pe baza spectrometru dublu SDL-1

Spectrele de absorbție la temperatură scăzută ale cristalelor plasate într-un sistem criogenic optic LTS-22 C 330 cu heliu încis au fost măsurate cu un spectrometru MDR-2 cu un raport de deschidere de 1:2 și o dispersie liniară de 7 \AA/mm . Majoritatea măsurătorilor au fost efectuate cu fantele de intrare și de ieșire ale spectrometrului care nu depășesc $70 \mu\text{m}$, adică cu o rezoluție de $\sim 0.5 \text{ meV}$. Spectrele de luminiscență au fost măsurate pe un spectrometru cu deschidere dublă SDL-1 cu un raport de deschidere de 1:2 și o dispersie liniară de 7 \AA/mm . Reprezentarea schematică a configurației pentru măsurarea spectrelor de luminescență este prezentată în Fig. 1.

Rezultatele experimentale și discuții

În Figura 2 se prezintă spectrul de absorbție a unui cristal de GaS măsurat la temperatura de 10 K . Spectrul arată clar caracteristicile ph_1 (2.5591 eV), ph_2 (2.5740 eV), ph_3 (2.5910 eV) și ph_4 (2.6100 eV), care sunt datorate participării fotonilor la tranzițiile indirekte.

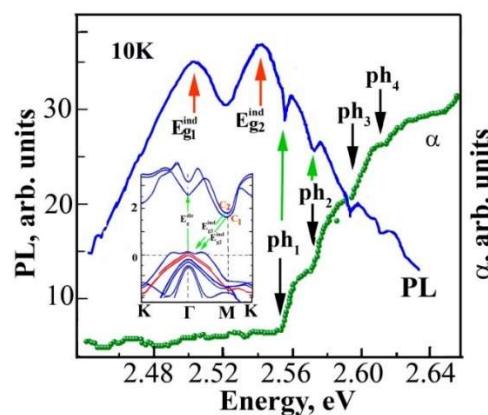


Figura 2. Spectrele de luminescență (PL) în comparație cu spectrul de absorbție (α) al monocristalelor de GaS cu o grosime de 250 nm . Insertul arată structura benzii a GaS

Comparând energiile treptelor cu energiile fotonilor obținute din spectrele de împărtiere Raman [8], se stabilește tipul și simetria fotonilor care iau parte la aceste tranziții. Caracteristica ph_1 se datorează participării fotonilor de simetrie $E_{1g}^1 + A_{1g}^2$, pasul ph_2 se datorează participării fotonilor $A_{1g}^1 + A_{1g}^2$, iar pasul ph_3 se datorează fotonilor $A_{1g}^2 + E_{2g}^2$. Figura 2 compară spectrele de luminiscență și absorbție măsurate la același interval spectral și rezoluție.

În spectrele de luminiscență la temperatura de 10 K prezentate în Fig. 2 este dominat de două maxime E_{g1}^{ind} la 2.5084 eV și E_{g2}^{ind} la 2.5479 eV datorită tranzițiilor indirekte. Insertul din Figura 2 arată structura benzii și indicate aceste tranzitii indirekte. În spectrele de luminiscență, scăderea intensității este vizibilă clar la energiile singularităților spectrelor de absorbtie ph_1-ph_4 . Aceste caracteristici sunt legate de faptul că energia radiată este absorbită de fononii implicați în tranzitii indirekte. Scăderea intensității ph_1 în PL este separată de energia tranzitii indirekte E_{g1}^{ind} (2.5084 eV) la o distanță de 50.7 meV, care este egală cu suma energiilor fononilor $E_{1g}^1+A_{1g}^2$. Scăderea ph_2 în spectrele PL este separată de energia E_{g1}^{ind} la o distanță de energie de 65.6 meV, care este egală cu suma energiei $A_{1g}^1+A_{1g}^2$. După cum a fost menționat mai sus, scăderea ph_3 se datorează fononilor $A_{1g}^2+E_{2g}^2$.

Concluzii

Tranzitii indirekte minimele de la minimul benzii de conducere C_1 în punctul \mathbf{M} la centrul zonei Brillouin în punctul Γ sunt de 2.4484 eV la o temperatură de 10 K. Tranzitii indirekte de la a doua zonă C_2 în punctul \mathbf{M} la centrul zonei Brillouin este de 2.4912 eV (10 K). Despicarea zonelor C_1-C_2 în punctul \mathbf{M} al zonei Brillouin este de 43 meV. Pe contururile spectrelor de luminescență se observă benzi asociate cu autoabsorbția energiei emise de către fononii care participă la tranzitii indirekte. Tranzitii indirekte implică fononi de simetrie $E_{1g}^1+A_{1g}^2$, $A_{1g}^1+A_{1g}^2$ și $A_{1g}^2+E_{2g}^2$.

Mulțumiri

Autorul aduce mulțumiri coordonatorului tezei de doctorat dr., conf. cerc. Victor ZALAMAI. Această lucrare a fost elaborată în cadrul proiectului bilateral „*Nano- și hetero-structuri în baza oxidului de zinc și a compușilor semiconductori A³B⁵ pentru optoelectronica, fotonica și biosenzorica*” cu cifrul 22.80013.5007.4BL.

Referențe

1. MADATOV, R.S., TAGIYEV, T.B., NAJAFOV, A.I., GABULOV, I.F. SHEKILI, Sh.P. In: *Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics*, 2006, 9(2), pp. 8-13.
2. OHYAMA, M., HIROSHI, I., Takeuchi, M. In: *Japanese Journal of Applied Physics* 2005, 44(7A), pp. 4780–4783.
3. FINKMAN, E., RIZZO, A. In: *Solid State Communications* 1974, 5(11-12), pp. 1841–1845.
4. KIPPERMAN, A.H.M., VAN der LEEDEN, G.A. In: *Solid State Communications*, 1968, 6(9), pp. 657–662.
5. HOA. C.H., LIN, S.L. In: *Journal of Applied Physics*, 2006, 100(8), pp. 83508-83515.
6. An, WEI, WU, Feng, Jiang, HONG, Tian, GUANG-SHAN, Li, XIN-ZHENG In: *Journal of Chemical Physics*, 2014, 141. pp. 084701(7).
7. AONO, T., KASE, K., KINOSHITA, A. In: *Journal of Applied Physics*, 1993, 74, pp. 2818-2833.
8. GARIBOV, A.A., MADATOV, R.S., KOMAROV, F.F., PILKO, V.V., MUSTAFAYEV, Y.M., AHMADOV, F.A., JANGIROV M.M. Ion scattering and raman scattering spectrometry in GaS monocrystals exposed to irradiation by hydrogen with 140 keV. In: *Semiconductors* 2015, 49, pp. 586–589.

ELABORAREA UNUI BRAȚ ROBOTIC CONTRALAT PRIN POTENȚIALE ELECTRICE COLECTATE PRIN EEC

Mihai BRÎNZĂ*, Cristian LUNGU

Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedică, Facultatea Calculatoare Informatică și Microelectronică,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Mihai Brînză, mihai.brinza@mib.utm.md

Rezumat. Această lucrare prezintă o integrare a unui sistem de manipulare prin modul bluetooth declanșat de EEG (electroencefalografic) și a unui sistem motor cu un corp realizat din PLA (poliacid lactic) având mișcări realizate prin intermediul a câtorva servomotoare. Corpul PLA a fost asamblat pentru a forma un braț robot, unde fiecare articulație a fost controlată de un servomotor. Folosind un modul Bluetooth pentru transmiterea datelor, prin colectarea EEG, rezultatul ne-a arătat că mișcările simple și planificate sunt obținute printr-un singur impuls. Rezultatele obținute și alte numeroase experimente arată potențialul excelent de combatere a problemei dizabilităților motorii și integrarea acestei tehnologii atât în medicină, în industrie, dar și în domeniul didactic.

Cuvinte cheie: braț robotic, EEC, bluetooth, model, motorică, bucle.

Introducere

Vindecarea dizabilităților motorii la diferiți pacienți depinde de nivelul traumei după accident sau de orice alt motiv al dizabilității motorii. Există deja diferite cercetări pe această temă referitoare. Controlul direct al creierului al sistemelor robotice avansate promite îmbunătățiri substanțiale în îngrijirea sănătății, de exemplu, pentru a restabili controlul intuitiv al mișcărilor mâinilor necesare pentru activitățile din viața de zi cu zi [1]. Deși sunt cercetări unde s-a dezvoltat un algoritm de antrenament recursiv pentru a genera modele de recunoaștere din semnale EEG [2], în proiectul dat s-a decis utilizarea unor filtre prestabile în modulul de citire a EEG. Brain Computer Interface (BCI) ar putea fi folosită ca un instrument eficient pentru implicarea activă a pacienților în reabilitarea motorie, permitându-le să inițieze mișcarea trimițând comanda către BCI direct prin creierul lor [3]. În acest scop în proiectul dat lucrează interfață prestabilită pentru citire a datelor. Nu se propune o soluție definitivă, sau altfel spus „un sistem de reabilitare neuro-motorie a membrelor superioare la supraviețuirea unui accident vascular cerebral” [4], dar un machete pentru cercetările ulterioare. Alături de acest studiu trebuie să se stabilească încă de la început că aceste elaborări sunt un pas important pentru implementarea în educație a structurilor bionice specifice în cadrul disciplinelor ingeriei biomedicale, deci este doar începutul unui studiu îndelungat, cu atât mai mult că „astfel de sisteme robotizate integrate, controlate de creier sau de neuroni, încă nu au intrat în utilizare clinică mai largă sau în medii de viață de zi cu zi” [2].

Pentru acest proiect a fost pregătită o tehnologie mai accesibilă cunoscută sub numele de „Neurosky’s Mindwave Mobile 2”. Aceasta implică deja o serie de senzori specializați și o interfață Brain-Computer [5].

Desigur, această problemă a fost cercetată mai în detaliu și s-a observat o tendință atât în lumea științei, cât și pe piața mondială, dar bineînțeles cu mici neajunsuri. Problema de fiecare dată se arată a fi selectivitatea pacientului, sau cu alte cuvinte, lipsa unui standard funcțional universal de tehnologie pentru tratarea persoanelor cu dizabilități motorii. Brațele robotizate sunt de obicei folosite în industrie, dar se regăsesc și în sectorul medical fiind folosite pentru diverse operații de înaltă precizie. Astfel, rezultatul obținut face ca un proaspăt-inginer să evolueze această tehnologie pentru a fi mai precisă și mai sigură.

Scopul propus a fost de a folosi fragmente din mai multe tehnologii deja dezvoltate, și de a obține un sistem mult mai accesibil, cu mișcări mult mai simple, dar oferind liber arbitru utilizatorului.

Importanța acestei lucrări constă în accesibilitatea resurselor și atribuirea lor în locurile potrivite. Rezultatele obținute au îndeplinit scopul propus și au permis extinderea gradului de utilizare în mai multe domenii. Astfel, în încercarea de a obține o soluție pentru dizabilitățile motorii, am determinat calea de dezvoltare pentru operarea de la distanță pentru diverse procese, atât medicale, cât și industriale.

Materiale și metode

Conceptul lucării date a fost conectarea unui braț robotizat la creierul uman cu transmiterea datelor fără fir(wireless) prin intermediul unui modul de transmitere a datelor(bluetooth). Mișcările brațului se efectuează prin intermediul motoarelor servo cu buclă închisă.

În acest tip de sistem, un microcontroler sau alt dispozitiv este conectat la intrarea de comandă a servomotoarelor. Un semnal PWM (Pulse Width Modulation) este trimis peste această conexiune, lățimea impulsului determină poziția dorită a motorului. Acest semnal este trimis controlerului intern al servomotoarelor. Controlerul acționează motorul, care este un motor DC cu o mulțime de angrenaje pe arborele său de ieșire. Majoritatea servomotoarelor limitează cantitatea de rotație pe arborele de ieșire, de obicei la 180 sau 270 de grade de rotație. Arborele de ieșire este, de asemenea, cuplat la un potențiometru, care măsoară poziția arborelui. Ieșirea potențiometrului este trimisă înapoi către controlerul intern, pentru a-i anunța poziția motorului. Controlerul folosește aceste informații pentru a muta arborele în poziția corectă.

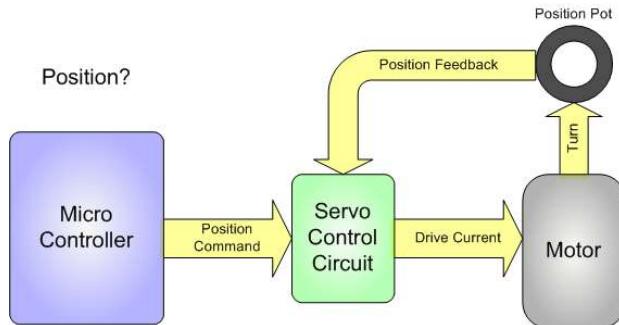


Figura 1. Schema bloc al servo(bucla inchisa) [6]

Oferind informații despre poziție, obținem o serie de avantaje față de sistemul „cu buclă închisă” utilizat într-un servomotor obișnuit: Ieșirea destinată citirii răspunsului (feedback) vă oferă o citire dinamică, „în timp real” a poziției arborelui motorului. Aceasta permite să utilizați convertorul analog-digital (ADC) din microcontroler pentru a regla fin poziția motorului. Aceasta fiind adesea de o precizie mai mare decât cea din controlerul intern al servomotoarelor. În multe modele, este obișnuit de introducere o întârziere după acționarea servomotorului, pentru a permite motorului să se așeze în poziție. Cu un servomotor ce are canal de răspuns (servomotor with feedback) analogic, puteți citi poziția motorului și puteți determina exact când a ajuns la destinație. Se poate utiliza și servomotorul ca dispozitiv de intrare, deoarece ieșirea semnalului de feedback va varia odată cu rotirea arborelui motorului. Desigur, încă nu este perfect, semnalul de răspuns (feedback) provine de la același potențiometru de poziționare și este încă afectat de toleranța poturilor. În esență, un servomotor de feedback analogic aduce controlerul extern în bucla de feedback.

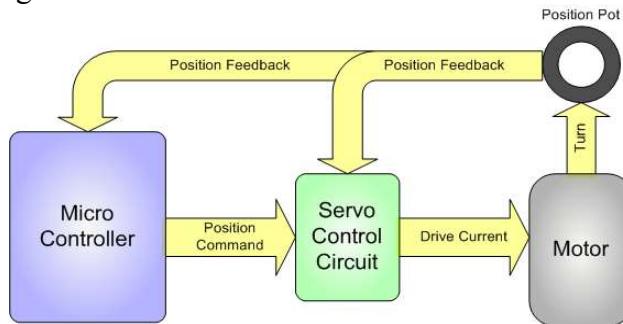


Figura 2. Schema bloc al servo(bucla deschisa) [6]

Pentru a obține acest feedback este nevoie de dezasamblat capacul de la servo motor, de extras placa principală. Vizual se caută traseul care se duce la potențiometru. Pentru a confirma că s-a găsit pinul necesar se utilizează un multimetru. S-a scris un cod care va schimba la limitele maxime și minime al unghiului servo motorului și se va verifica ce cădere de tensiune se obține. Pentru lucrarea dată s-a obținut 0,40V și 1,87V la fiecare extremitate. Urmează lipirea cablului la pinul determinat. Acest proces se efectuează pentru toate servo motoarele utilizate în mișările brațului robotic.

Tehnologia Bluetooth este utilizată pentru a transfera date între două dispozitive care se află foarte aproape unul de celălalt, fără a fi necesară o linie de vedere. Tehnologia Bluetooth oferă o imunitate bună la interferențele în bandă largă, permitând mai multor dispozitive din aceeași locație să comunice între ele în același timp, fără a interfera reciproc. Această tehnologie este utilizată pe scară largă în telefoane, tablete, laptopuri. Una dintre cele mai bune soluții pentru organizarea comunicării Bluetooth bidirectionale este modulul Bluetooth HC-05, care poate funcționa ca master (căutați dispozitive Bluetooth și inițiați o conexiune) și slave (dispozitiv sclav) [7].

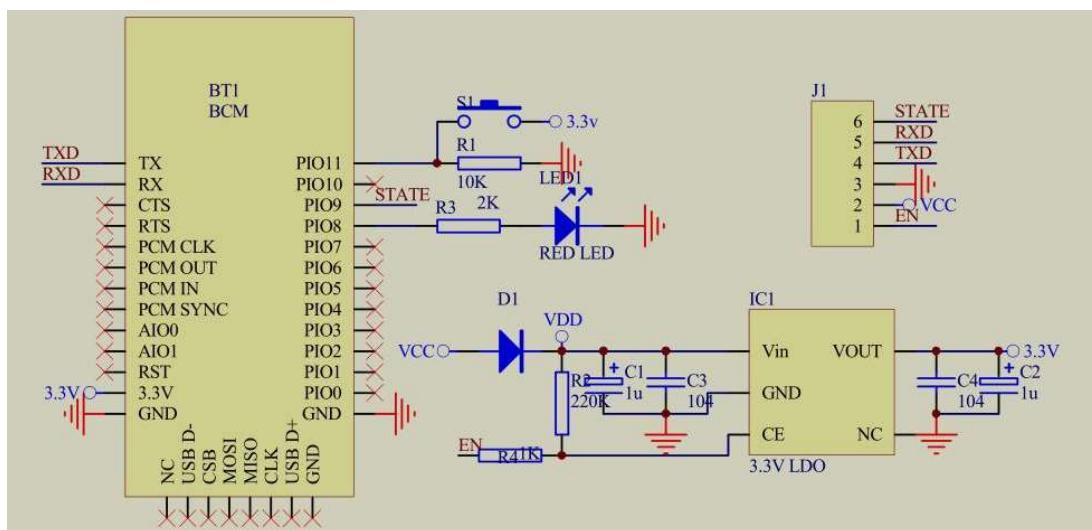


Figura 3. Schema electrică a modului Bluetooth HC-05 [7]

MindWave Mobile de NeuroSky este un sistem Brain Computer Interface (BCI) într-o carcăsă mică pe cap care captează undele EGG și clipirea ochiului unui utilizator [5]. Acest dispozitiv este util pentru dezvoltatori deoarece poate programa algoritmi puternici cu o interfață conectată la mobil dispozitive ușor și fiind capabil să-l folosească în aplicații de cercetare. Biosenzorul EEG al NeuroSky digitalizează și amplifică semnalele cerebrale analogice brute pentru a furniza succint datele culese.

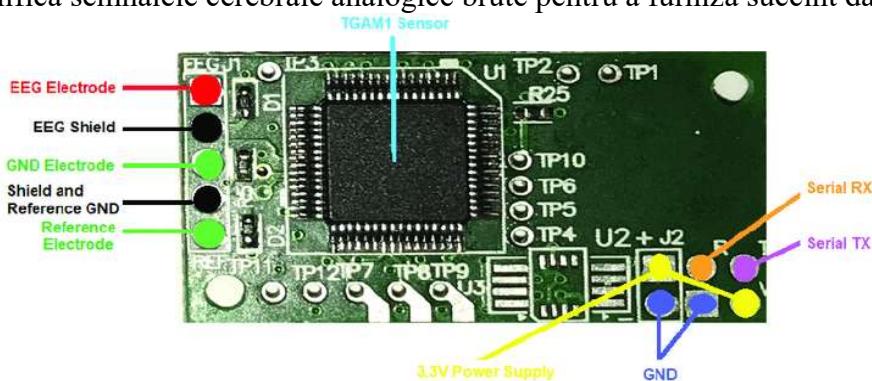


Figura 4. Biosenzor EEG TGAM1 cu modul de comunicare [8]

Frecvența filtrului notch TGAM1 poate fi configurată cu padurile de configurare. Se folosesc pentru a selecta 50 Hz sau 60 Hz pentru a reduce zgomotul alternativ specific unei piețe vizate. Așa cum este indicat în Figura 4, placa superioară este GND, iar placa inferioară este VCC. Se interconectează padurile pentru a selecta 60 Hz, și la padul GND pentru a selecta frecvența de filtrare a notchului de 50 Hz. Cea mai obișnuită opțiune pentru aceste tampoane de configurare este un simplu electrod.

Biosemnalele achiziționate de TGAM1 sunt reprezentate în datele RAW. Gama de date brute variază de la -32.768 la 32.767, semnat cu precizie de 16 biți. Primul electrod polar frontal eșantionează în discretizarea tensiunii în timp real. Această relație de date RAW-Volți este definită de ecuația (1). Figura 5 prezintă reprezentarea datele RAW în μ V [8].

$$\text{Volts} = \text{RAWdata} \times \frac{1.8}{4096} [\mu\text{V}] \quad (1)$$

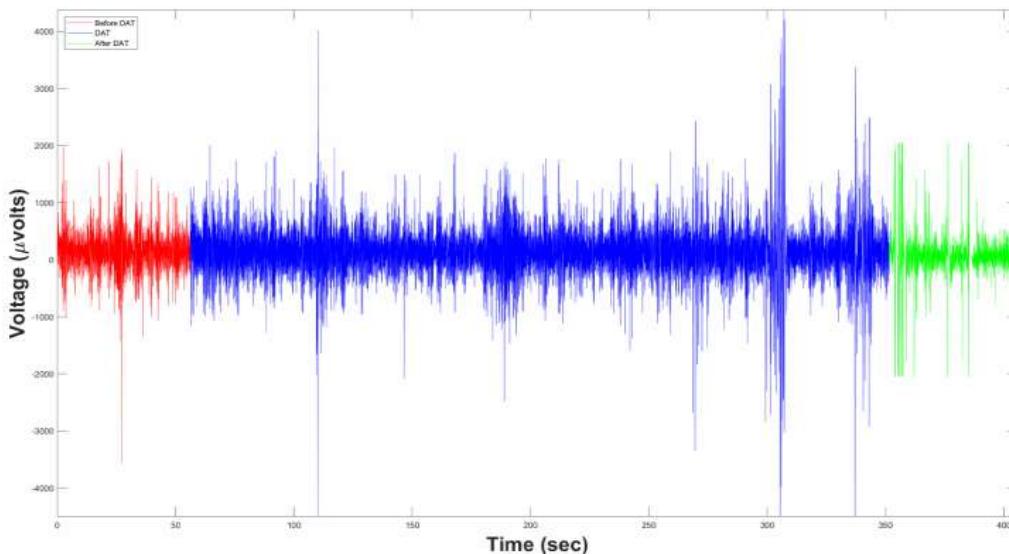


Figura 5. Reprezentare datelor in μ V [8]

Doi dintre cei trei parametri principali detectați de Mindwave Mobile sunt realizati de eSense Metru - atenție și meditație. Atenția se referă la nivelul de concentrare al utilizatorilor, în timp ce meditația se referă la nivelul de relaxare. Nivelul de atenție crește atunci când o persoană se concentrează pe un singur gând, cum ar fi rezolvarea unei probleme de matematică și scade atunci când el este distras.

Nivelurile de meditație, pe de altă parte, cresc atunci când o persoană își relaxează mintea și scade când devine stresat. În ceea ce privește algoritmul, Neurosky folosește pentru a traduce datele brute ale undelor cerebrale într-un domeniu de valori. Nu există documentația în acces liber care descrie specificul modului în care Neurosky face acest lucru. Aceasta poate fi din motive de confidențialitate și drepturi de autor intelectuale.

Pașii finali ai proiectului care constau în configurarea simultană și funcționarea echilibrată dintre impuls EEC și servo motor constă în cîteva etape. Codul brațului incepe cu declararea librăriilor Wire, pentru a putea comunica prin interfața I2C cu driverul pentru servo motoare, urmeaza însuși libraria pentru driver realizata de adafruit. Urmeaza definirea lungimii fiecarui segment. Se face inițializarea a celor 6 servo motoare utilizate. A fost programat ca prin tastele "p" și "o" se execute mișcările programate. Pe tastele "0" și "1" are loc activarea și dezactivarea servo motoarele de la alimentare de pe placa driver pentru servo motoare.

Casca Mindwave Mobile 2 a fost conectata prin bluetooth la aplicație de la Android unde foarte bine se observa în figura (a) un șir de clipiri obișnuite și (b) o clipire forțată.

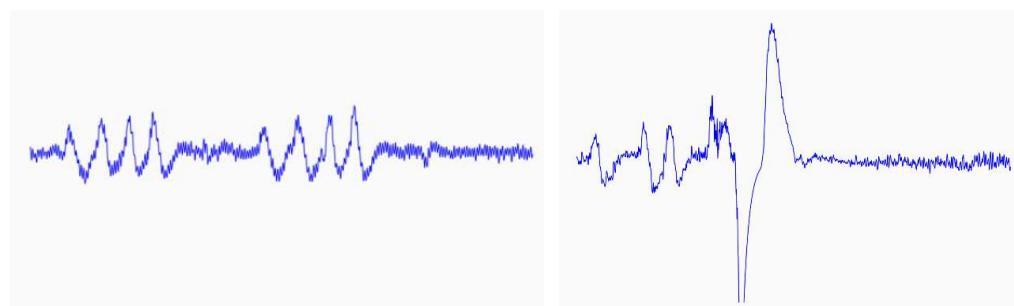


Figura 6. Reprezentarea grafică a clipirii obișnuite (a) și a unei clipiri forțată (b)

În baza rezultatelor date, se obține utilizarea brațului robotic, acesta executând mișcări preprogramate în dependență de nivelul de tensiune colectat, produs de undele electrice ale creierului.

Scopul și utilizarea

Deși acest dispozitiv nu poate fi considerat la nivelul unui medical, scopul acestuia de fapt este încercarea, testarea și implementarea cîtorva module deja dezvoltate pentru crearea unui model funcționabil adresat persoanelor angajate în însușirea disciplinelor ingineriei biomedicale. Acesta are drept scop motivarea viitorilor ingineri biomedicali de a se adînci în ramurile biomedicale ale bionicii pentru a dezvolta tehnologii de remediere și de tratare a diferitor boli sau traume care rezultă în pierderea unor proprietăți locomotorii.

Machetul dat trebuie perfectat în orice mod posibil pentru a fi dezvoltat la o treaptă mai avansată ce va rezulta în utilizarea controlabilă doar prin EEC.

Concluzii

În acest articol este descris dispozitivul realizat în cadrul tezei de licență. Machetul brațului robotic, codul de conectare între acesta și restul componentelor(modul Bluetooth și cască de colectare a EEC) a prezentat un rezultat reușit la începutul unei căi lungi de dezvoltare a bionicii. Rezultatul obținut a fost satisfăcător și a lăsat mai multe căi de dezvoltare care vor urma prin schimbarea brațului robotic și dezvoltarea acestuia la mișcări mult mai precise. Rezultatele obținute de la casca de colectare a EEC, deși prezintă utilizarea unei singure derivații, a prezentat potențial de utilizare și de individualizare a mișcărilor în dependență de diferite derivații precise.

Mulțumiri. Mihai Brînză și Cristian Lungu acordă sincere mulțumiri Universității Tehnice a Moldovei pentru asigurarea materialelor de învățământ necesare în dezvoltarea ca ingineri. De asemenea mulțumiri speciale clubului ingineresc MicroLab și fondatorului acestuia Andrei Bragarenco pentru acordarea resurselor tehnice în dezvoltarea acestui proiect. Mulțumiri deosebite conducătorului tezei de licență, Iavorschi Anatolie și șefului departamentului Inginerie Biomedicală și Microelectronică, Oleg Lupan pentru îndrumarea și sfaturile acordate pe parcurs.

Referințe

1. S. R. SOEKADAR M. WITKOWSKIC. GÓMEZE. OPISSOJ. MEDINAM. CORTESEM. CEMPINIM. C. CARROZZAL. G. COHENN. BIRBAUMERAND N. VITIELLO; „*Exoscheletul hibrid al creierului/mânii neurale bazat pe EEG/EOG restabilește activitățile zilnice complet independente după tetraplegie*” [2016][accesat 10.01.2022];
<https://www.science.org/doi/abs/10.1126/scirobotics.aag3296>
2. K. TANAKA; K. MATSUNAGA; H.O. WANG; „*Controlul pe bază de electroencefalogramă al unui scaun rulant electric*” [2005][accesat 12.02.2022];
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1492493/references#references>
3. MAITREYEE WAIRAGKAR; IOANNIS ZOULIAS; VICTORIA OGUNTOSIN; YOSHIKATSU HAYASHI; SLAWOMIR NASUTO; „*Interfața computerului creierului bazată pe intenția de mișcare pentru reabilitarea în realitate virtuală și robotică moale folosind o nouă analiză de autocorelare a EEG*” [2016][accesat 20.02.2022];
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7523705>
4. MARTIN STEINISCH; MARIA GABRIELLA TANA; SILVIA COMANI; *A Post-Stroke Rehabilitation System Integrating Robotics, VR and High-Resolution EEG Imaging*” [sept. 2013], [accesat. 15.01.2022]; <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6542751/authors#authors>
5. TGAM1 Spec Sheet[online article] [accesat 12.05.2021]
<https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/tgam1.pdf>
6. Servo feedback hack [online article] [accesat 05.04.2021]
<https://www.instructables.com/Servo-Feedback-Hack-free/>
7. Bluetooth module HC-05[online article] [accesat 11.02.2022]
<https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/arduino-and-hc-05-bluetooth-module-tutorial/>
8. Brain-Computer Interfaces in Medicine 2012 Mar [online article]
[accesat 14.05.2022] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3497935>

CERCETAREA NANOSTRUCTURILOR OXIZILOR MICȘTI DE Zn-Cu PENTRU SENZORI

Dinu LITRA^{1*}, Cristian LUPAN²

¹*Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedicală, grupa MN-211M,
Facultatea Calculatoare Informatică și Microelectronică, Centrul de Nanotehnologii și Nanosenzori,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova*

²*Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedicală, Facultatea Calculatoare Informatică și Microelectronică,
Centrul de Nanotehnologii și Nanosenzori, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova*

*Autorul corespondent: Litra Dinu, dinu.litra@mib.utm.md

Rezumat. În această lucrare sunt analizate datele obținute experimental în urma cercetărilor asupra nanostructurilor de oxizi micști, și anume ale metalelor Zn-Cu. Au fost cercetate proprietățile senzoriale unde s-a observat răspuns la gazul H₂ și la vaporii de NH₃ cu o concentrație de 100 ppm. Cea mai mare valoare de răspuns fiind obținută la temperaturi de operare mai mari de 150°C și 175°C. A fost efectuată difracția XRD cu scopul cercetării structurii cristaline obținute.

Cuvinte cheie: Zn-Cu, nanostructuri, H₂, senzori de gaze.

Introducere

Oxizii de cupru și cei de zinc sunt materiale avansate datorită performanțelor lor remarcabile de detectare, optice, electrice, termice și magnetice [1]. Odată cu dezvoltarea intensivă a nanotehnologiilor oxizii de cupru și de zinc au fost abundenți studiați datorită aplicațiilor sale în cataliză, senzori de gaze, biosenzori, baterii, conversie a energiei solare, supraconductori de temperatură și.a. [1]. Nanostructurarea și doparea oxizilor de cupru și de zinc îmbunătățesc și mai mult performanța acestor materiale atractive pentru aceste diverse aplicații [2, 3].

În această lucrare raportăm rezultatele obținute în urma cercetărilor asupra senzorului format din nanostructuri cu faze mixte de oxizi ai Cu:Zn. În această lucrare sunt prezentate rezultatele din difractogramele cu raze X, morfologia, precum și proprietățile senzoriale ale nanostructurilor de oxizi micști Zn-Cu.

Partea experimentală

Nanostructurile de oxizi micști Zn-Cu au fost obținute prin metoda micsării și tratării nanoparticulelor [4]. În scopul caracterizării nanostructurilor cu faze mixte de Zn-Cu a fost efectuată analiza XRD și SEM. Au fost efectuate cercetări asupra nanostructurilor obținute cu scopul identificării unor proprietăți senzoriale unice la diferite temperaturi de operare utilizând echipamentele specializate, în calitate de sursămetru Keithley 2400 și instalația de testare cu gaze [4, 5].

Rezultate și discuții

În difractograma XRD ale nanostructurilor oxizilor micști din Figura 1, în intervalul 30-40° se observă vârfurile XRD pentru ZnO, CuO și Cu₂O. Vârfurile de difracție ale oxidului de zinc sunt de o intensitate mai mare față de cele de oxid de cupru. Au fost observate vârfurile XRD a oxizilor de cupru, CuO și Cu₂O. Intensitatea maximă a fost observată la vârful (101) a oxidului de zinc, pentru CuO la vârful (111), iar pentru Cu₂O la (220). Datele obținute în urma cercetărilor au fost comparate cu rezultatele altor autori, de unde s-a observat o valoare de răspuns mai mare la hidrogen cu concentrația de 100 ppm, având o temperatură de operare mai mică cuprinsă între 150°C - 175°C.

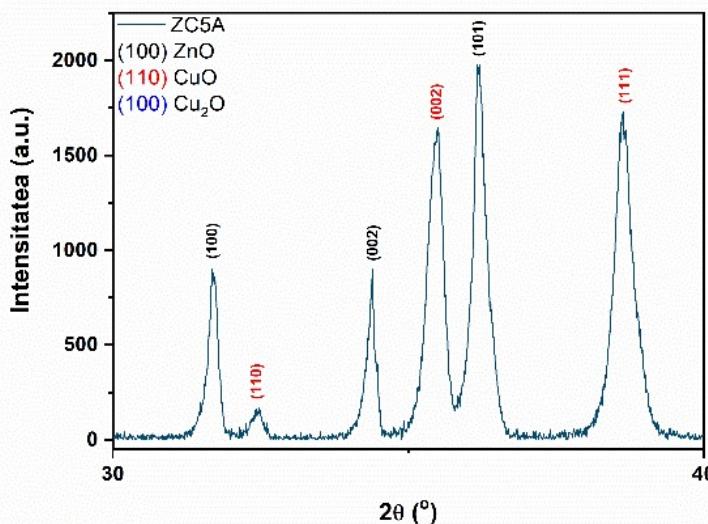


Figura 1. Difractograma XRD a nanostructurilor de oxizi micști Zn-Cu

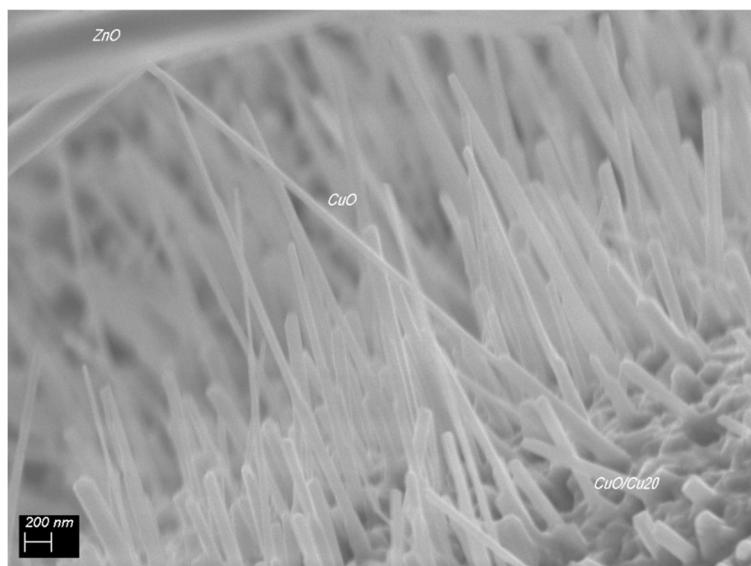


Figura 2. Imaginile SEM ale nanostructurilor de oxizi micști Zn-Cu la scara de 200 nm

Concluzii

În această lucrare sunt prezentate datele obținute experimental în urma cercetărilor proprietăților morfologice, structurale, senzoriale ale oxizilor micști de Zn-Cu. S-a observat o valoare de răspuns la hidrogen gaz cu concentrația 100ppm, având o temperatură de operare cuprinsă între 150°C - 175°C și o selectivitate mare generând răspuns la H₂ și NH₃. Majoritatea probelor studiate au demonstrat un timp de răspuns 1.5 sec și de recuperare 3.1 sec. În unele domenii timpul de detectare a gazului trebuie mai mic, mai ales ușor inflamabil cum este hidrogenul are o importanță foarte mare. Din difractogramele cu raze X s-a observat vârfurile XRD în intervalul 30-40° pentru ZnO, CuO și Cu₂O, cu intensitatea maximală la vârful (101) a oxidului de zinc, pentru CuO la vârful (111), iar pentru Cu₂O la (220).

Mulțumiri. Dinu Litra este recunosător Universitații Tehnice din Moldova, Centrul de Nanotehnologii și Nanosenzori, în special Prof. Univ. Dr. Hab. O. Lupan pentru suport. C. This paper was partially supported by the Technical University of Moldova and the ANCD-NARD Grant No. 20.80009.5007.09 at TUM. Lupan gratefully acknowledges Kiel University, Functional Nanomaterials, Germany and PSL Université, Chimie-ParisTech IRCP, Paris, France for internship positions in 2018-2019, especially Professor Adelung team, and TUM for constant support.

Referințe

1. LUPAN O., CHOW L. "ZnO hydrogen nanoscale sensors", Book Chapter 5, 2013, p.119-152. Springer. Review.; Tiginyanu I.M., Lupan O., Ursaki V.V., Chow L., Enachi M. "Nanostructures of Metal Oxides". In: Comprehensive Semiconductor Science & Technology, Chapter 105, 2011, p. 396-479. Elsevier. Review.
2. LUPAN, O., POSTICA, V., GRÖTTRUP, J., MISHRA, A. K., DE LEEUW, N. H., CARREIRA, J. F., ... & ADELUNG, R. (2017). Hybridization of zinc oxide tetrapods for selective gas sensing applications. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 9(4), 4084-4099.
3. LUPAN, O., CRETU, V., POSTICA, V., POLONSKYI, O., ABABII, N., SCHÜTT, F., ... & ADELUNG, R. (2016). Non-planar nanoscale p-p heterojunctions formation in $ZnxCu1-xOy$ nanocrystals by mixed phases for enhanced sensors. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 230, 832-843.
4. LUPAN, O., POSTICA, V., GRÖTTRUP, J., MISHRA, A. K., DE LEEUW, N. H., CARREIRA, J. F. C., RODRIGUES J., SEDRINE, N. B., CORREIA, M. R., MONTEIRO, T., CRETU, V., TIGINYNAU, I., SMAZNA, D., MISHRA, Y. K., ADELUNG, R. (2017): Hybridization of Zinc Oxide tetrapods for Selective Gas Sensing Applications. In: *ACS Applied Materials and Interfaces*, vol. 9 (4), p. 4084-4099.
5. GRÖTTRUP, J., POSTICA, V., SMAZNA, D., HOPPE, M., KAIDAS, V., MISHRA, Y. K., ... & ADELUNG, R. (2017). UV detection properties of hybrid ZnO tetrapod 3-D networks. *Vacuum*, 146, 492-500.

OBȚINEREA STRATURILOA PEROASE DE OXID DE GALIU PRIN TRATAMENTUL TERMIC AL STRATURILOA PEROASE DE GaP OBȚINUTE ÎN URMA ANODIZĂRII

Cătălin CRECIUNEL^{1,2*}

¹Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedicală (DMIB), grupa MN-191, Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică (FCIM), UTM

²Centrul Național de Studiu și Testare a Materialelor (CNSTM), UTM,
Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Cătălin CRECIUNEL, creciunel.catalin@mib.utm.md

Rezumat. A fost propusă obținerea oxidului de galiu poros cu o morfologie controlată prin utilizarea tratamentului termic a straturiilor poroase de GaP. Au fost stabiliți și optimizați parametrii tratamentului termic pentru a asigura obținerea oxidului de galiu. A fost efectuat sistematic studiul morfoloiei și compoziției chimice a probelor până și după tratamentul termic în aer. Procesul a fost optimizat pentru a minimiza apariția fisurilor în stratul de oxid. În rezultat a fost demonstrată posibilitatea obținerii straturiilor poroase de oxid de galiu pe un substrat semiconductor de GaP având o conductibilitate electrică bună.

Cuvinte cheie: corodare electrochimică, start poros, tratament termic, fosfura de galiu, oxid de galiu

Introducere

Oxidul de galiu (Ga_2O_3) devine un material cheie printre alte materiale în special în domeniul fotovoltaică. Ga_2O_3 poate oferi două avantaje fundamentale față de SiC și GaN: bandă interzisă foarte mare $E_g=4.7 - 4.9$ eV și producerea nesofisticată a cristalelor masive. Oxidul de galiu deja a fost studiat în utilizarea laserelor, [1] însă aplicarea lui nu se oprește aici. Datorită proprietăților optice poate fi utilizat în aplicații de detectare a razelor UV, astfel fiind integrat în panourile solare poate spori randamentul lor. Poate servi drept barieră izolatoare între jonctiunile p-n, astfel își găsește o largă utilizare în tehnologia tranzistoarelor. Elucidarea proprietăților, tehnologiile de producere și aplicarea în dispozitive a fost descrisă în lucrarea de sinteză recentă [2].

În ultimele două decenii a fost demonstrat că proprietățile materialelor masive sunt îmbunătățite la scară nanometrică datorită raportului mare de suprafață către volum. Un studiu recent a sumarizat tehnologiile de producere electrochimice, proprietățile și aplicațile compușilor semiconducțoarelor poroși [3]. Anterior a fost demonstrată transformarea compusului semiconducțor poros de ZnSe în ZnO prin tratamentul termic în aer [4]. Studiul morfoloiei a demonstrat că structura poroasă de ZnO păstrează morfologia stratului poros de ZnSe.

GaP poros, un alt compus semiconducțor, se propune de a fi utilizat pentru tratamentul termic. Porozitatea îi oferă materialului proprietăți optice și electrice sporite, cum ar fi transparență ridicată și capacitate electrică mare. Utilizând diferenți parametri electrochimici ne permite de a obține morfologie diferită a stratului poros și anume: diametrul porilor, grosimea pereților, iar adâncimea stratului poros este determinată de durata corodării electrochimice.

În lucrarea dată, se va discuta rezultatele tratamentului termic a materialului masiv și poros de GaP în dependență de temperatură și durata tratamentului termic.

Materiale și metode

Pentru experimente au fost utilizate cristale de GaP cu concentrația purtătorilor de sarcină de $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$. Straturile poroase au fost obținute prin corodarea electrochimică a cristalelor masive de GaP în electrolit de 5% H_2SO_4 la tensiunea de 12 V timp de 20 min. A fost folosită configurația cu 2 electrozi, unde proba de GaP servea ca electrod de lucru iar ca electrod de referință a fost folosit un fir de platină.

Tratamentul termic a fost efectuat în aer la diferite temperaturi și durate. În timpul tratamentului termic în aer are loc evaporarea fosforului și oxigenul îi ia locul pentru a forma legături chimice. Experimentul a fost efectuat în încăpere separată cu o temperatură constantă și lipsa factorilor de mediu extern ce ar putea modifica temperatura. Controlul a fost realizat cu ajutorul unui termocuplă de tip K (-180 ... +1300°C). Pentru a reduce și mai mult efectele din mediul extern și sincroniza temperatura actuală cu cea dorita am utilizat un termoregulator TCG-7131P, astfel am putut obține o temperatură de 700 °C până la 850 °C ce să mențină constantă timp de trei ore în care a avut loc oxidarea termică a placchetei de GaP poros și de asemenea GaP masiv.

Morfologia și compoziția chimică a probelor până la tratament și după a fost examinată cu ajutorul microscopului electronic Vega TESCAN 5130 MM dotat cu detector EDX pentru studiul compoziției chimice.

Rezultate și discuții

În figura 1 sunt prezentate imaginile de la microscopul electronic a stratului poros de GaP după corodarea electrochimică și stratul poros supus tratamentului termic în aer. Rezultatul transformării poate fi văzut cu ochiul liber, probele poroase fiind de culoare galbenă iar în rezultatul tratamentului devin albe. Este știut că oxidul de galu este caracterizat prin rezistență scăzută. Ca rezultat, stratul poros după tratament termic a manifestat efectul de încărcare a sarcinii în microscopul electronic, demonstrând o conductibilitate joasă în comparație cu stratul poros de GaP după corodare.

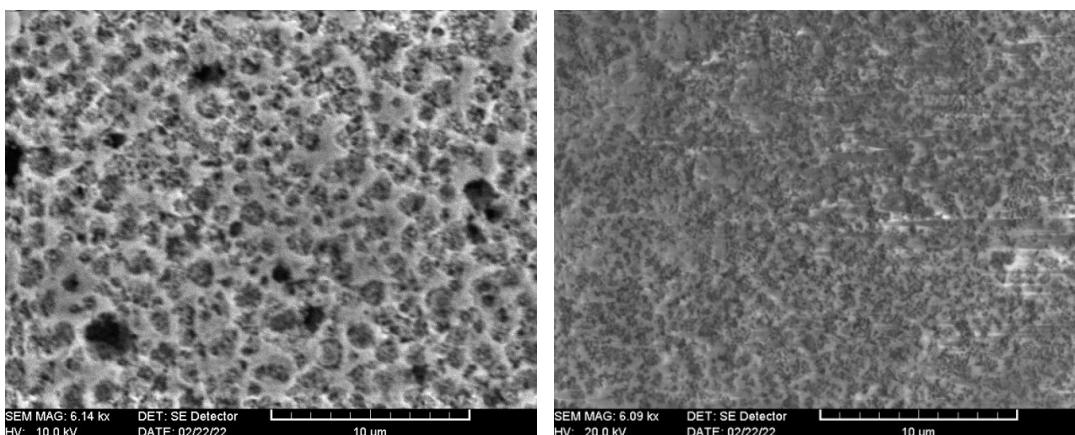


Figura 1. Imagini SEM vederea de sus a stratului poros de GaP după corodarea electrochimică (stânga) și (dreapta) după tratamentul termic în aer la temperatura de 800 °C timp de 2 ore

La un tratament termic mai îndelungat se observă fisurarea stratului poros după cum este prezentat în Figura 2a. Lămurirea apariției fisurilor poate servi oxidarea selectivă a stratului poros și materialul masiv de GaP. Astfel, în rezultatul tratamentului termic la temperatura de 800 °C stratul poros de GaP se transformă în oxid de galu. În același timp, substratul masiv de GaP se supune oxidării mult mai lente la temperatura dată. Ca rezultat are loc formarea stratului de oxid de galu pe substrat de GaP. De menționat faptul că ambele materiale posedă conductibilitate termică și parametru al dilatației termice diferenți. La o durată mai mică de tratament cantitatea fisurilor este mai mică.

Se poate observa că după tratament termic structura poroasă își menține forma fiind observați porii la mărire de 18 mii ori (figura 2b).

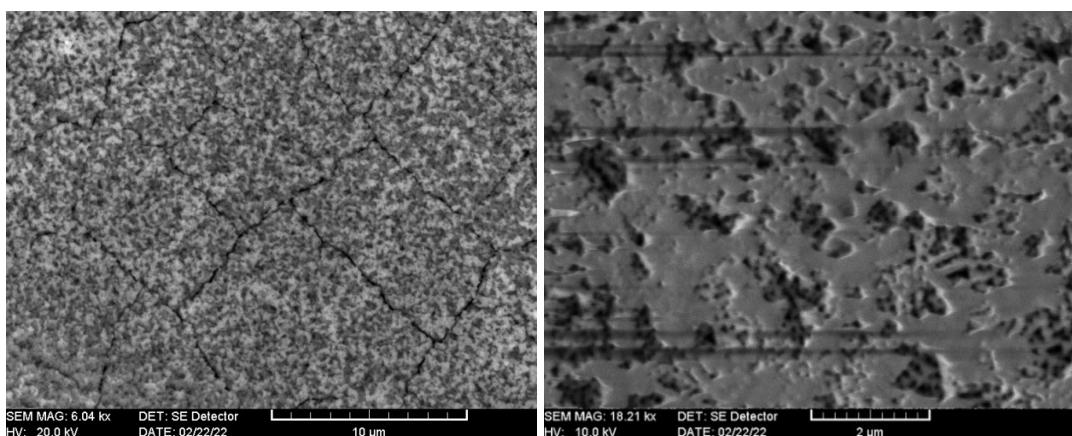


Figura 2. Imagini SEM vedere de sus a stratului poros de GaP după tratament termic în aer la temperatura de 800 °C timp de 3 ore (stânga) și 2 ore (dreapta)

De menționat este faptul că vizual cristalele masive de GaP au o culoare galben brun pe când stratul poros de GaP are o culoare galbenă. În urma tratamentului termic a fost stabilit că culoarea probelor masive de GaP practic nu se schimbă, sau sun observate pe alocuri mici schimbări, pe când stratul poros de GaP este complet oxidat demonstrând o culoare albă caracteristică oxidului de galiu. Acest fapt ne permite de a confecționa straturi poroase de oxid de galiu cu o morfologie controlată pe substrat de GaP ce are o conductibilitate electrică destul de bună.

Un alt parametru important este grosimea pereților porilor, a fost stabilit că la dimensiuni de câțiva zeci de nanometri are loc detașarea stratului poros de pe substrat. Astfel pentru a păstra stratul poros atașat de substrat se necesită de a optimiza grosimea pereților porilor. Primele estimări experimentale arată că grosimea pereților trebuie să fie de cel puțin 100 nm.

Concluzii

În lucrarea dată a fost demonstrată transformarea straturilor poroase de GaP în oxid de galiu prin tratamentul termic în aer. A fost stabilită temperatura optimală, durata tratamentului termic, precum și parametrii morfologici a stratului poros pentru a asigura o atașare cât mai înaltă de substrat de GaP și diminuarea fisurilor în stratul poros care este datorat coeficienților de dilatare termică a ambelor materiale. Structurile formate reprezintă interes pentru studiul proprietăților de fotocataliză.

Mulțumiri. Această lucrare a fost elaborată în cadrul proiectului program de stat cu cifrul 20.80009.5007.20. Autorul aduce mulțumiri conducerului științific, domnului Dr. conf. Eduard MONAICO pentru acel bagaj de sfaturi, cunoștințe, abilități și aptitudini de lucru în laborator acumulate.

Referințe

1. Bailar, J; Emeléus, H; Nyholm, R; Trotman-Dickenson, A. F. (1973). Comprehensive Inorganic Chemistry. Vol. 1, p. 1091.
2. Higashiwaki, M. β -Ga₂O₃ material properties, growth technologies, and devices: a review. AAPPS Bull. 32, 3 (2022). <https://doi.org/10.1007/s43673-021-00033-0>.
3. Monaico, E.; Ursachi V.; Tiginyanu I. 2020 Semicond. Sci. Technol. 35 103001 <https://doi.org/10.1088/1361-6641/ab9477>.
4. V V Ursaki et al 2009 Semicond. Sci. Technol. 24 085017 <https://doi.org/10.1088/0268-1242/24/8/085017>.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СХЕМЫ ДЛЯ РЕЗИСТИВНОГО ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ PT-100

Дмитрий ДОРОНИН^{1*}, Юлия САНДУ¹, Адриан БЫРНАЗ²

¹*Департамент Микроэлектроники и Биомедицинской Инженерии, группа MN-182, Факультет Вычислительной Техники, Информатики и Микроэлектроники,*

Технический Университет Молдовы, Кишинев, Республика Молдова

²*Центр Нанотехнологий и Наносенсоров, Факультет Вычислительной Техники, Информатики и Микроэлектроники, Технический Университет Молдовы, Кишинев, Республика Молдова*

*Автор-корреспондент: Дмитрий Доронин, dmitrii.doronin@mib.utm.md

Аннотация. В данной работе была выведена формула для прямой конвертации из значения сопротивления в значения температуры. Для обеспечения правильного сбора данных и корректного определения температуры была разработана принципиальная схема на основе резистивного температурного датчика PT100 моста Уитстона и инструментального усилителя.

Ключевые слова: PT100, датчик, резистивный датчик температуры (RTD).

Введение

Данная работа была выполнена для контроля температуры при нагреве и охлаждении подложек датчиков на основе оксидов металлов, свойства которых зачастую исследуются при положительных температурах, во много раз превышающих комнатную температуру [1-4]. Интересную область для исследования представляет изучение этих же свойств датчиков при отрицательных температурах. Для мониторинга температуры требуется высокоточный датчик способный осуществлять сбор данных в расширенном диапазоне температур. Для осуществления поставленных целей был выбран тонкопленочный платиновый резистор РТ-100 [5]. При отрицательных температурах формула конвертации сопротивления в температуру имеет вид полинома четвертой степени. В данной работе приведено решение этого уравнения.

Основная часть

Резистивные датчики температуры (RTD) — это датчики температуры, которые изменяют собственное значение сопротивления при изменении температуры измеряемого объекта [6]. Они использовались в лабораторных условиях, таким образом зарекомендовав себя в качестве высокоточных измерительных приборов.

Температурный датчик RTD произведен из тонкой пленки платины, сопротивление которой измерялось при изменении температуры среды, это привело к выводу, что есть однозначное соответствие между сопротивлением и температурой среды

Для определения температуры элемент RTD может быть подключен в составе моста Уитстона, дифференциальный сигнал от которого, будет усиливаться при помощи инструментального усилителя и будет адаптирован к одному из входов аналого-цифрового преобразователя микроконтроллера.

Существует несколько конфигурации подключения датчика. Особое внимание уделяется поддержанию точности и стабильности напряжения возбуждения моста, поскольку выход моста прямо пропорционален возбуждению. Для исключения ошибки, обусловленной сопротивлением соединительных проводов резистивного моста используются 3-х и 4-х проводные конфигурации подключения [7].

Блок 1: Резистивный датчик температуры PT100 – осуществляет сбор данных в измеряемой точке.

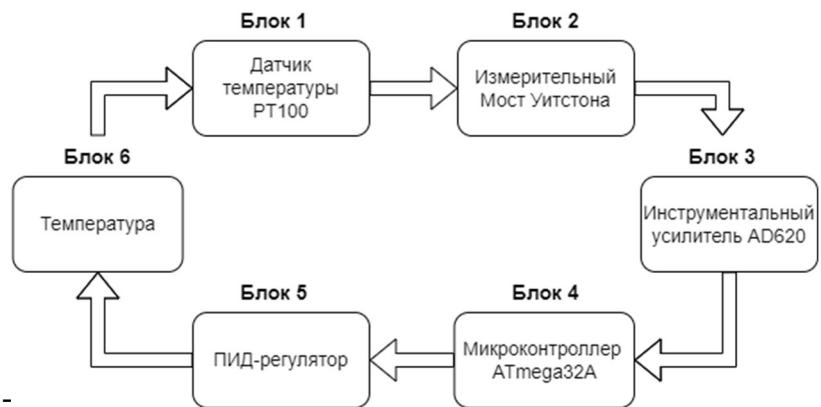


Рисунок 1. Блок-схема для считывания и регулировки температуры

Блок 2: Измерительный мост Уитстона преобразует получаемое сопротивление в электрический сигнал.

Блок 3: Инструментальный усилитель AD620, усиливающий сигнал с мостовой схемы. Основными характеристиками инструментального усилителя является: маленький температурный дрейф, высокий коэффициент усиления дифференциального сигнала, который регулируется всего одним резистором, также имеет маленькое смещение напряжения. Такие усилители применяются, когда требуются большая точность и высокая стабильность схемы, как кратковременная, так и долговременная.

Блок 4-5: Микроконтроллер, который обрабатывает сигнал с инструментального усилителя и формирует управляющий сигнал при помощи ПИД-регулятора, который задает температуру в системе.

Блок 6: Температура, получаемая от объекта измерения. Инструментальный усилитель состоит из трех операционных усилителей. Два из них выступают в качестве буфера с очень высоким входным и низким выходным сопротивлением. Как правило, коэффициент усиления этих буферов равен единице. Третий операционный усилитель подключен по дифференциальной схеме, а к его входу подается сигнал от предыдущих двух операционных усилителей. Отличительной особенностью является высокое входное сопротивление, порядка десятков мегаом, и то, что коэффициент усиления всей сборки задается при помощи только одного резистора, который подключен между отрицательными входами операционных усилителей, составляющих буфер.

Ниже приведен пример расчета моста Уитстона в паре с инструментальным усилителем.

Мостовая схема уравновешена при достижении условия $R_1/R_2=R_3/R_4$. Данное состояние будет поддерживаться, не завися от: величины возбуждающего сигнала, способа его возбуждения, метод считывания сигнала, импеданса схемы измерения. Положим, $k_1=R_1/R_2$, а величину R_4 , как искомую. При минимальной измеряемой температуре значения R_2 и R_4 будут равны, при увеличении температуры коэффициент $k_2 = R_3/R_4$ будет пропорционально уменьшаться, а разность напряжений между плечами моста Уитстона наоборот возрастать.

Таблица 1

Начальные данные для расчета

Характеристика	Обозначение	Значение
Входное напряжение	V_{in}	12.12V
Максимальное сопротивление с вывода моста	R_{Tmax}	247Ω
Минимальное сопротивление с вывода моста	R_{Tmin}	100 Ω
Минимальное значение сопротивления мостовой схемы	R_{x0}	6790 Ω
Разрешение аналого-цифрового преобразователя (АЦП)	$ADC_{resolution}$	1024
Максимальное напряжение на входе АЦП	$V_{maxinadc}$	2.56V
Опорное сопротивление	R_0	21660 Ω
Сопротивление на входе второго усилительного каскада	R_1	8180 Ω

Расчет максимального и минимального выходного напряжения с мостовой схемы:

$$V_{T_{min}} = \left[V_{in} \frac{R_{T_{min}}}{R_{x0} + R_{T_{min}}} \right] = 0.17V \quad (1)$$

$$V_{T_{max}} = \left[V_{in} \frac{R_{T_{max}}}{R_{x0} + R_{T_{max}}} \right] = 0.42V \quad (2)$$

$$V_{T_{max}} = V_{out} A_T = 2.56V \quad (3)$$

Коэффициент усиления первого усилительного каскада:

$$A_d = \left[\frac{R_0}{R_1} \right] = 2.64 \quad (4)$$

$$k = \frac{V_{maxinadc}}{V_{out}} = 10.25 \quad (5)$$

Сопротивление управляемого резистора:

$$R_{gain} = \frac{2R_c}{\frac{k}{A_d} - 1} = 2088.77\Omega \quad (6)$$

Промежуточное и полное усиление инструментального усилителя:

$$A_i = 1 + \frac{2R_c}{R_{gain}} = 3.87 \quad (7)$$

Максимальное выходное напряжение:

$$V_{T_{max}} = V_{out} A_T = 2.56V \quad (8)$$

Расчет соотношения допустимых сопротивлений максимального выходного напряжения с мостовой схемы:

$$slope = \frac{R_{T_{max}} - R_{T_{min}}}{V_{T_{max}} - 0} = 57.45 \quad (9)$$

Чувствительность мостовой схемы, это максимальное изменения выходного напряжения разделенное на величину возбуждения схемы. Например, если максимальное изменение выходного напряжения составляет 100 mV, а напряжение питания мостовой схемы 10 V, то чувствительность равна 10 mV/V.

Для датчика при неотрицательных температурах формула перевода из сопротивления в значение температуры имеет вид:

$$R(t) = R_0(1 + At + Bt^2) \quad (10)$$

Для отрицательных значений температуры уравнение принимает вид:

$$R(t) = R_0(1 + At + Bt^2 + Ct^3(t - 100)) \quad (11)$$

Составляем уравнение 4-ой степени:

$$t^4 - 100t^3 + \frac{B}{C}t^2 + \frac{A}{C}t + \frac{R(t) - R_0}{CR_0} = 0 \quad (12)$$

$$a = -100 \quad b = \frac{B}{C} \quad c = \frac{A}{C} \quad d = \frac{R(t) - R_0}{CR_0} \quad (13)$$

Для приведенного выше выражения формула кубической резольвенты принимает вид:

$$y^3 - by^2 + (ac - 4d)y - a^2d + 4bd - c = 0 \quad (14)$$

Вышеприведенная формула разрешима при помощи метода Кардано, для этого нужно сделать следующую подстановку:

$$x = y + \frac{ac - 4d}{b} \quad (15)$$

$$p = \frac{(ac - 4d)^2}{3b^2} + \frac{-ad^2 + 4bd - c}{b} \quad (21)$$

$$q = \frac{-2(ac - 4d)^2}{27b^3} + \frac{(ac - 4d)(a^2d - 4bd + c)}{3b^2} \quad (22)$$

Преобразованное уравнение принимает следующий вид:

$$x^3 + px + q = 0 \quad (23)$$

Финальное решение кубического уравнения:

$$Q = \left(\frac{p}{3}\right)^3 + \left(\frac{q}{2}\right)^2 \quad (24)$$

$$\alpha = \left(\frac{-q}{2} + \sqrt{Q}\right)^{1/3} \quad (25)$$

$$\beta = \left(\frac{-q}{2} - \sqrt{Q}\right)^{-1/3} \quad (26)$$

$$y_1 = \alpha + \beta \quad (27)$$

$$y_{2,3} = -\frac{\alpha + \beta}{2} \pm i \frac{\alpha - \beta}{2} \sqrt{3} \quad (28)$$

После того, как нашли решение уравнения резольвенты, выбираем вещественные корни и подставляем их в финальное квадратное уравнение:

$$t^2 + \frac{a}{2}t + \frac{y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{a^2}{2} - b + y\right)t^2 + \left(\frac{a}{2}y - c\right)t + \frac{y^2}{4} - d^2} \quad (29)$$

Подкоренное выражение является достаточно громоздким для вычисления на микроконтроллерных устройствах, имеет смысл разложить в ряд Тейлора подкоренное выражение:

$$\frac{1}{2} \sqrt{(y^2 - 4d^2)} + \frac{(ay - 2c)}{2\sqrt{y^2 - 4d^2}} t + O(t^2) \quad (30)$$

Выводы

Благодаря выполнению данной работы стало возможно более точно измерять температуру при отрицательных температурах, не прибегая к приближенным методам вычисления. Данный расчет может быть применен, когда требуется очень точная регулировка температуры в системе. Главным минусом является тот факт, что сами вычисления являются громоздкими и не применимы в системах, где критична память.

Примечания

1. LUPAN, O., CRETU, V., DENG, M., GEDAMU, D., PAULOWICZ, I., KAPS, S., MISHRA, Y., POLONSKYI, O., ZAMPONI, C., KIENLE, L., TROFIM, V., TIGINYANU, I., ADELUNG, R. Versatile growth of freestanding orthorhombic α -molybdenum trioxide nano- and microstructures by rapid thermal processing for gas nanosensors. In: Journal of Physical Chemistry C, 2014, 118(27), pp. 15068-15078. <https://doi.org/10.1021/jp5038415>
2. LUPAN, O., TROFIM, V., CRETU, V., STAMOV, I., SYRBU, N., TIGINYANU, I., MISHRA, Y., ADELUNG, R. Investigation of optical properties and electronic transitions in bulk and nano-microribbons of molybdenum trioxide. In: Journal of Physics D: Applied Physics, 2014, 47(8). <https://doi.org/10.1088/0022-3727/47/8/085302>
3. LUPAN, O., ABABII, N., MISHRA, Y., BODDULURI, M., MAHARIU, N., VAHL, A., KRÜGER, H., WAGNER, B., FAUPEL, F., ADELUNG, R., DE LEEUW, N., HANSEN, S. Heterostructure-based devices with enhanced humidity stability for H₂ gas sensing applications in breath tests and portable batteries. In: Sensors and Actuators, A: Physical, 2021, 329. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2021.112804>

4. CAI, L., ZHU, S., WU, G., JIAO, F., LI, W., WANG, X., AN, Y., HU, Y., SUN, J., DONG, X., WANG, J., LU, Q., JING, Q., LIU, B. Highly sensitive H₂ sensor based on PdO-decorated WO₃ nanospindle p-n heterostructure. In: International Journal of Hydrogen Energy, 2020, 45(55), pp. 31327-31340. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.08.109>
5. PT100 резистивный датчик температуры (RTD) поддерживает диапазон экстремальных температур. [online]. [Date accessed: 26/02/2022] Accessible: [PT100 резистивный датчик температуры \(RTD\) поддерживает диапазон экстремальных температур — CNXSoft- новости Android-приставок и встраиваемых систем \(cnx-software.ru\)](#)
6. Practical Design Techniques for Sensor Signal Conditioning, 1999 | Education | Analog Devices. [online]. [Date accessed: 26/02/2022] Accessible: [Practical Design Techniques for Sensor Signal Conditioning, 1999 | Education | Analog Devices](#)
7. PT100 резистивный датчик температуры (RTD) поддерживает диапазон экстремальных температур. [online]. [Date accessed: 26/02/2022] Accessible: <https://cnx-software.ru/2019/09/03/pt100-rezistivnyj-datchik-temperatury-rtd-podderzhivaet-diapazon-ekstremalnyh-temperatur/>

ПРИБОР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В УФ-ДИАПАЗОНЕ ДЛЯ СЕНСОРОВ НА ПОЛУПРОВОДНИКОВОМ ОКСИДЕ

Юлия САНДУ^{1*}, Адриан БЫРНА²

¹Департамент Микроэлектроники и Биомедицинской Инженерии, группа MN-182,
Факультет Вычислительной Техники, Информатики и Микроэлектроники,
Технический Университет Молдовы, Кишинев, Республика Молдова

²Центр Нанотехнологий и Наносенсоров, Факультет Вычислительной Техники, Информатики и
Микроэлектроники, Технический Университет Молдовы, Кишинев, Республика Молдова

*Автор-корреспондент: Юлия Санду, iulia.sandu@mib.utm.md

Аннотация. В данной работе описан принцип функционирования установки для тестирования и определения длин волн УФ-излучения. Данная установка обеспечивает контроль: рабочей температуры датчика, интенсивности УФ-излучения, регистрации полученных данных и их дальнейшее предоставление пользователю.

Ключевые слова: УФ-излучение, нано-сенсоры, оптические датчики, встроенные системы.

Введение

Поскольку Центр Нанотехнологий и Наносенсоров ТУМ занимается разработкой датчиков и наносенсоров на основе оксидов металлов [1-4], для создания спецификации датчиков необходимо знать их точные параметры. Для этих целей была разработана установка для тестирования и определения диапазона и интенсивности светового излучения. Данная установка охватывает диапазон УФ-излучения от 270 nm до 475 nm . Основным достоинством установки является возможность выбора определенной длины волны. Встроенный датчик УФ-излучения способен принимать значения в широком диапазоне: от 250 nm до 1000 nm , что позволяет производить калибровку установки. В Таб. 1 перечислены основные технические параметры установки.

Таблица 1

Технические параметры установки

Характеристика	Значение
Диапазон задаваемых температур	-40 – +100°C
Напряжение питания	12V
Рабочий УФ-диапазон	250 – 1000 nm
Источники УФ-излучения	6 светодиодов
Излучаемый УФ-диапазон	275 – 475 nm

Основная часть

На Рис. 1 представлена блок схема устройства, состоящая из 10 блоков, каждый из которых выполняет следующие функции:

Блок 1 – “Резистивный датчик температуры PT100” – данный датчик предназначен для измерения температуры элемента Пельтье. Чувствительный элемент представляет собой тонкопленочный платиновый резистор PT-100 [5], изготовленный в лабораторных условиях в соответствии со значениями сопротивления стандарта IEC 60751[6], класс А. Преимуществом тонкопленочного элемента является короткое время реакции и линейность выходного сигнала.

Блок 2 – “Измерительный усилитель AD620BRZ [7] со встроенным мостом Уитстона” – этот блок состоит из высокоточного измерительного усилителя, который обладает низким смещением по входу: максимально 50 μV и дрейфом смещения 0,6 $\mu\text{V}^{-1}\text{°C}$, что делает его приемлемым для сбора данных в данном случае. В основе функционирования измерительного моста лежит нивелирование потенциалов на двух ветвях выводов. Плавно изменения величину

сопротивления перестраиваемого резистора, добиваются равновесного состояния между ветвями. Данную схему можно использовать для измерения температуры, для этого одна из ветвей заменяется на термометр с заведомо известным сопротивлением. Разность сопротивления ветвей прямо пропорциональна току через диагональ этих ветвей.

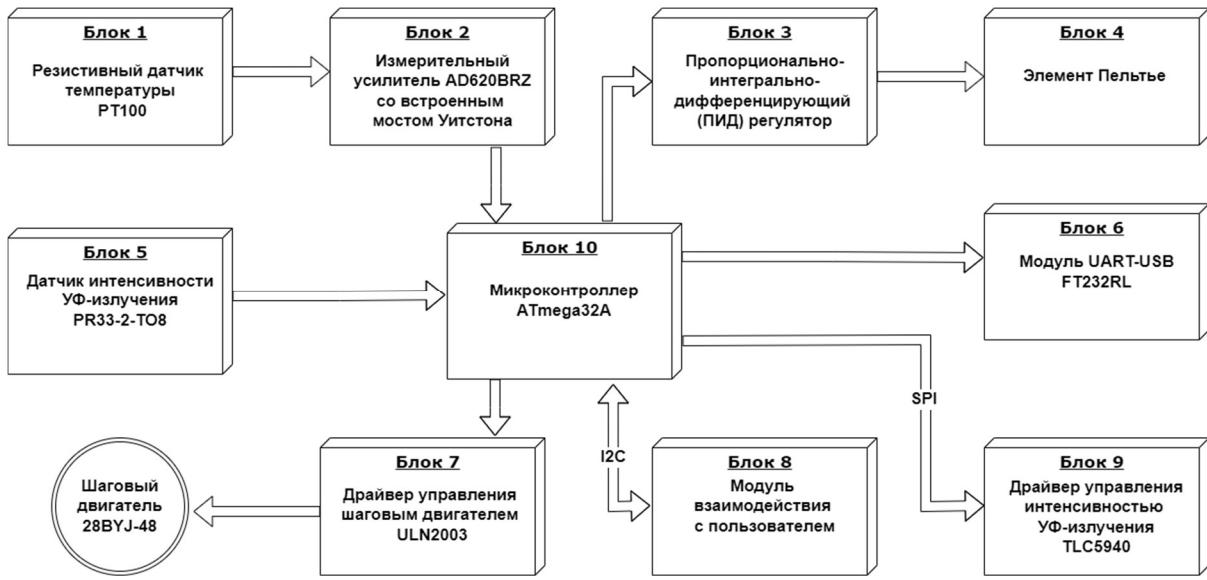


Рисунок 1. Блок схема устройства

Блок 3 – “Пропорционально-интегрально-дифференцирующий регулятор” – узел в управляющем контуре с обратной связью формирующий регулирующий сигнал для элемента Пельтье. ПИД регулятор вырабатывает выходной сигнал на основе входного сигнала и сигнала обратной связи. Силовая часть собрана на транзисторе IRFS3307 [8].

Блок 4 – “Элемент Пельтье” – данный элемент функционирует равно как нагревательный, так и охладительный элемент, задавая необходимую рабочую температуру измеряемого датчика.

Блок 5 – “Датчик интенсивность УФ-излучения PR33-2-ТО8 [9]” – кремниевый УФ-фотодиод размера $33,5 \text{ mm}^2$ на полупроводниковой структуре. Герметично упакован в корпусе ТО-8 с окном из прозрачного кварцевого стекла, пропускающего УФ-излучение. Покрывает диапазон излучения: $250 \text{ nm} - 1000 \text{ nm}$. Диапазон рабочих температур: $-40 - +100^\circ\text{C}$.

Блок 6 – “Модуль UART-USB FT232RL [10]” – данный блок осуществляет обмен данных между устройством и компьютером. Этот блок состоит из микросхемы FT232RL и ее обвязки с портом USB, обеспечивающим синхронную и асинхронную передачу данных. Микросхема обладает полностью интегрированной генерацией тактовых импульсов, скоростью передачи данных от 300 до 3 Mbaud .

Блок 7 – “Драйвер управления шаговым двигателем ULN2003 [11]” – устройство данной микросхемы представляет собой семь пар высоковольтных транзисторов Дарлингтона с общим катодом. Номинальный ток коллектора одной пары Дарлингтона составляет 500 mA .

Блок 8 – “Модуль взаимодействия с пользователем” – данный модуль общается с помощью шины I₂C с устройствами ввода/вывода. В качестве устройства ввода выступает энкодер, который может задавать значение температуры, настройки интенсивности, порядок УФ-излучения и др. В качестве устройства вывода выступает жидкокристаллический дисплей LCD2004 [12].

Блок 9 – “Драйвер управления интенсивностью УФ-излучения TLC5940 [13]” – данная микросхема управляет интенсивностью свечения УФ-светодиодов, а также порядком их включения. TLC5940 – это 16-ти канальный светодиодный драйвер постоянного тока. Каждый канал оснащен 4096-ступенчатой ШИМ регулировкой интенсивности излучения и точечной коррекцией.

Блок 10 – “Микроконтроллер ATmega32A [14]” – управляет всеми процессами в установке, осуществляет контроль данных и расчет необходимых значений. Данная микросхема представляет собой маломощный 8-ми разрядный микроконтроллер с КМОП матрицей, основанный на усовершенствованной RISC архитектуре. За один тактовый цикл микроконтроллер достигает производительности примерно в $1MIPS$ на MHz . Имеет встроенный SPI, 10-ти битный аналогово-цифровой преобразователь, 3 таймера общего назначения.

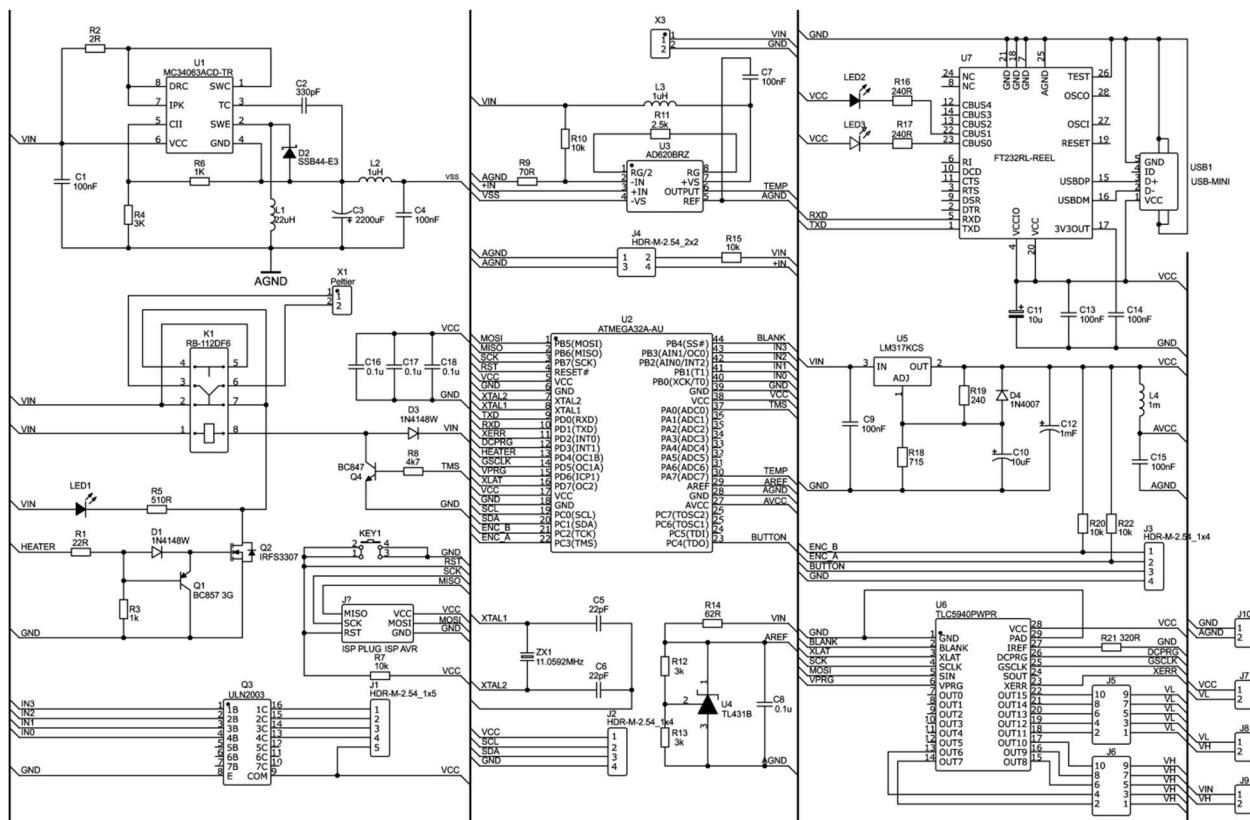


Рисунок 2. Электрическая принципиальная схема

На основе блок схемы была разработана электрическая принципиальная схема устройства, она представлена на Рис. 2.

В соответствии с электрической принципиальной схемой был разработан проект печатной платы с 3D-моделью расположения компонентов на плате, представленный на Рис. 3.

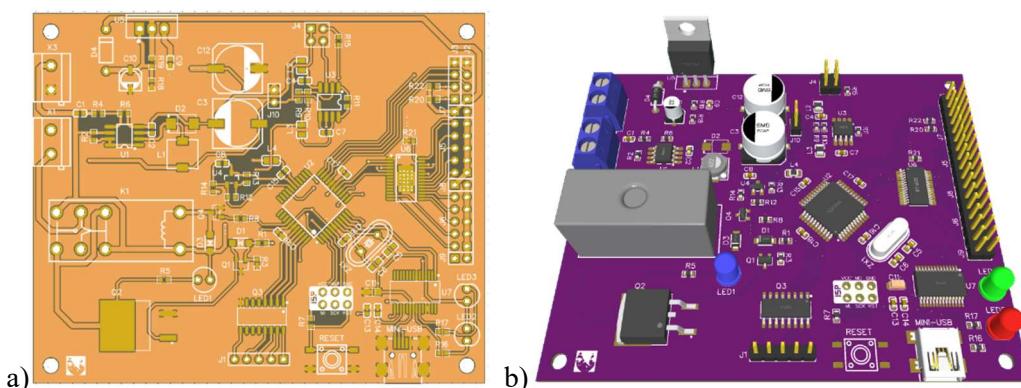


Рисунок 3. а) Печатная плата прибора, б) 3D-модель печатной платы

В соответствии с данными спектральных характеристик светодиодов, используемых в установке, был составлен график Рис. 4, демонстрирующий излучательный диапазон прибора.

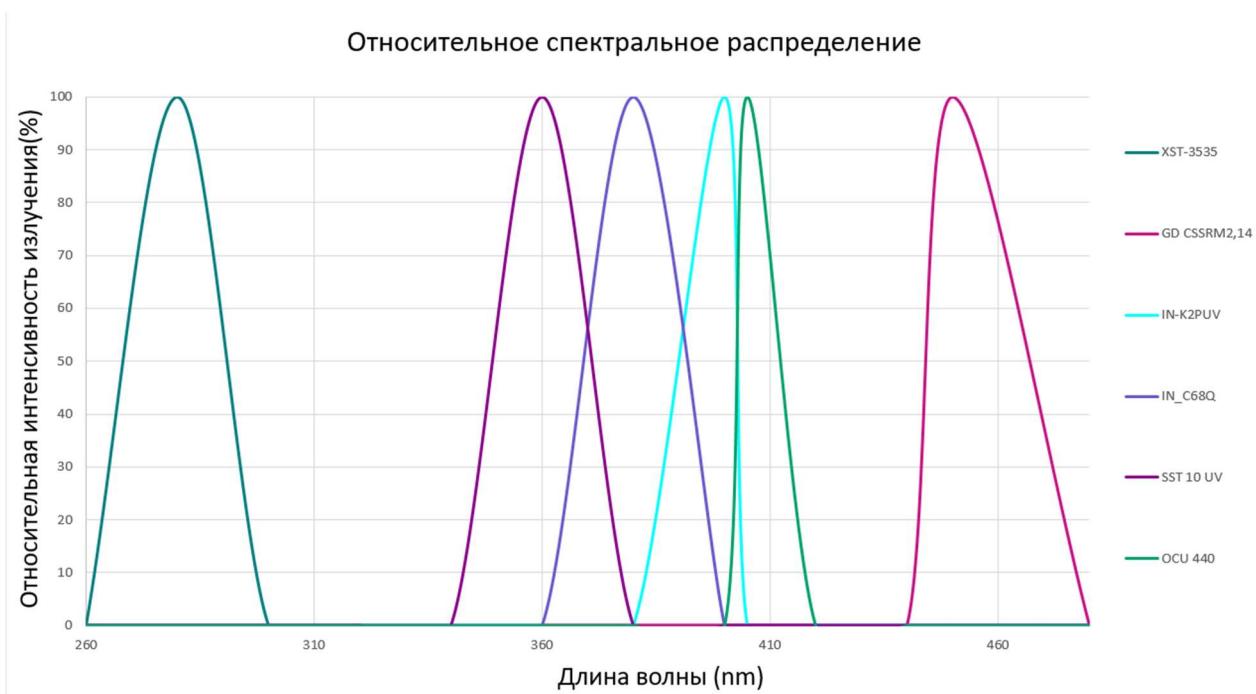


Рисунок 4. Спектральная характеристика светодиодов

Выводы

Благодаря разработке устройства для спектрального исследования УФ-излучения появилась возможность быстрого тестирования изготавливаемых датчиков. Данный прибор разрешает проблему с определением чувствительного диапазона датчика и определением его оптических свойств. Также данный прибор позволяет тестировать характеристики УФ-светодиодов при различных значениях температуры благодаря модулю Пельтье, который обеспечивает изменение температур в заявленном диапазоне.

Примечания

1. LUPAN, O., CRETU, V., DENG, M., GEDAMU, D., PAULOWICZ, I., KAPS, S., MISHRA, Y., POLONSKYI, O., ZAMPONI, C., KIENLE, L., TROFIM, V., TIGINYANU, I., ADELUNG, R. Versatile growth of freestanding orthorhombic α -molybdenum trioxide nano- and microstructures by rapid thermal processing for gas nanosensors. In: Journal of Physical Chemistry C, 2014, 118(27), pp. 15068-15078. <https://doi.org/10.1021/jp5038415>
2. LUPAN, O., TROFIM, V., CRETU, V., STAMOV, I., SYRBU, N., TIGINYANU, I., MISHRA, Y., ADELUNG, R. Investigation of optical properties and electronic transitions in bulk and nano-microribbons of molybdenum trioxide. In: Journal of Physics D: Applied Physics, 2014, 47(8). <https://doi.org/10.1088/0022-3727/47/8/085302>
3. LUPAN, O., ABABII, N., MISHRA, Y., BODDULURI, M., MAHARIU, N., VAHL, A., KRÜGER, H., WAGNER, B., FAUPEL, F., ADELUNG, R., DE LEEUW, N., HANSEN, S. Heterostructure-based devices with enhanced humidity stability for H₂ gas sensing applications in breath tests and portable batteries. In: Sensors and Actuators, A: Physical, 2021, 329. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2021.112804>
4. CAI, L., ZHU, S., WU, G., JIAO, F., LI, W., WANG, X., AN, Y., HU, Y., SUN, J., DONG, X., WANG, J., LU, Q., JING, Q., LIU, B. Highly sensitive H₂ sensor based on PdO-decorated WO₃ nanospindle p-n heterostructure. In: International Journal of Hydrogen Energy, 2020, 45(55), pp. 31327-31340. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.08.109>
5. Pt100 temperature sensor – 7400. [online]. [Date accessed: 31/01/2022] Accessible: [Pt100 temperature sensor - 7400 \(prelectronics.com\)](https://www.prelectronics.com/potentiometri-p-7400.html)
6. IEC 60751:2022 | IEC Webstore. [online]. [Date accessed: 31/01/2022] Accessible: [IEC 60751:2022 | IEC Webstore](https://www.iec.ch/webstore/iec60751)

7. Low Cost Low Power Instrumentation Amplifier AD620. [online]. [Date accessed: 31/01/2022] Accessible: [AD620 \(Rev. H\) \(analog.com\)](#)
8. IRFB3307PbF IRFS3307PbF IRFSL3307PbF HEXFET ® Power MOSFET PD-95706D Absolute Maximum Ratings Symbol Parameter Units. [online]. [Date accessed: 31/01/2022] Accessible: [IRFB_S_SL3307PbF.pmd \(infineon.com\)](#)
9. PR33-2-TO8 First Sensor. [online]. [Date accessed: 31/01/2022] Accessible: [PR33-2-TO8 First Sensor | Mouser Europe](#)
10. FT232R USB UART IC Datasheet Version 2.16. [online]. [Date accessed: 31/01/2022] Accessible: [FT232R \(ftdichip.com\)](#)
11. ULN2003A data sheet, product information and support | TI.com. [online]. [Date accessed: 31/01/2022] Accessible: [ULN2003A data sheet, product information and support | TI.com](#)
12. LCD2004 (5V Blue Backlight) . [online]. [Date accessed: 31/01/2022] Accessible: [LCD2004 \(5V Blue Backlight\) 20 Characters * 4 Lines, Character LCD module, White Character, Blue Backlight, 5V For Logic Circuit \(waveshare.com\)](#)
13. TLC5940 data sheet, product information and support | TI.com. [online]. [Date accessed: 31/01/2022] Accessible: [TLC5940 data sheet, product information and support | TI.com](#)
14. ATmega32A | Microchip Technology. [online]. [Date accessed: 31/01/2022] Accessible: [ATmega32A | Microchip Technology](#)

THE INFLUENCE OF GALLIUM (Ga) CONTENT ON MORPHOLOGICAL, STRUCTURAL AND OPTICAL PROPERTIES OF INDIUM TIN OXIDE THIN FILMS

Vadim MORARI^{1*}, Maksim KUTUZAU²

¹*D. Ghitu Institute of Electronic Engineering and Nanotechnologies, State University of Moldova, Chisinau, MD-2028, Republic of Moldova*

²*Leibniz IFW Dresden, Helmholtzstraße 20, Dresden 01069, Germany*

*Corresponding author: Vadim Morari, e-mail: vadimmorari2018@gmail.com

Abstract. This paper reports on preparation of ITO thin films with different concentrations of Ga by spray pyrolysis method on Si (100) substrates. The morphology of the prepared films was studied using scanning electron microscope (SEM), and the quantitative chemical composition was determined using energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX). X-ray diffraction (XRD) measurements were carried out on Bruker D8 Advance X-Ray Diffractometer with CoKa radiation ($\lambda=0.1789\text{ nm}$) in the 2Θ region of $20^\circ - 90^\circ$. The optical properties of ITO:Ga thin films were measured using a Jasco V-670 spectrometer at room temperature (300 K).

Keywords: SEM, EDX, ITO, X-ray spectroscopy, thin films.

Introduction

Currently, great attention is paid to the development of optoelectronic devices for the ultraviolet (UV) region of the spectrum. One of the promising and intensively explored materials is indium tin oxide (ITO). Particularly, ITO thin films are typically used in gas sensors [1-2], semiconductor devices [3], solar cells [4-6] and also as UV radiation detectors or light emitters [7-9], due to its high optical transparency, thermal and chemical stability. ITO is easily obtained by various methods such as RF magnetron sputtering [10,11], electron beam deposition [12], excimer laser evaporation [13], pulse laser deposition PLD [14-15], thermal evaporation technique [16], laser-vacuum deposition [17], and microwave heating [18]. However, the spray pyrolysis used in this study is one of the most cost efficient and fast methods [19]. Addition of Ga to this material system can be applied for changing the band gap, thus shifting the emission spectrum or sensitivity spectral range to shorter wavelengths. This combination ensures the possibility of obtaining better luminescent, photoelectric and optical properties in a fairly wide range from 3.5 eV (ITO) to 4.9 eV (Ga₂O₃) by adjusting the Ga content.

Sample preparation of ITO:Ga

Thin films of ITO:Ga were deposited at 460°C on n-Si (100) substrate by spray pyrolysis method. First of all, the Si substrates were chemically degreased in a chemical solution with a volume fraction of H₂O:NH₃:H₂O₂ equal to 8:1:1, at a temperature of 80 °C for 10 minutes. It was then kept in hydrofluoric acid for 2 minutes, followed by washing in distilled water and immediately starting the deposition process. Each individual solution of indium chloride (InCl₃), tin chloride (SnCl₄) and gallium nitrate (Ga(NO₃)₃) with molar mass (0.5M) were dissolved in ethanol (C₂H₅OH) and mixed in an ultrasonic bath for 30 minutes at a temperature of 50 °C for the aerosol deposition process. Mixtures of ITO and Gallium were taken in proportions as follows: ITO, ITO_{0.8}Ga_{0.2}, ITO_{0.7}Ga_{0.3} and ITO_{0.6}Ga_{0.4}. The deposition time for each thin film was 10 minutes. The solution was sprayed by means of a sprayer at an oxygen flow of 0.1 atm in excess of normal atmospheric pressure.

Results and discussions

Morphological characterization and analysis of the chemical composition of the thin films were performed with a scanning electron microscope LEO-ZEISS Gemini 1530, with an energy dispersion X-ray analysis unit (EDX). The morphology of ITO:Ga thin films was found to change with increasing the Ga content from x = 0.00 to x = 0.40, as observed from SEM images presented in Fig. 1.

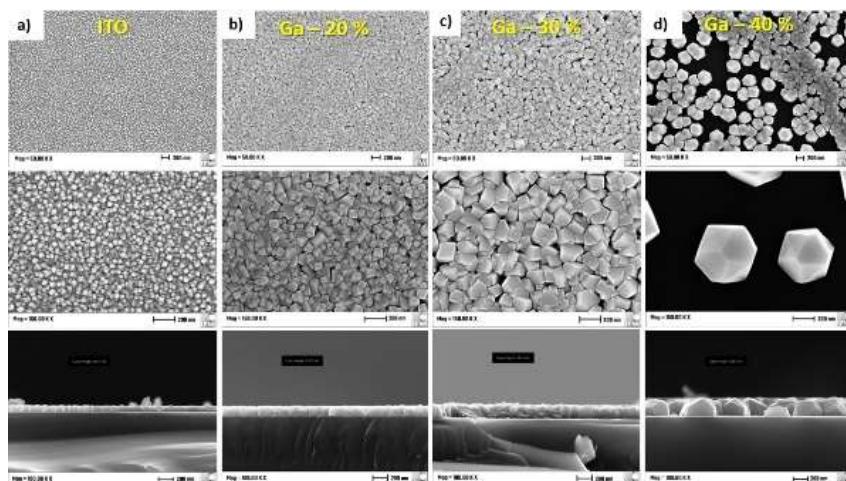


Figure 1. SEM images of ITO:Ga thin films obtained by spray pyrolysis method

As can be seen from images, a higher concentration of Ga leads to an increase in nanoparticles size, contributing to reduction of their number on the surface of the substrate. At the same time, the thickness of the thin films increases from 90 nm (ITO) to 260 nm (ITO:Ga), keeping the same deposition time of 10 minutes. The thickness of the deposited films is related to the concentration of Ga, as presented in Fig. 2.

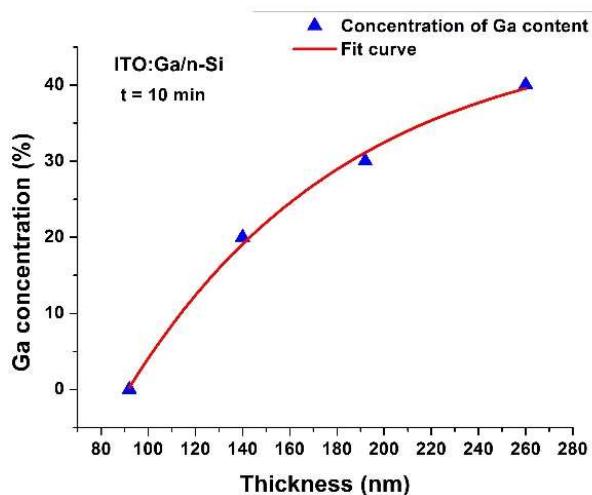


Figure 2. Relation between the thin films thickness and the concentration of Ga

The chemical composition analysis of ITO:Ga thin films obtaining by spray pyrolysis method is shown in Fig. 3. One can see from this analysis, that the content of Ga in the deposited films is two times lower than the expected one from the precursor solution.

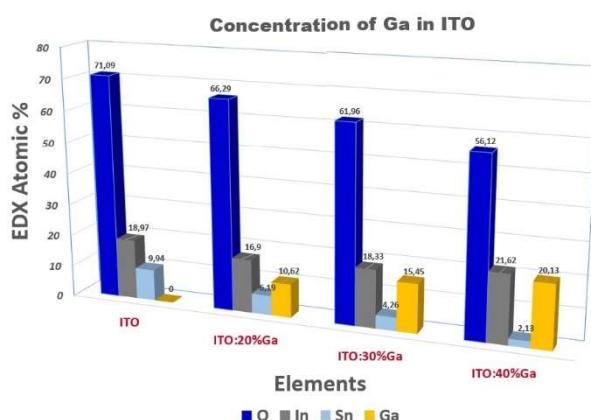


Figure 3. EDX analysis of ITO:Ga thin films obtained by spray pyrolysis method

X-ray diffraction (XRD) measurements (Fig. 4) were carried out on a Bruker D8 Advance X-Ray Diffractometer with CoK α radiation ($\lambda=0.1789$ nm) in the 2Θ region of $20^\circ - 90^\circ$. It should be noted that the reflexes do not change their positions, but just change their intensity. The 110, 431, 220, and 543 reflexes disappear at 20 % Ga content. However, they appear again at a Ga content of 30 %.

This observation can be explained by changing the structural quality of ITO thin films. The intensity of reflexes decreases again at Ga content of 40 %, which can be due to the reduction of nanoparticles number on the surface of the substrate, thus creating nano-islands. The high intensity peaks corresponding to planes (400), (420) and (332) were observed as predominant peaks for all the thin films obtained.

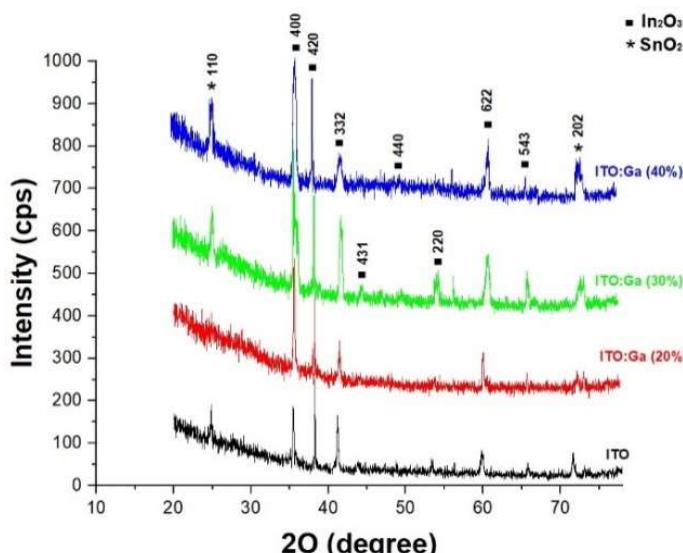


Figure 4. X-ray diffraction patterns of ITO:Ga thin films

The optical properties of ITO:Ga thin films were measured at room temperature (300 K) using a Jasco V-670 spectrometer. The band gap was determined from the Tauc plot of the absorption coefficient, and the results are shown in Fig. 5. From this graph one can see that the band gap of thin films can be adjusted by changing the Ga content, thus increasing it from 3.55 eV for ITO to 4.1 eV for 40% Ga concentration.

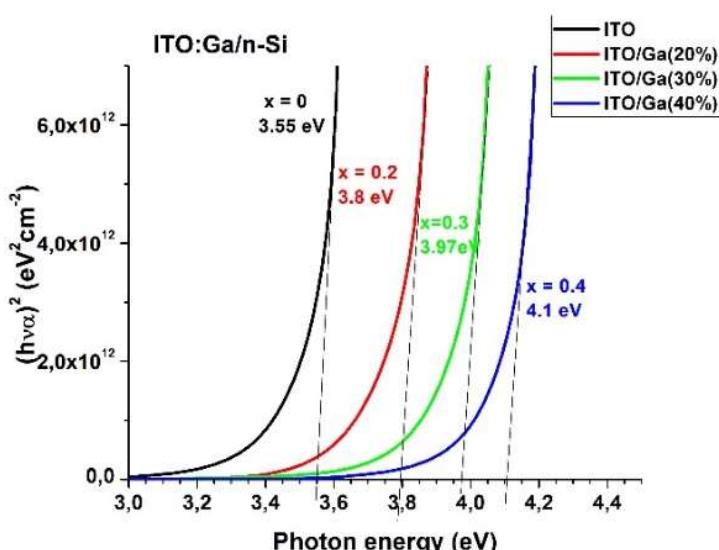


Figure 5. Tauc plot of optical absorption spectra measured at room temperature for ITO:Ga films deposited by spray pyrolysis methods on Si substrates

Conclusions

The results of this study demonstrate the influence of Ga content on the morphological, structural and optical properties of ITO thin films with x value from 0.0 to 0.4 prepared by spray pyrolysis deposition on Si (100) substrates. It has been established that the increase of Ga concentration leads to the increase of nanoparticles size, as well as the thickness of thin films from 90 nm for ITO to 260 nm for films with 40% Ga content, with the same duration of the deposition process of 10 minutes. As the concentration of Ga increases, the band gap of the material also increases, it reaching a value of 4.1 eV for 40 % of Ga content.

Acknowledgment. This work was supported financially by the DAAD scholarship (German Academic Exchange Service) in cooperation with the Leibniz Institute for Solid State and Materials Research (IFW), Institute for Metallic Materials (IMW), Dresden, Germany and by the NARD of the Republic of Moldova through grant No.20.80009.5007.02.

References

1. SAKO, T., OHMI, A., YUMOTO, H., & NISHIYAMA, K. ITO-film gas sensor for measuring photodecomposition of NO₂ gas. *Surface and Coatings Technology*, pp.781–785, (2001). [https://doi:10.1016/s0257-8972\(01\)01107-0](https://doi:10.1016/s0257-8972(01)01107-0).
2. PATEL, N. G., PATEL, P. D., & VAISHNAV, V. S. Indium tin oxide (ITO) thin film gas sensor for detection of methanol at room temperature. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 2003, 96(1-2), pp.180-189. [https://doi:10.1016/s0925-4005\(03\)00524-0](https://doi:10.1016/s0925-4005(03)00524-0).
3. Y. SHEN, X. XU, Q. LIU, Z. ZUO, H. LIU, M. ZHANG, AND X. HU. Effects of Indium-Tin Oxide Film Morphologies on Light-Output Characteristics of GaN-Based Light-Emitting Diodes. *J. Nanoelectron. Optoelectron.*, 2014, 9(4), pp.549-553. <https://doi.org/10.1166/jno.2014.1624>.
4. CURMEI NICOLAI, ROTARU CORNELIU, SPOIALĂ DORIN. Density of the surface states at the interface of the ITO/n-Si structures determined from voltage-capacity characteristics. *International Conference on Materials Science and Condensed Matter Physics*, Chisinau, Moldova, 25-28 september 2018, 9 edition, 2018, pp.318.
5. CURMEI NICOLAI. Efficient low-cost solar cells based on ITO-nSi. *Moldavian Journal of the Physical Sciences (MJPS)*, Chisinau, Republic of Moldova, 2021, Vol. 15, Nr.1-2, pp. 76-82. ISSN 1810-648X.
6. СИМАШКЕВИЧ АЛЕКСЕЙ, ШЕРБАН Д., КАРАМАН М., РУСУ МАРИН, БРУК Л., CURMEI NICOLAI. Фотовольтаические структуры ITO/SiO_x/n-Si повышенной эффективности. *Электронная обработка материалов*, 2016, Номер 52(3), pp.53-57. ISSN 0013-5739/ISSNe 2345-1718.
7. BIYIKLI, N., KIMUKIN, I., BUTUN, B., AYTUR, O., & OZBAY, E. ITO-Schottky Photodiodes for High-Performance Detection in the UV-IR Spectrum. *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*, 2004, 10(4), pp.759–765. <https://doi:10.1109/jstqe.2004.833977>.
8. KIM, H., LEE, G.N., KIM, J. Hybrid Structures of ITO-Nanowire-Embedded ITO Film for the Enhanced Si Photodetectors. *Journal of Nanomaterials*, 2018, pp.1-8. <https://doi:10.1155/2018/4178989>.
9. ZHAO, S., CHOI, D., LEE, T., BOYD, A. K., BARBARA, P., VAN KEUREN, E., & HAHM, J. Indium Tin Oxide Nanowire Networks as Effective UV/Vis Photodetection Platforms. *The Journal of Physical Chemistry C*, 2014, 119(26), pp.14483–14489. <https://doi:10.1021/jp506074c>.
10. VICTOR SUMAN, VADIM MORARI, EMIL V. RUSU, LIDIA GHIMPU, AND VEACESLAV V. URSAKI. Electrophysical properties of ITO:Ga₂O₃ films grown by RF magnetron sputtering. *Moldavian Journal of the Physical Sciences (MJPS)*, Chisinau, Republic of Moldova, 2021, Vol. 20, Nr.2, pp. 145–150. ISSN 1810-648X. <https://doi.org/10.53081/mjps.2021.20-2.05>.
11. CHANDRA, S., PANDYA, H. J., & VYAS, A. L. ITO Thin Films by RF Sputtering for Ethanol Sensing. *First International Conference on Sensor Device Technologies and Applications*, 2010, Nr.11642132. ISBN:978-1-4244-7473-8. <https://doi:10.1109/sensordevices.2010.31>.
12. HONG, C. H., WIE, S. M., PARK, M. J., & KWAK, J. S. Electron Beam Irradiated ITO Films as Highly Transparent p-Type Electrodes for GaN-Based LEDs. *Jour. of Nanoscie. and Nanotechn.*, 2013, 13(8), pp.5420–5423. <https://doi:10.1166/jnn.2013.7071>.

13. COUTAL, C., AZÉMA, A., & ROUSTAN, J.-C. Fabrication and characterization of ITO thin films deposited by excimer laser evaporation. *Thin Solid Films*, 1996, 288(1-2), pp.248–253. [https://doi:10.1016/s0040-6090\(96\)08824-4](https://doi:10.1016/s0040-6090(96)08824-4).
14. YAP, S. S., YONG, T. K., NEE, C. H., & TOU, T. Y. Pulsed Laser Deposition of ITO: From Films to Nanostructures. *Applic. of Las. Abl. - Thin Film Deposition, Nanomaterial Synthesis and Surface Modification*, 2016, pp.85-102. <https://doi:10.5772/65897>.
15. ZUEV, D. A., LOTIN, A. A., NOVODVORSKY, O. A., LEBEDEV, F. V., KHRAMOVA, O. D., PETUHOV, I. A., GASKOV, A. M. Pulsed laser deposition of ITO thin films and their characteristics. *Semiconductors*, 2012, 46(3), pp.410–413. <https://doi:10.1134/s1063782612030256>.
16. SOFI, A. H., SHAH, M. A., & ASOKAN, K. Structural, Optical and Electrical Properties of ITO Thin Films. *Journal of Electronic Materials*, 2017, 47(2), pp.1344–1352. <https://doi:10.1007/s11664-017-5915-9>.
17. A. S. TOIKKA, N. V. KAMANINA. Laser-vacuum deposited ITO thin films for optoelectronic applications. *Techn.*, 2021, Vol. 3, Issue 7, pp.154-160. ISSN:2668-778X.
18. OKUYA, M., ITO, N., & SHIOZAKI, K. ITO thin films prepared by a microwave heating. *-Thin Solid Films*, 2007, 515(24), pp.8656–8659. <https://doi:10.1016/j.tsf.2007.03.148>.
19. A. SIMASHKEVICH, G. SHEVCHENKO, YU. BOKSHYTS, L. BRUC, M. CARAMAN, I. DEMENTIEV, T. GOGLIDZE, N. CURMEI & D. SERBAN. Low-Cost ITO/n-Si Solar Cells with Increased Sensitivity in UV Spectrum Range. *Surface Engineer. and Appl. Electrochemistry*, 2021, vol. 57, pp.315–322. <https://doi:10.3103/S1068375521030133>.

PROIECTAREA ȘI REALIZAREA ROBOTULUI SCS

Adrian BÎRNAZ

Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedicală, Centrul de Nanotehnologii și Nanosenzori, Facultatea Calculatoare Informatică și Microelectronică, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

Autorul corespondent: Bîrnaz Adrian, adrian.birnaz@ee.utm.md

Rezumat. În prezența lucrare este descris procesul de proiectare și realizare a unei instanții de laborator, care va putea fi utilizată pentru creșterea din soluții a peliculelor subțiri de oxizi, utilizate ulterior pentru cercetare și integrare în senzori. Această instalație automatizează procesul tehnologic de creștere a oxizilor din diferite soluții și poate executa diferiți algoritmi prin setarea unor parametri, ca exemplu: numărul de vase cu diverse compuși anionici și cationici, ordinea scufundării probei în vase, timpul de menținere a substratului în soluții precum și setarea numărului de repetări și monitorizarea temperaturii soluțiilor.

Cuvinte cheie: sinteza chimică din soluție, nanomateriale, sisteme încorporate, sisteme de automatizare.

Introducere

Procesul tehnologic de sisteză chimică din soluții (SCS) este unul migălos, întrucât necesită repetarea de mai multe ori a uneia și aceeași operații: scufundarea substratului de sticlă în soluție de anioni și cationi și clătirea intermediară a acestuia. Un alt factor important este durata de timp în care proba se va afla într-o din soluții, iar pentru o repetabilitate a rezultatelor pe viitor, aceste intervale de timp trebuie respectate cu strictețe, lucru care cu dificultate poate fi realizat manual [1]. Soluțiile de anioni și cationi pot fi toxice pentru organismul uman. Din aceste considerente procesul tehnologic trebuie de automatizat.

La momentul actual pe piață există dispozitive cu un funcțional asemănător, dar care au și unele neajunsuri, cum ar fi: numărul limitat de vase și parametrii care se pot fi ajustați pentru diferite procese de creștere. Dispozitivul proiectat este cablabil să automatizeze procese tehnologice de creștere a peliculelor subțiri, cu setarea în dependență de proces al numărului de scufundări a probei, numărul de vase în care va fi scufundată proba, monitorizarea temperaturii și posibilitatea dirijării instalației de la distanță. Un alt avantaj important este costul dispozitivului realizat, care poate fi de câteva ori mai mic decât prețul instalațiilor industriale [2].

Proiectarea robotului SCS

Robotul SCS are ca scop principal automatizarea procesului de sinteză chimică din soluții a peliculelor subțiri. Există o veritate mare de procesele tehnologice prin care se pot obține pelicule de oxizi, respectiv pentru a putea acoperi această gamă, dispozitivul trebuie să disponă de un set de cât mai extins de obținui, unde se vor putea indica diferiți algoritmi de lucru cu setarea în prealabilă ai parametrilor necesari.

Obiectivele stabilite la proiectarea acestui instalații sunt următoarele: crearea unui set de programe prestabilite care vor permite sinteza diversilor oxizi, cum ar fi: oxidul de zinc, oxidul de cupru, oxidul de cadmu și alți oxizi [3–5]; selectarea numărului de recipiente cu soluții cât și indicarea poziției aflării lor în spațiu; setarea timpului aflării probei cât și ordinea acufundării ei în soluții; posibilitatea de monitorizarea a temperaturii solventilor utilizati în timpul procesului; deplasarea lină, pe două axe, a brațului robotic pe care va fi fixată proba; luarea în calcul a conectării unor dispozitive auxiliare utilizate în timpul procesului cum ar fi: plită electrică pentru încălzirea soluției, baie cu ultrasunet pentru curățirea substratului, amestecător magnetic etc.

Un alt aspect important este comoditatea utilizării acestui robot. Posibilitatea de dirijare de la distanță prin intermediul calculatorului, dar și nivelul redus de zgomot produs în timpul efectuării procesului tehnologic vor contribui la atingerea acestui scop.

Reieșind din obiectivele stabilite mai sus, în Tab. 1 sunt prezentate parametrii tehnici ai robotului SCS.

Tabelul 1

Parametrii tehnici ai instalației

Parametru	Valoare
Unitate de acționare	motor pas cu pas
Mecanism de acționare	braț robotic cu deplasare pe 2 axe
Numărul de recipiente	2 – 8 recipiente / setabil
Numărul de probe scufundate concomitent	1 – 4 / setabil
Durata scufundării	0 - 59 secunde / setabil
Număr de scufundări	1 – 999 / setabil
Clătirea probei	setabil
Termometru	0 – 100 °C
Dirijarea robotului	pupitru de comandă
Conecțarea cu calculatorul	Bluetooth
Tensiunea de alimentare	24V / 2A
Menținerea temperaturii lichidului	modul adițional
Amestecător	modul adițional

În baza obiectivelor și parametrilor tehnici stabiliți mai sus este proiectată schema bloc a instalației, prezentată în Fig. 1. Schema conceptuală este alcătuită din 12 blocuri distinctive din care este compusă instalația. În această schemă este indicat modul în care vor interacționa blocurile între ele.

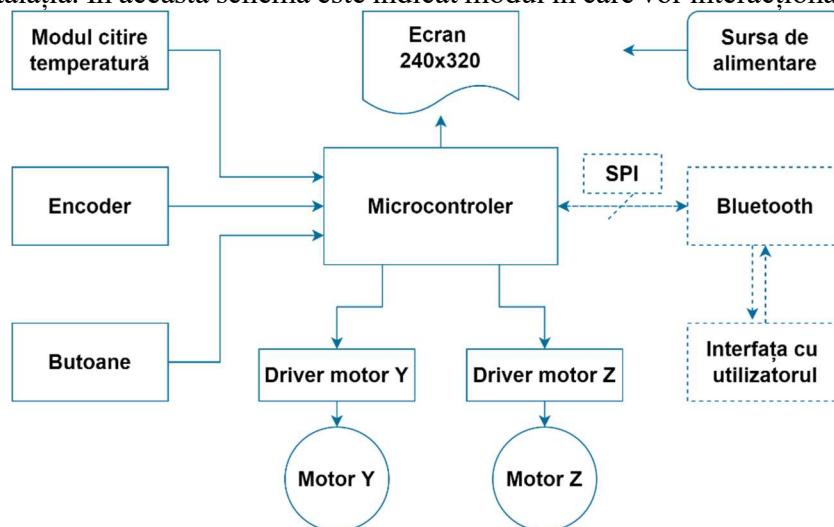


Figura 1. Schema conceptuală a robotului SCS

Microcontroler – Acest bloc este compus din microcontrolerul ATmega328p și circuitul necesar pentru funcționarea lui. Microcontrolerul va primi comenzi de la utilizator prin intermediul unui encoder și al unui set de butoane sau de la distanță prin intermediul modului Bluetooth. În dependență de comenzi primite și algoritmul de lucru prestabilit, microcontrolerul va dirija cu două drivere pentru motoarele pas cu pas, ce vor asigura deplasarea lină a brațului robotic pe axa Y și axa Z. De asemenea microcontrolerul va prelucra date parvenite de la modul de achiziționare temperaturii și va raporta întregul procesul către ecran și calculator.

Driver motor Y – Modelul driverului selectat este TMC2130. Fiind un driver de înaltă performanță, face posibilă dirijarea unui motor pas cu pas bipolar, asigurând o funcționare silențioasă a acestuia la un consum redus de curent, datorită tehnologiilor StealthChop™ și CoolStep™. Acest driver poate comuta curenți de până la 1.2 A, asigurând totodată și protecția la

suprasarcini, având posibilitatea să detecteze cu înaltă precizie sarcina aplicată motorului fără utilizarea unui senzor auxiliar [6]. Comunicarea dintre microcontroler și driver este realizată prin intermediul interfeței SPI (Serial Peripheral Interface, din engleză interfață serial periferică).

Driver motor Z – Identic cu driverul pentru motorul Y, unică diferență fiind dirijarea cu motorul ce asigură deplasarea brațului robotic pe axa Z.

Motor Y – Este selectat motorul pas cu pas bipolar, 1704HS168A-OB[7]. Unghiul unui pas este de 1.8°, iar viteza maximă de rotație este egală cu 2500 pps. Datorită driverului utilizat un pas poate fi divizat în 256 de micro-pași. Astfel unghiul de rotație la un micro-pas constituie 0.007° ce permite poziționarea foarte exactă a brațului robotic.

Motor Z – Este identic cu motorul Y și este utilizat pentru deplasarea brațului robotic pe axa Z.

Modul citire temperatură – Este format dintr-un traductor rezistiv de temperatură PT100[8] și circuitul de condiționare semnului achiziționat de la traductor. Rezistorul PT100 intră în componența unei punți Wheatstone, iar diferența de tensiune dintre brațul de referință și brațul în care este conectat traductorul de temperatură, este amplificată de amplificatorul instrumental AD620 [9].

Encoder – Prin intermediul acestui bloc se va realiza interacțiunea dintre utilizator și robotul SCS. În particular cu ajutorul encoder-ului se va naviga prin meniu dispozitivului unde va fi posibilă setarea parametrilor necesari pentru ajustarea proceselor tehnologice.

Butoane – Acest bloc dublează funcționalitatea encoder-ului, iar prin intermediul lui va fi simplu de indicat pozițiile în care trebuie să se deplaseze brațul robotic, dar și transmiterea comenziilor de începere, stopare sau punerea pe pauză a procesului tehnologic.

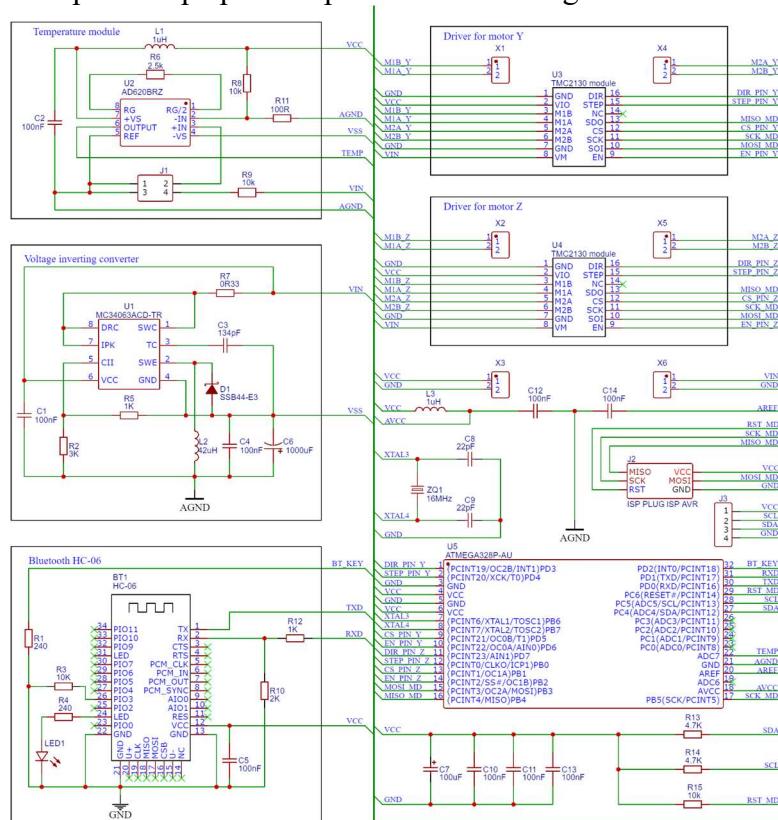


Figura 2. Schema electrică principală a robotului SCS

Ecran 240x320 – Pentru monitorizarea procesului este utilizat un ecran cu rezoluția de 240x320[10], pe care vor fi afișate informațiile despre regimul selectat, parametrii setați, numărul de repetări și timpul rămas până la finisarea procesului. Pe ecran pot fi afișați și alți parametrii cum ar fi temperatura reactanților.

Sursa de alimentare – Formează tensiunile necesare pentru alimentarea atât a modulelor de bază cât și a celor periferice. De asemenea acest modul va forma și potențialul negativ necesar pentru alimentarea amplificatorului instrumental din componența modulului de citire a temperaturii.

Bluetooth – Prin intermediul acestui bloc are loc schimbul de date dintre utilizator și calculator. Modelul Bluetooth-ului selectat este HC-06, utilizat pe scară largă în aplicații industriale.

Interfața cu utilizatorul – Reprezintă aplicația care va rula pe calculator sau alt dispozitiv, și va face posibilă dirijarea procesului tehnologic de la distanță.

În baza schemei conceptuale a fost proiectată schema electrică principală care include blocurile descrise mai sus. Schema electrică principală este prezentată în Fig. 2. Prototipul cablajului imprimat este prezentat în figura de mai jos, și este divizat în două plăci distincte, care vor separa parte de control de partea de dirijare al robotului SCS.

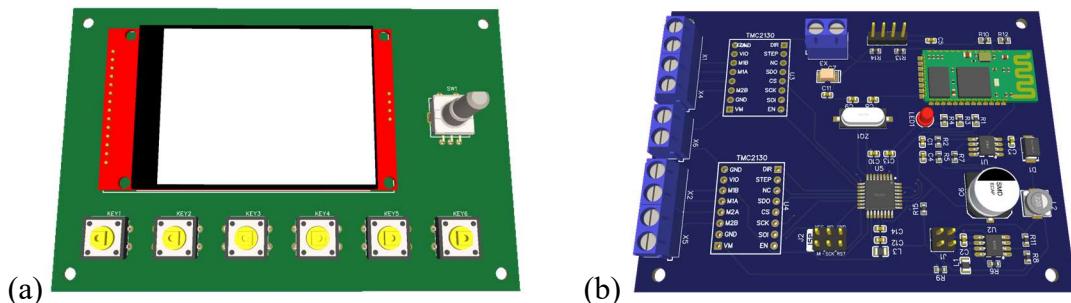


Figura 3. Imaginea 3D a cablajului imprimat al dispozitivului. (a) Pupitrul de comandă și (b) modulul de control.

Obținerea peliculelor subțiri de ZnO și CuO

Cu ajutorul robitului SCS proiectat să reușească creșterea peliculelor subțiri oxizilor de zinc și de cupru. Imaginile probelor obținute sunt prezentate în Fig. 3. Probele din ZnO posedă o aderență bună în comparație cu cele din CuO, care ulterior au fost prelucrate prin intermediul tratamentului fotonic rapid pentru a spori aderența oxidului la substratul din sticlă [2].

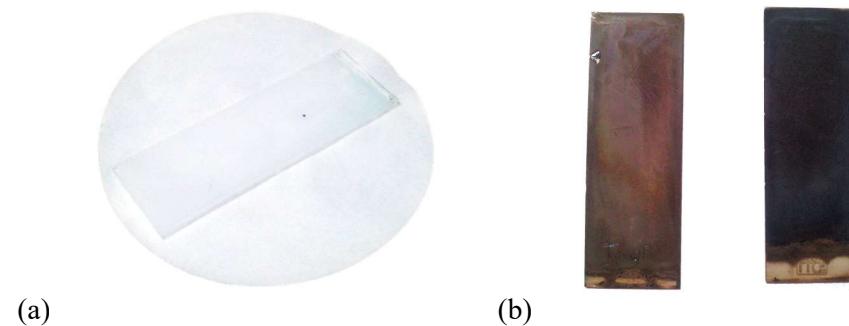


Figura 4. Imaginea probelor obținute. (a) Oxid de zinc și (b) Oxid de cupru

Morfologia probelor obținute prin metoda SCS a fost studiată prin intermediul microscopului cu baleaj, imaginile obținute sunt prezentate în Fig. 5. Nanostructurile oxidului de zinc au forma unor granule de dimensiuni diferite, pe când cele formate din oxid de cupru sunt asemănătoare cu o aglomerație de fire subțiri ce cresc dintr-un punct.

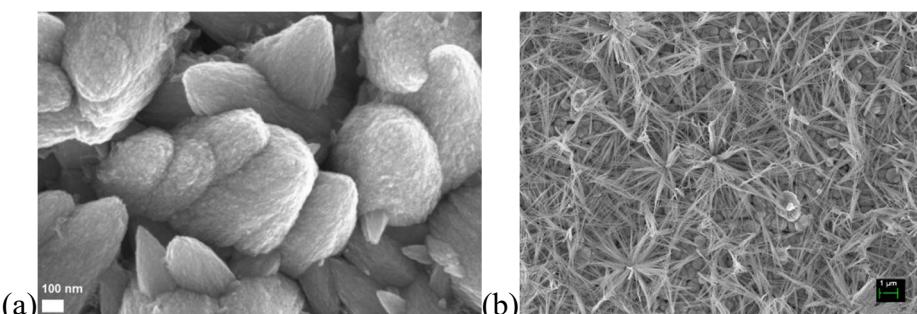


Figura 5. Imaginea SEM a probelor obținute. (a) Oxid de zinc și (b) Oxid de cupru

Concluzii

Sa reușit realizarea unui robot care permite automatizare procesului de sinteză chimică din soluții, ce permite creșterea peliculelor subțiri cu posibilitatea de setarea a mai multor parametri specifici procesului tehnologic. Pentru testarea dispozitivului au fost crescute două probe din oxizi diferiți, care ulterior vor putea fi integrați în senzori de gaze, radiație ultravioletă sau radiație gamma.

Mulțumiri. Adrian Bîrnaz este recunoscător Universității Tehnice a Moldovei în special prof. univ. dr. hab. Lupan Oleg pentru susținerea acordată.

Cercetările au fost parțial susținute de Autoritatea Suedeză pentru Siguranță la Radiații (contract nr. SSM2020-7534).

Referințe:

1. LUPAN, Oleg. *Structuri de dimensiuni reduse în bază de oxizi: Tehnologii, proprietăți și dispozitive*. Chișinău, 2011.
2. BÎRNAZ ADRIAN. *Proiectarea și realizarea robotului SCS*. Chișinău, 2021.
3. LUPAN, O.I.; S.T. SHISHIYANU and T.S. SHISHIYANU. Nitrogen oxides and ammonia sensing characteristics of SILAR deposited ZnO thin film. *Superlattices and Microstructures* [online]. 2007, **42**(1–6), 375–378. ISSN 07496036. Disponibil: doi:10.1016/j.spmi.2007.04.009
4. LUPAN, Oleg; Sergiu SHISHIYANU; Lee CHOW and Teodor SHISHIYANU. Nanostructured zinc oxide gas sensors by successive ionic layer adsorption and reaction method and rapid photothermal processing. *Thin Solid Films* [online]. 2008, **516**(10), 3338–3345. ISSN 00406090. Disponibil: doi:10.1016/j.tsf.2007.10.104
5. LUPAN, C.; A. SCHÜTT; A. BÎRNAZ; M. HOPPE and R. ADELUNG. Sensorial and Local Reflectivity Properties of the Columnar ZnO:Eu Films. *IFMBE Proceedings* [online]. 2019, **77**, 253–257 [accessed. 2022-02-27]. ISSN 14339277. Disponibil: doi:10.1007/978-3-030-31866-6_50
6. *TMC2130 - Trinamic* [online]. [accessed. 2022-01-07]. Disponibil: <https://www.trinamic.com/products/integrated-circuits/details/tmc2130/>
7. *NEMA 17 Stepper Motor - OpenBuilds Part Store* [online]. [accessed. 2022-01-07]. Disponibil: <https://openbuildspartstore.com/nema-17-stepper-motor/>
8. Pt100 Temperature Sensors Type TF101 [online]. no date [accessed. 2022-01-07]. Disponibil: www.ziehl.de
9. *AD620 Datasheet and Product Info | Analog Devices* [online]. [accessed. 2022-01-07]. Disponibil: <https://www.analog.com/en/products/ad620.html>
10. ILI9341 a-Si TFT LCD Single Chip Driver 240RGBx320 Resolution and 262K color Specification [online]. no date [accessed. 2022-01-07]. Disponibil: <http://www.ilitek.com>

SUBSECȚIA INGINERIA SISTEMELOR BIOMEDICALE

BIOMEDICAL SYSTEMS ENGINEERING SUBSECTION

CONTROLUL CU DIRIJAREA AUTOMATĂ ȘI CU POSIBILITATEA DE AVERTIZARE A UTILIZATORULUI LA MODIFICAREA PARAMETRILOR FIZIOLOGICI

Valeriu TUGULEA

Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedicală, Facultatea Calculatoare Informatică și Microelectronică,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

Autorul corespondent: Valeriu TUGULEA, valeriu.tugulea@mib.utm.md

Rezumat. Monitorizarea parametrilor fiziolegici cu evidență (detașarea) parametrilor patologici și cu transmiterea parametrilor patologici la un alt dispozitiv pentru dozarea soluțiilor medicamentoase (infuzomat) care va stopa sau delimita esențial dozarea soluțiilor medicamentoase spre pacient. În cazul în care parametrii patologici vor tinde spre normalizare acest dispozitiv (infuzomatul) își va relua activitatea (dozarea) soluțiilor medicamentoase către pacient.

Cuvinte cheie: ECG, SpO₂, RR, Puls, T/A, ESP 8266, HC-05, Infuzomat

Introducere

Bolile cronice în stare de acutizare prezintă la nivel național cît și la nivel global întodeauna o prioritate de o importanță majoră pentru cercetători și pentru toți cei implicați în domeniul medical mai ales acei din domeniul bioingineriei medicale [1].

Actualitatea temei este crearea unui sistem de monitorizare umană care ar rezolva trei sarcini importante din punct de vedere social și medical:

- asigurarea monitorizării pacienților în secțiile de terapie intensivă supra încarcate în condițiile de pandemie
- disponibilitatea parametrilor fiziolegici și patologici pentru analiza ulterioară sau în caz de neclarități de diagnostic sau tratament
- sistemul va da posibilitatea de a monitoriza și transmite datele parametrilor fiziolegici a pacientului, care vor fi transmise și la un alt centru pentru intervenirea rapidă în caz de înrăuțătirea bruscă a sănătății pacientului.

Deasemenea actualitatea temei este caracterizată prin necesarul și acuitatea, insuficientă a lucratorilor medicali adică reducerea forței de muncă în instituțiile medicale cît la nivel național cît și la nivel internațional mai ales în cazul de pandemie de nivel global.

O altă esențială problemă care poate fi rezolvată cu ajutorul sistemei (dispozitivelor implementate), este multitudinea de echipamente în secțiile de terapie intensivă (fig. 1) cît și reducerea zgomotului și alarmelor pentru compensarea stresului la pacienți, deasemenea compensarea vizuală și acustică a stresului în rândul rudelor și vizitorilor.

Cu introducerea acestei sisteme putem rezolva o alta problema cu totalitatea firelor care sunt conectate diverse echipamente din secția de terapie intensivă cît și o mare probabilitate de uzură și defectare ulterioară a acestora cea ce poate cauza un disconfort continu cît pentru pacient atât și pentru lucratorii medicali din secția respectivă.



Reducerea forței de muncă

Reducerea zgomotului și alarmele pentru compensarea stresului la pacienți

Compensarea vizuală și acustică a stresului în rândul rudelor și vizitatorilor

Fig.1 Sectia de Terapie Intensiva

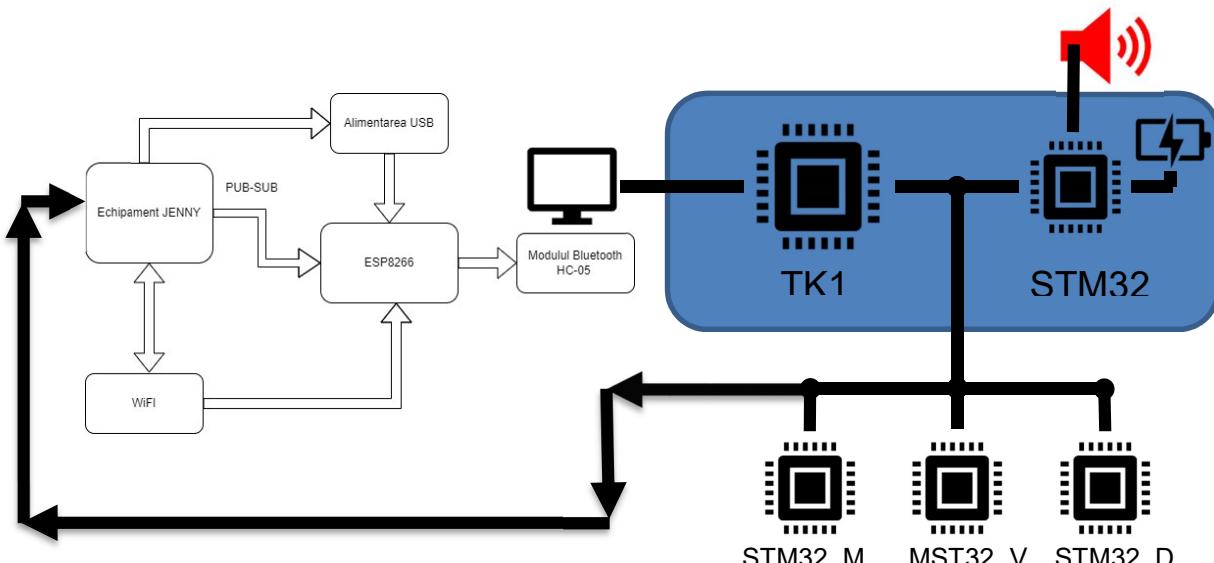


Fig.2 Schema de conectare a echipamentului Jenny Sistemul Modular

Schema de conectare a echipamentului Jenny Sistemul Modular De Îngrijire Critică cu conectarea la schema de transmitere a parametrilor fiziologici vitali ESP8266 cu modulul Bluetooth HC-05 prin metoda de transmitere Bluetooth către echipamentul de dozare a substanelor medicamentoase în cazul nostru (Infuzomat CODAN Argus), realizarea transmiterii datelor de la echipament spre ESP8266 se va efectua prin limbajul de comunicare PUB-SUB.

Schema de conectare a echipamentului Jenny Sistemul Modular este prezentată în (fig. 2). Modulul Bluetooth HC-05 este un modul Bluetooth SPP (Serial Port Protocol) ușor de utilizat, conceput pentru configurarea transparentă a conexiunii seriale fără fir. Comunicarea se face prin comunicare serială, ceea ce face o modalitate ușoară de interfață cu controlerul sau PC-ul. Modulul Bluetooth HC-05 oferă modul de comutare între modul master și modul slave, ceea ce înseamnă că nu poate utiliza nici primirea, nici transmiterea datelor.

Tabelul 1

Frecvența cardiacă normală în repaus, în bătăi pe minut (bpm)

Sugari de la 0 la 3 luni	99-149 bpm
Copii de la 3 la 6 ani	89-119 bpm
Copii de la 6 la 12 ani	79-119 bpm
Copii de la 1 la 10 ani	69-129 bpm
Copii peste 10 ani și insulte	59-99 bpm
Adulti sportivi, bine antrenati	39-59 bpm

Frecvența cardiacă bazală sau de repaus (HRrest) este definită ca frecvența cardiacă a unei persoane care este trează, plasată într-un mediu neutru și care nu este supusă unor eforturi sau stimulări recente, cum ar fi stresul sau frica. Intervalul normal este de 60-100 de bătăi pe minut. HR de repaus este adesea legată de mortalitate. De exemplu, mortalitatea de orice cauză crește cu 1,22 (raportul de risc) atunci când ritmul cardiac depășește 90 bpm. Rata mortalității pacienților cu infarct miocardic crește de la 15% la 41% dacă frecvența cardiacă depășește 90 bpm [2,3].

Acest modul va fi conectat a sistemul modular critic Jenny, parametrii patologici care vor fi depistați în cadrul comparării cu parametrii fiziologici normali vor fi transmiși spre pompa de infuzie care va stopa sau limitea infuzia medicamenelor către pacient.

In acest context se va descrie sistemele de infuzie în cazul nostru am selectat din multitudinea de pompe de infuzie una din cele mai avansate și de ultima generație care. Respectiv aceasta pompa de infuzie CODAN Argus va primi semnalele parametelor prin Atmega 2560 cu ESP8266 conectată la modulul Bluetooth HC-05.

Concluzii

In rezultatul realizării proiectului dat au fost obținute urmatoarele rezultate.

1. Cercetarea, analizarea diferitor metode, tehnici care monitorizează unii parametri fiziologici importanți în starea de sănătate a pacienților, ca parametri sunt: Ritmul Cardiac, Rata Respirației, Electrocardiograma, (ECG), Saturația Oxigenului (SpO2) s.a.
2. În cadrul acestui proiect au fost deosebitea cercetate diferite metodele și tehnici a monitorizării parametrilor fiziologici vitali la distanță .
3. Elaborarea etapelor de dezvoltare ale sistemului de monitorizare a parametrilor fiziologici.
4. Elaborarea sistemului de monitorizare a parametrilor fiziologici și patologici ale corpului uman cu transmiterea datelor la distanță.
5. Determinarea biosenzorilor și traductoarelor necesari pentru elaborarea dispozitivului de captare a datelor (parametrilor fiziologici).
6. A fost proiectat și realizat un sistem de monitorizare la distanță pentru secția de reanimare intensive, care este foarte actuală, luând în considerație numărul mare de pacienți infectați cu covid-19.

Cercetând diferite sisteme de monitorizare, metode de captare ale parametrilor fiziologici și patologici ale pacientului la distanță, respectiv au fost cercetați deosebilea și parametrii fiziologici și cei patologici ai corpului uman în dependență de vîrstă necesari în acest proiect pentru monitorizarea la distanță și modalitățile de transmitere a datelor la distanță, elaborând sistemul de monitorizare a parametrilor fiziologici și patologici a pacientului la distanță, deosebilea au fost dezvoltate metodele de monitorizare a parametrilor fiziologici și patologici cu transmiterea datelor

la distanță prin metode fără fir și determinarea metodelor de culegere a parametrilor, sunt determinate traductoarele și biosenzorii care realizează scopul propus elaborând prototipul dispozitivului de culegere a parametrilor și transmiterea acestora.

Studiu realizat cu suportul proiectului 20.80009.8007.26 „Pilotarea aplicării principiilor medicinei personalizate în conduită pacienților cu boli cronice netransmisibile” din cadrul Programului de Stat (2020-2023), autoritatea contractantă: Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare

BLIOGRAFIE

1. IAVORSCHI, A.; Corciova C.P.; ȘONTEA, V. Biomedical instrumentation (rom) Chișinău: Pontos, 2017 , Europress ,300 p. ISBN 978-9975-51-866-
2. ROTARIU, C. Sisteme de telemonitorizare a parametrilor vitali, În: Editura „Gr. T Popa ”UMF Iași, 2009.
3. EDERLE J., BLANCHARD S., BRONZINO J.D., (2005), *Introduction to Biomedical Engineering*, Elsevier Academic Press.

DISPOZITIV PORTABIL PENTRU RECUPERAREA MOBILITĂȚII MÂINII POST-AVC

Andra-Cristiana BĂEȘU

Departamentul Științe Biomedicale, Facultatea de Bioinginerie Medicală, Universitatea de Medicină și Farmacie "Grigore T. Popa", Iași, România

Autorul corespondent: Andra Cristiana Băeșu, baesuandra09@gmail.com

Rezumat. Accidentul vascular cerebral este distins în mod frecvent în rândul persoanelor tinere, care prezintă un stil de viață dezordonat, haotic și asupra căruia stresul zilnic își pune amprenta asupra sănătății, mai cu seamă provocând diverse afecțiuni. Este bine-cunoscut faptul că pacienții care au dezvoltat această patologie necesită recuperare care nu se poate realiza decât cu ajutorul medicației recomandate de medicul specialist combinată cu exercițiile fizice în prezența fiziokinetoterapeuților, a logopezilor, psihologilor. De aceea, punctul de plecare în realizarea prototipului l-a reprezentat dorința de recuperare cât mai rapidă a copiilor prin intermediul căruia atenția să le fie captată, în permanență, pe toată durată terapiei, îmbinând ludicul cu terapia. Acest prototip se rezumă la o mină de dimensiuni moderate, ce monitorizează mișcările de pronație și supinație, monitorizare care este în strânsă corelație cu senzorii de presiune atașați ce captează forța cu care mingea poate fi strânsă, deci gradul de apăsare, valori care sunt analizate de microcontroller și care returnează o hartă de presiune realizată în Processing. Este necesară vizualizarea acestor date printr-o hartă pentru a avea o imagine de ansamblu asupra corectitudinii procedurii realizate dar și a evoluției subiectului în cauză, întrucât permite monitorizarea de la o ședintă la alta.

Cuvinte cheie: microcontroller, senzor de presiune, accelerometru, analiză date

Introducere

Accidentul vascular cerebral (AVC) are loc atunci când alimentarea cu sânge către o parte a creierului este întreruptă sau redusă, iar țesutul cerebral este privat de oxigen și alți nutrienți.

Un accident vascular cerebral poate fi cauzat de o arteră blocată, deci se poate discuta despre un accident vascular cerebral ischemic sau de scurgerea sau ruperea unui vas de sânge în cazul unui accident vascular cerebral hemoragic. Unii oameni pot prezenta doar o întrerupere temporara a fluxului sanguin către creier (atac ischemic tranzitoriu), care nu provoacă daune permanente [1].

Recuperarea deficitului motor trebuie făcută cât mai precoce și cât mai intens, mai ales în primele 6 luni după accidentul vascular cerebral. În această perioadă șansele de redobândire a capacitaților motorii sunt cele mai ridicate.

Un AVC poate uneori să provoace dizabilități temporare sau permanente, în funcție de zona cerebrală afectată și de perioada de timp în care creierul nu a beneficiat de sânge. Una dintre complicații poate fi paralizia sau pierderea funcției motorii [2].



Figura 1. Recuperare post-AVC

Material și metodă

Sistemul conceput și realizat are în componență un microcontroller Atmega328 situat pe platforma de dezvoltare Arduino Nano, care este definită ca o unitate de analiză și control conform schemei bloc din Figura 2.

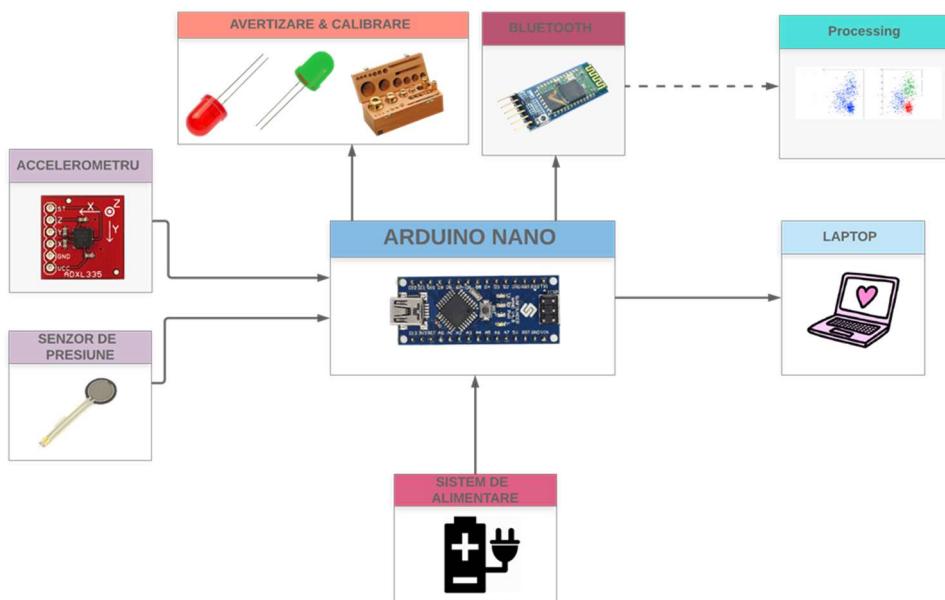


Figura 2. Schema bloc a dispozitivului

Arduino Nano

Arduino Nano este o platformă de procesare care utilizează aplicația Arduino IDE prin care se poate realiza programarea, compilarea și încărcarea programului în microcontroller. Acesta dispune de 14 intrări/ ieșiri digitale din care 6 sunt de tip PWM, intrări/ ieșiri analog, un port de alimentare cu 5V și unul de 3,3V. Deoarece nu există o alimentare externă se poate folosi o conexiune USB de tip Mini. (Figura 3) [3].

Tabel 1

Specificații tehnice Arduino Nano

Specificații tehnice	
Microcontroler	ATmega328p
Tensiune de lucru	5V
Tensiune de intrare (limita)	6-20V
Pini analogici	8
Pini digitali	14 (6 PWM I/O)
Intensitatea curentului pe ieșire 5V/3,3V	40 mA/50mA
Memorie Flash /EPROM	32 KB / 1KB
Clock Speed	16 MHz

Accelerometrul ADXL 335

Accelerometrul utilizat poate detecta mișările mainii, raportat la cele 3 axe. Mobilitatea axei Y este determinată în funcție de poziția pe care acesta o va lua în momentul calibrării, permitând măsurarea schimbărilor de înclinație mai mici de un 1 grad. Funcționează la o tensiune de alimentare cuprinsă între 2.8 și 3.3V. (Figura 3) [4].



Figura 3. Configurarea pinilor accelerometrului ADXL 335

Modulul Bluetooth

Modulul Bluetooth HC-05 (Figura 5) cu o tensiune de alimentare de 5V și cu un consum de 50 mA este folosit pentru a realiza o conexiune între dispozitiv și un laptop pentru transmiterea datelor ce urmează să fie interpretate în vederea realizării unei hărți de presiune [5].



Figura 4. Modulul Bluetooth HC-05

Senzor de forță

Pentru a putea analiza gradul de apăsare de la nivelul degetelor s-a optat pentru folosirea unor senzori de presiune de diferite dimensiuni. Senzorul dispune de doi conectori, iar rezistența măsurată între cei doi variază în funcție de gradul de apăsare [6].

Senzorul este alcătuit dintr-un polimer conductor și este realizat astfel încât să reducă dependența de temperatură, să îmbunătățească proprietățile mecanice și să crească durabilitatea suprafetei.

Pe pinul *GND* al senzorului se montează un rezistor de $10k\Omega$ cuplat în configurație de divizor de rezistiv împreună cu senzorul. Conform diagramei de conectare a senzorului de presiune în configurația de divizor rezistiv, portul denumit *OUT* se va conecta la un port analog al platformei de dezvoltare [7].

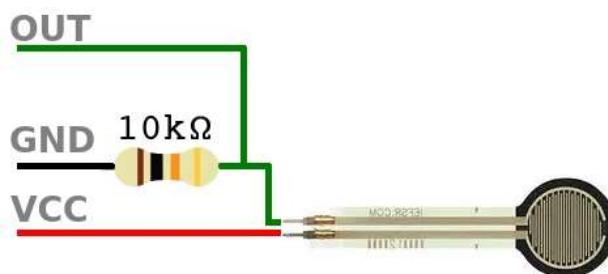


Figura 5. Modul de conectare al senzorului de forță

Pentru avertizarea pacientului s-a optat pentru elemente vizuale, fiind utilizat un led bicolor la atenționarea începerii calibrării, cât și pe toată durata procedurii [8].

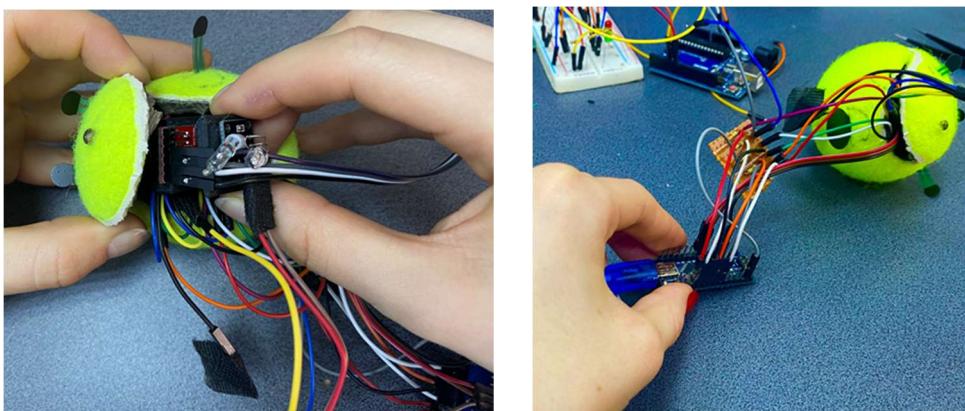


Figura 6. Montarea dispozitivului

Semnalele vizuale au fost generate de led-urile atașate; culoarea roșie pentru a avertiza calibrarea și culoarea verde pentru a evidenția poziția corectă, deci începerea tratamentului. Calibrarea sistemului s-a realizat prin intermediul unei secvențe de cod care se regăstește în structura aplicației software propriu-zise [9].

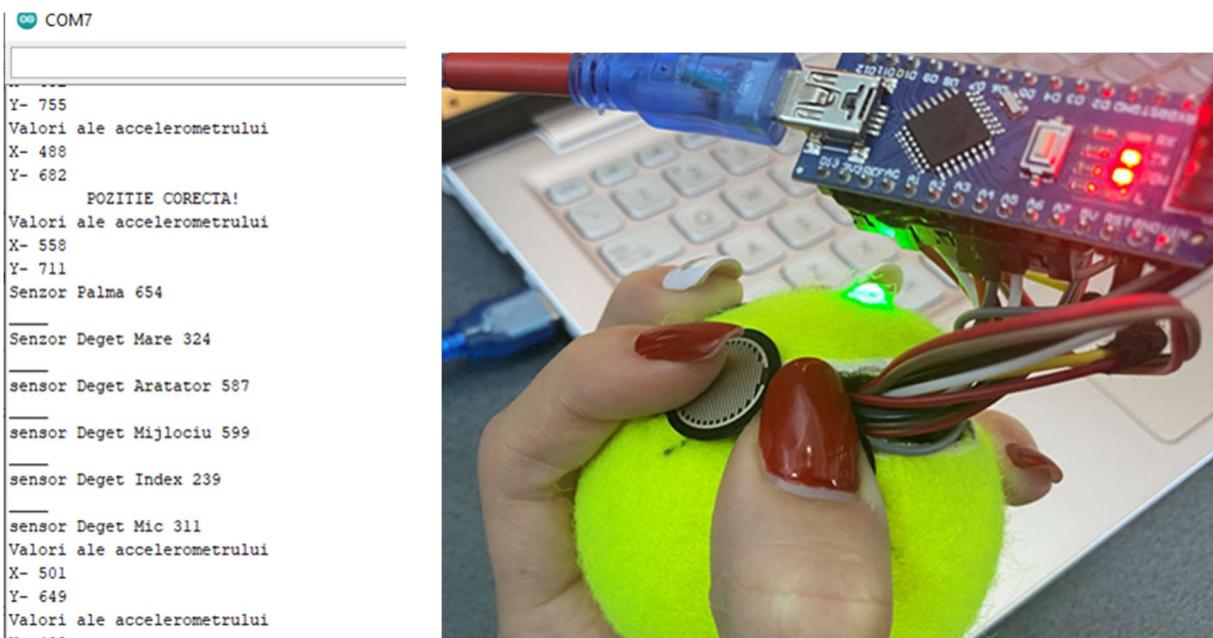


Figura 7. Afisarea valorilor obtinute a senzorilor de presiune împreună cu modul de aplicare

Concluzii

În urma conectării modulului Bluetooth a putut fi facilitată legătura dintre prototipul realizat și afișarea pe serială a valorilor returnate de la senzori. Cu aceste valori s-a putut realiza o prima calibrare a valorilor obținute în urma mișcărilor sugerate de către fizioterapeut. Totodată pentru a stoca aceste valori în urma mișcărilor realizate de pacient s-a optat pentru realizarea unui fișier txt pe laptop-ul cu softul dezvoltat. Pentru o mai bună vedere de ansamblu, valorile restituite pot conduce la realizarea unei hărți de presiune în funcție de gradul de libertate al degetelor sesizat de fiecare senzor de presiune în parte.

Rezultatele preliminare ale dispozitivului realizat îndeplinesc criteriile astfel încât prin utilizarea dispozitivului și monitorizarea permanentă a pacientului se poate ameliora gradul de durere în funcție de mișcările pe care dorește să le execute.

Este un dispozitiv discret, portabil, ce se poate folosi nu doar în centrele de recuperare, ci și la domiciliul pacientului, la recomandarea medicului întrucât nu-i afectează viața.

Mulțumiri

Țin să mulțumesc profesorilor coordonatori din cadrul Universității de Medicină și Farmacie “Grigore T. Popa”, Iași, Facultatea de Bioinginerie Medicală, Departamentul Științe Biomedicale: Conf. Univ. Dr. Bioing. Corciovă Călin, Drd. Bioing. Fuior Robert, Asist. Dr. Bioing. Luca Cătălina.

Referințe

1. P. Marque, D. Gasq, E. Castel-Lacanal, X. De Boissezon, I. Loubinoux, Post-stroke hemiplegia rehabilitation: Evolution of the concepts, Annals of Physical and Rehabilitation Medicine, Volume 57, Issue 8, 2014, Pages 520-529, ISSN 1877-0657, <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2014.08.004.H>
2. L. Oujamaa, I. Relave, J. Froger, D. Mottet, J.Y. Pelissier Rehabilitation of arm function after stroke. Literature review Annals of physical and rehabilitation medicine, 52 (2009), pp. 269-293
3. Arduino Nano, <https://www.robofun.ro/arduino-62/controlor-nano-v3-0-pentru-chip-ft232.html>, accesat în 2022
4. Accelerometru ADXL 377, <https://www.robofun.ro/accelerometru/accelerometru-adxl377.html>, accesat în 2022
5. Modul Bluetooth, <https://www.optimusdigital.ro/ro/wireless-bluetooth/153-modul-bluetooth-master-slave-hc-05-cu-adaptor.html>, accesat în 2022
6. E. D. Engeberg and S. Meek, "Improved Grasp Force Sensitivity for Prosthetic Hands Through Force-Derivative Feedback," in IEEE Transactions on Biomedical Engineering, vol. 55, no. 2, pp. 817-821, Feb. 2008, doi: 10.1109/TBME.2007.912675.
7. S. F. Ahmed, M. H. Tanveer, I. J. Kiwarkis and H. B. Basy, "Design and Controlling of Low-Cost Prosthetic Hand Using Force Sensor," 2020 3rd International Conference on Information and Computer Technologies (ICICT), 2020, pp. 347-350, doi: 10.1109/ICICT50521.2020.900061.
8. Senzor de presiune, <https://www.optimusdigital.ro/ro/componente-electronice-rezistoare/3904-rezistor-pentru-masurarea-forei-de-apasare-fsr402.html?searcresults=68> accesat în 2022
9. W. Li et al., "F-TOUCH Sensor for Three-Axis Forces Measurement and Geometry Observation," 2020 IEEE SENSORS, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/ SENSORS47125.2020.9278600.

DISPOZITIV PORTABIL UTILIZAT ÎN ASISTENȚĂ RESPIRATORIE NEINVAZIVĂ

Adelina-Elena EZARIU*, Bianca-Georgiana POTOP

*Departamentul de Științe Biomedicale, Facultatea de Bioinginerie Medicală,
Universitatea de Medicină și Farmacie GRIGORE T POPA, Iași, România*

*Autor Corespondent: Adelina-Elena EZARIU, ezariuae@gmail.com

Abstract. Terapia cu presiune pozitivă continuă în căile aeriene de tip CPAP reprezintă tratamentul de primă intenție în cazul pacienților cu probleme respiratorii. Datorită pandemiei de COVID 19 se resimte o cerere acută a dispozitivelor medicale ce oferă suport respirator. Această lucrare are drept scop realizarea unui dispozitiv intelligent miniaturizat care să reducă dezavantajele dispozitivelor CPAP clasice. Dispozitivul experimental este de dimensiunea unei măști și menține presiunea terapeutică prin interconectarea unor componente esențiale, precum un motorăș, un microprocessor și un senzor de presiune. Pentru minimizarea variațiilor de presiune în timpul respirației spontane și disconfortului de expirație împotriva presiunii pozitive se determină punctul de tranziție dintre expir și inspir. Astfel, dispozitivul menține o presiune constantă pentru a evita colapsul căilor aeriene. Dispozitivul conceput poate reprezenta o variantă confortabilă și ușor de utilizat, atât acasă cât și în unitățile medicale, pentru terapia cu presiune pozitivă continuă în căile aeriene, îmbunătățind calitatea vieții pacientului.

Keywords: asistență respiratorie, dispozitiv portabil, mini CPAP

Introducere

Sistemul respirator asigură schimbul de gaze dintre organism și aerul din atmosferă, oxigenul din mediul extern fiind furnizat celulelor, iar dioxidul de carbon din mediul intern fiind eliminat în atmosferă. Respirația cuprinde două faze: respirația externă sau pulmonară care reprezintă schimbul de gaze dintre plămâni și atmosferă și respirația internă sau celulară prin utilizarea oxigenului în reacții de oxidoreducere [1].

Patologiile respiratorii sunt vaste și includ diagnostice ușoare precum pneumoniile de diferite cauze sau grave, ca în cazul detresei respiratorii sau a patologiilor COVID 19. Sindromul de apnee reprezintă intreruperea intermitentă a fluxului de aer la nivelul nasului și gurii în timpul somnului, o patologie respiratorie cu o incidență mare [2]. Aceasta prezintă consecințe grave în sfera pneumologiei, neurologiei, cardiologiei, ORL, endocrinologiei, psihiatriei, chirurgiei buco-maxilo-faciale [3]. Tulburările de somn datorate apneei sunt greu de diagnosticat, dar influențează relațiile sociale și performanțele intelectuale [4].

Terapia cu presiune continuă pozitivă în căile aeriene este tratamentul de elecție în fază incipientă pentru toate patologiile respiratorii.

Dispozitivele pentru administrarea presiunii continue pozitive în căile aeriene tip CPAP trebuie să crească nivelul de presiune automat în timpul inspirului pentru a menține presiunea terapeutică și să scadă la începutul expirației pentru a facilita expirul [5].

Materiale și metodă

Dispozitivul experimental destinat terapiei cu presiune pozitivă continuă în căile aeriene, de tip CPAP, a fost realizat plecând de la următoarele componente:

- | | |
|---------------------------------------|-------------------------|
| - Filtru Hepa | - Fire Dupont tată-tată |
| - Motor Brushless | - Baterii 12V |
| - Placă de dezvoltare Arduino Nano | - Cablu USB A-B |
| - Modul senzor de presiune MPXV7002DP | - Buton |
| - Termistor | - Mască CPAP |



Figura 1. Componentele sistemului

Filtrarea aerului înainte de introducerea în căile aeriene ale pacientului se face cu ajutorul unui filtru de tip HEPA, antibacterian și antiviral, pentru a evita posibilele infecții și complicații.

Placa de dezvoltare Nano V3 este echipată cu microcontrollerul ATmega328p, compatibilă Arduino [7]. Microcontrollerul achiziționează datele de la senzorul de presiune și termistor și comandă nivelul de rotație al motorului, realizându-se presurizarea aerului. Reglarea rotației motorului se face, în funcție de nivelul de eroare dintre presiunea măsurată de senzorul de presiune și presiunea terapeutică, prin variația tensiunii de intrare.

Senzorul MPXV7002DP este un senzor de presiune monolitic din silicon, de ultimă generație, ce poate măsura presiuni negative și pozitive cuprinse între -2 și 2 kPa [8].

Prin intermediul termistorului se determină punctul de tranziție dintre inspir și expir, eliminând disconfortul de expirație împotriva presiunii pozitive.

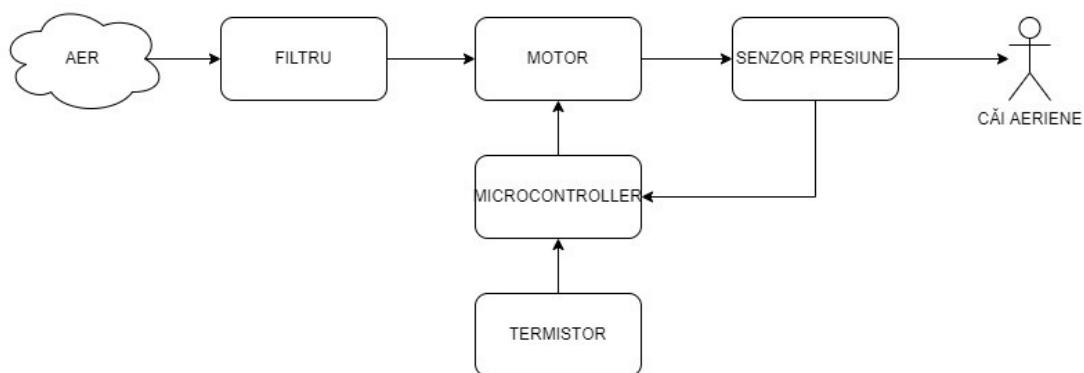


Figura 2. Principiul de funcționare al dispozitivului

Dispozitivul realizat sub forma unei măști, fără tuburi și cabluri, este ușor de utilizat, atât acasă, cât și în unitățile spitalicești. Pacientul trebuie să își fixeze masca pe față cu ajutorul sistemului de atașare, acoperind gura și nasul. Căile aeriene superioare trebuie verificate în prealabil pentru a nu fi obstrucționate.

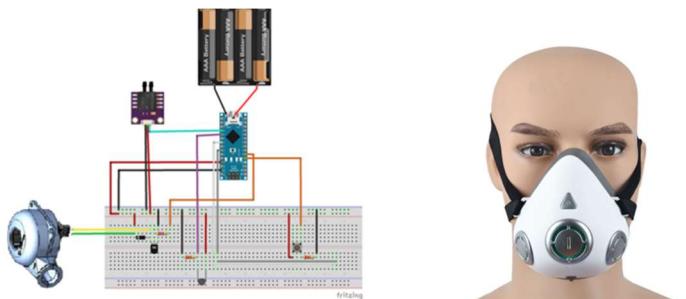


Figura 3. Schema electrică a dispozitivului realizat și aspectul final al acestuia

Datorită autonomiei bateriilor, pacientul poate utiliza dispozitivul minim 10 ore.

Rezultate și discuții

Presiunea medie aplicată la nivelul căilor aeriene superioare, specificată în ISO 17510:2015, este de 10 cmH₂O, cu un debit de 50 l/min. FDA (Food and Drug Administration) permite o eroare de +/- 2 cmH₂O pentru dispozitivele de tip CPAP [6].

Nivelul de eroare al dispozitivului se determină în urma măsurării succesive a debitului maxim inspirator, expirator și presiunii la ieșirea dispozitivului.

Dispozitivele de tip CPAP clasice prezintă dezavantaje precum prezența tuburilor și a cablurilor, greutatea crescută, dificultatea în utilizare și preț dezavantajos. Un alt dezavantaj remarcat este legat de zgomotul care poate fi deranjat. Dispozitivul CPAP miniaturizat prezintă disconfort scăzut și mobilitate crescută, zgomot redus, stabilitate, utilitate în cazul pacienților care respiră pe gură și evitarea sentimentului de claustrofobie.

Concluzii

Dispozitivul propus menține presiunea terapeutică și minimizează variațiile de presiune în timpul respirației spontane. Aceasta reprezintă o soluție fezabilă deoarece presiunea se reduce în mod activ în timpul expirului, eliminându-se un dezavantaj al dispozitivelor CPAP clasice. Această detecție poate fi îmbunătățită prin utilizarea unui anemometru cu fir Cald.

În viitor, dispozitivului i se poate adăuga un sistem de umificare fără apă pentru a se evita congestia nazală și sindromul de gura uscată, dar și un sistem de monitorizare a episoadelor de apnee pentru a putea urmări evoluția pacientului.

În prezent, dispozitivul propus rezolvă niște inconveniente majore ale terapiei cu dispozitive CPAP clasice, care aveau drept consecință renunțarea la terapie într-un timp relativ scurt.

Mulțumiri. Înținem să mulțumim colectivului de profesori coordonatori din cadrul Universității de Medicină și Farmacie GRIGORE T POPA Iași, Facultatea de Bioinginerie Medicală, format din As.Univ.Dr. LUCA Cătălina, Conf.Univ.Dr. CORCIOVĂ Călin și Bioing.Drd. FUIOR Robert.

Bibliografie

1. Zinovia Zorina, *Curs Anatomie*, Universitatea de stat de Medicină și Farmacie "Nicolae Testemițanu" din Republica Moldova, 2020.
2. Eliot A. Phillipson, *Harrison's Principles of Internal Medicine*, Vol.2, Mc Graw Hill Education, ISBN-10: 0071748873, p. 1632-1636.
3. Dan V. Poenaru, *Curs de pneumologie pentru studenți*, Editura „Victor Babeș”, Timișoara, ISBN 978-606-786-152-5, p. 145-149.
4. Elena Dantes, *Patologia somnului din perspectivă pneumologică. Sindromul de apnee în somn obstractiv*, Revista Medicală Română, Vol. LX, Nr. 3, 2013, Constanța, p. 168-178.
5. Zheng-Long Chen, Zhao-Yan Hu, Hou-De Dai, *Control system for a Continuous Positive Airway Pressure ventilator*, Biomed Eng Online 11, 5, 2012.
6. ISO 17510:2015, *Medical devices – Sleep apnoea breathing therapy – Mask and application accessories*, [accesat 13.01.2022]. Disponibil: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:17510:ed-1:v1:en:sec:C>.
7. <https://ardushop.ro/ro/electronica/31-placa-de-dezvoltare-nano-v3-atmega328.html> [accesat 13.01.2022]
8. <https://www.optimusdigital.ro/en/pressure-sensors/1353-modul-senzor-de-presiune-mpxv7002dp.html> [accesat 13.01.2022]

SISTEM DE MONITORIZARE A PARAMETRILOR VITALI BAZAT PE PLATFORMA IOT CU ANALIZĂ A DATELOR ÎNREGISTRATE ÎN MATLAB (GUI)

Robert FUIOR^{1,2*}

¹Inginerie electrică, Facultatea de inginerie electrică energetică și informatică aplicată,
Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi”, Iași, România,

²Științe biomedicale, Facultatea de Bioinginerie Medicală,
Universitatea de Medicină și Farmacie „Grigore T. Popa”, Iași, România

*Autorul corespondent: Robert Fuior, fuior.robert@gmail.com

Rezumat. Sănătatea, un prim aspect care joacă un rol important în influențarea vieții umane, a devenit o cauză tot mai mare de conștientizare și îngrijorare în zilele noastre deoarece majoritatea oamenilor pun mai mult accent pe activitățile zilnice în detrimentul sănătății. În această lucrare a fost creat și proiectat un sistem de îmbunătățire a sănătății care permite pacienților să stocheze zilnic, prin intermediul acestuia, parametrii vitali la domiciliu și să îi transmită prin cloud sau în situații de urgență prin rețelele mobile, sub forma unui mesaj text. Astfel se vor monitoriza un set de trei parametri: pulsul, saturația de oxigen în sânge și activitatea electrică a inimii care se regăsește sub denumirea de electrocardiogramă (ECG). De asemenea, un modul GPS pentru a determina locația exactă, acestea fiind interfațate cu o placă de dezvoltare Arduino Mega. Parametrii vitali pot fi vizualizați atât pe dispozitiv, cât și pe laptop pentru a descărca istoricul înregistrărilor.

Cuvinte cheie: Biosemnale, Microcontrolere, Electrocardiograma, IoT, Analiză biosemnal

Introducere

Obiectivul acestei lucrări îl reprezintă realizarea și implementarea unui sistem complex de monitorizare a funcțiilor vitale. Scopul acestuia este acela de a achiziționa și de a înregistra un set de parametrii fiziologici cum ar fi: ECG, pulsul, saturația de oxigen precum și ciclul respirator [1].

Pentru a crea un astfel de dispozitiv este necesară, în prima etapă, cunoașterea anatomiei, fiziologiei și patologiei miocardului. Totodată sunt prezentați și factorii de risc ce pot duce la un stop cardio-respirator ori alte afecțiuni ale miocardului. Implementarea dispozitivului nu se poate realiza fără o cunoaștere a procesului de înregistrare și monitorizare a tuturor parametrilor specificați [2].

Biosemnalele sunt catalogate drept semnale generate de sistemele biologice vii, ca rezultat al activităților biologice și reflectă o manifestare fizico – chimică care însoțește și caracterizează sistemul, având rolul de indicatori fideli ai activității acestora. Informațiile transmise sunt utilizate pentru a înțelege mecanismele fiziologice fundamentale ale unui proces sau sistem biologic precum și pentru stabilirea ulterioară împreună cu medicul specialist a unui diagnostic [3].

Material și metodă

Sistemul propus este unul de monitorizare a parametrilor vitali în timp real conceput să avertizeze/atenționeze abaterile de la valorile fiziologice ale pacientului. Realizarea aplicație se concentrează pe afișarea semnalelor biomedicale și conține o interfață grafică simplă, facilă citirii tuturor parametrilor necesari, venind în ajutor atât medicilor cât și pacienților.

• Arduino Mega

Placa de dezvoltare Arduino Mega este o platformă de tip open-source ce are la bază o parte software și una hardware. Aceasta este capabilă să interpreteze datele de la porturile de intrare (de exemplu: lumină pe un senzor, un deget pe un buton etc.) și să le transforme sub formă de ieșiri (pornirea unui LED, activarea unui motor etc.) [4].

Microcontroller-ul ATmega2560 aflat pe placa de dezvoltare Arduino Mega are o tensiune de funcționare de 5V, dar cu ajutorul unui stabilizator de tensiune se poate alimenta până la o tensiune de 12V. Prezintă 54 de pini (conexiuni exterioare) de intrare și ieșire, 15 pini de tip PWM (Pulse-width modulation) prin care putem achiziționa/ transfera date dar și 16 pini analogici. Aceasta mai are 4 pini de tip UART folosiți în general pentru afișarea informațiilor pe display după cum se poate observa în Figura 1.

Memoria flash fiind de 256KB, din care 8KB ocupăți de bootloader cu o frecvență de funcționare de 16MHz. Arduino Mega2560 poate fi alimentat prin conexiunea USB sau cu o sursă externă de alimentare. Placa poate funcționa pe o sursă externă de 6 până la 20 de volți, însă intervalul recomandat este de la 7 la 12 volți deoarece regulatorul de tensiune se poate supraîncărca și poate deteriora placa [5].

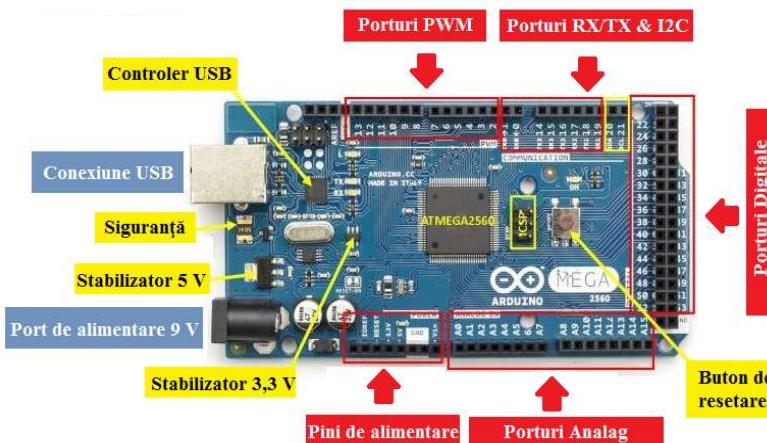


Figura 1. Platofora de dezvoltare Arduino Mega2560

• Modulul ECG ADS1292R

Modulul de ECG, ADS1292 are un set de porturi prin care este posibilă realizarea unor conexiuni între diferite platforme de achiziție. Am folosit pinii: VDD și GND pentru partea de alimentare (3.3V - 5V), portul START va fi utilizat pentru a inițializa partea de achiziție, portul CS putând selecta și optimiza intrarea de semnal dorită. Porturile DRDY și MISO sunt porturile de ieșire digitală ale modului, de asemenea pot fi utilizate porturile GPIO1, GPIO2 (Fig. 2) [6].

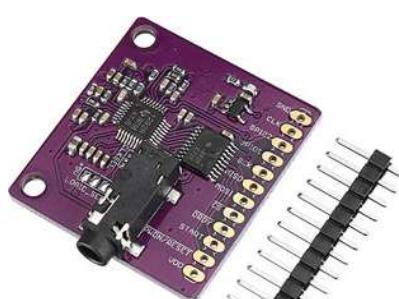


Figura 2. Modul ECG ADS1292R

• Modulul MAX30100

Senzorul de puls MAX30100 a fost folosit pentru a determina nivelul de puls și de saturatie în oxigen al pacientului. Acest senzor dispune de mai multe porturi de tip intrare și ieșire prin care se pot realiza conexiunile dintre diferite platforme de dezvoltare. De-asemenea, senzorul conține un microcontroler intern ce poate ajusta valorile achiziționate de la traductor. Totodată poate returna atât semnal de tip digital cât și analogic în funcție de aplicația dorită, conform schemei de conectare a pinilor prezentați în Figura 3 [7].

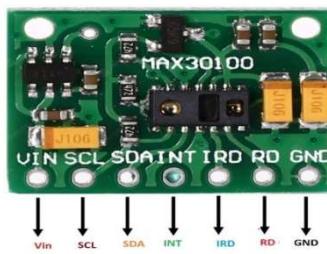


Figura 3. Modulul de SpO₂ MAX30100

Valorile furnizate de senzor vor fi transmise prin protocolul de comunicare I2C, fiind conectate la portul SDA și SCL situat pe numeroasele platforme de dezvoltare Arduino. Acest senzor poate fi plasat fie pe lobul urechii, deoarece are o rată ridicată de colectare, care ar putea fi ajustată din software, fie pe deget, fără a împiedica activitatea pacientului. Fiind conectat la o unitate centrală cu un nivel ridicat de procesare, există posibilitatea de a avea o imagine de ansamblu asupra valorilor pulsului și a nivelului saturăției în oxigen în timp real.

• Modulul GSM SIM800L

Modulul GSM SIM800L se alimentează la o tensiune de 3.4 - 4.4 V și comunică cu platforma de dezvoltare Arduino prin interfață serială de tip UART. Acesta are rolul de a menține o continuă conexiune la internet a întregului dispozitiv prin intermediul rețelei, 3G ori 4G dar și de a transmite mesaj de urgență către serviciul medical. În mesajul de urgență se regăsesc informații despre starea pacientului dar și locația acestuia furnizată de către modulul GPS.

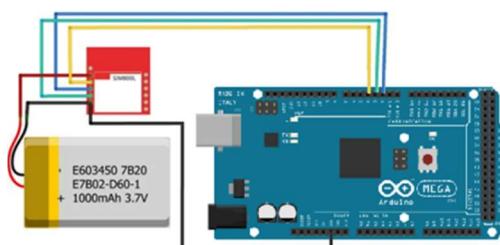


Figura 4. Diagrama de conectare a modulului GSM

Conecțarea modului se conform Figurei 4, astfel: Pinul VCC de pe modul se poate conecta la 3.3V de pe Arduino ori de pe un acumulator extern, iar cel de GND la masă. Portul RST se va lega la D2 pentru a putea face resetarea modului conform programului scris. Pinul RX și TX conectați la D3 și D4 sunt de comunicare a datelor dintre placă de dezvoltare Arduino și întregul modul. Comenziile pentru inițializare și verificare a funcțiilor modului se fac imediat la pornirea întregului dispozitiv astfel încât dacă apar erori de conectare la semnal ori invalidarea cartelei SIM să fie transmise ca mesaj de atenționare către pacient [8].

• Reprezentare grafică GUI - Matlab

Reprezentarea grafică a semnalelor biomedicale în urma unor achiziții în format electronic au un aport ridicat în vederea analizei și procesării, eliminarea artefactelor ce pot apărea în momentul înregistrării, fiind diminuate. De-asemenă putem scoate în evidență o serie de semnale biomedicale ce pot fi prelucrate cu ajutorul software-ului Matlab: electrocardiograma (ECG), electroencefalograma (EEG) și electromiograma (EMG) ce se regăsesc în pachetul software prin inserarea unor biblioteci specifice.

De exemplu un ritm ECG are în componență 5 unde diferite (P, Q, R, S și T) împreună cu caracteristici tehnice: tensiunea cuprinsă între 10pV și 5mV, cu o tensiune normală la vârf de 1 mV iar lățimea de bandă fiind de 1kHz. (Figura 5) [9].

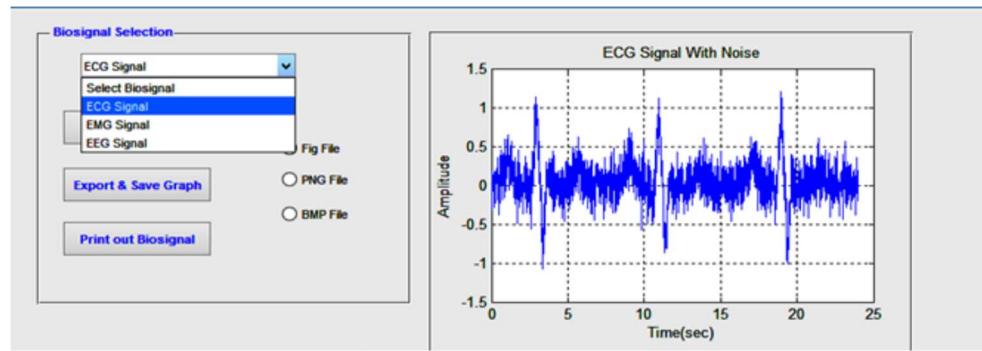


Figura 5. Înregistrarea unui semnal ECG

Tehnicile de procesare digitală a semnalului (DSP) pot fi utilizate pentru a elimina zgomotul și implică: ajustarea caracteristicilor semnalului, estimarea spectrală, multiplicarea a două semnale pentru a efectua modulația sau corelarea, filtrarea și medierea acestora. Pachetul software include un set de instrumente de lucru digitale și tehnici de procesare a semnalului pentru a elimina zgomotele de la semnalele biologice. Precum și extragerea unor parametri caracteristici și a le procesa ulterior în funcție de caracteristicile cerute. Filtrele adaptive,filtrele digitale (filtrele FIR și IIR) și analizele Wavelet se pot aplica pe semnalele ECG, EMG și EEG, iar afișarea acestora se face cu ajutorul interfețelor grafice dedicate, utilizând toolbox-ul Graphical user interface GUI Matlab [10].

Scopul utilizării filtrelor este de a remodela spectrul pentru a oferi o oarecare îmbunătățire a SNR, astfel încât acestea sunt în strânsă legătură cu analiza spectrală. Filtrele digitale pot fi împărțite în două categorii în funcție de modul în care se realizează remodelarea spectrului și pe baza abordării lor. Astfel, se distingfiltrele cu răspuns la impuls finit (FIR) șifiltrele cu răspuns la impuls infinit (IIR). Filtrele IIR sunt mai eficiente în ceea ce privește timpul și memoria calculatorului decâtfiltrele FIR. În timp ce filtrul FIR este mult mai stabil având anumite caracteristici liniare de defazare și răspunsuri tranzistorii inițiale de lungime limitată. (Fig. 6) [11].

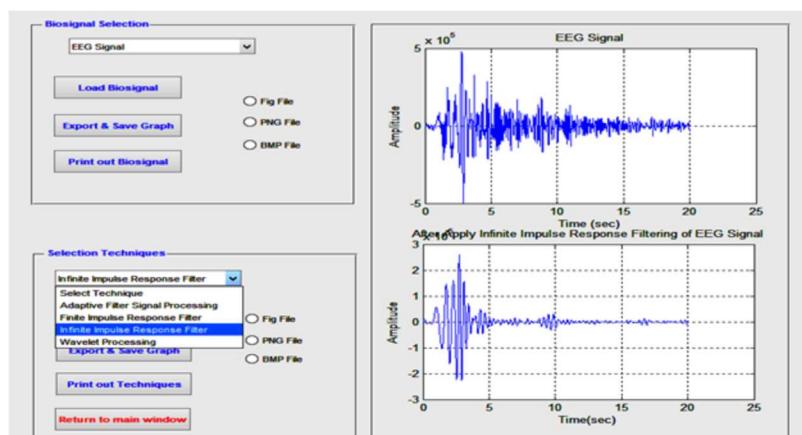


Figura 6. Exemplu de aplicare a filtrului impuls infinit (IIR)

Concluzii

În cadrul acestei lucrări s-a urmărit obținerea unui prototip de dispozitiv ce poate achiziționa diferite semnale de la modulele atașate în vederea monitorizării funcțiilor vitale.

Optimizarea dispozitivului constă în obținerea unei acurateți a datelor achiziționate ce vor fi transmise ulterior către prelucrare. Așadar, se vor înregistra semnale de la modulele diferite, structura de salvare fiind însotită de anumite caractere specifice fiecărui semnal împarte. În prezent, majoritatea sistemelor au tendința de a monitoriza semnalele fiziologice utilizând senzori fără contact. Totodată în domeniul biomedical/ a instrumentației medicale se știe că cele mai bune rezultate au fost obținute utilizând sistemele clasice, cu electrozi/traductori, care intra în contact cu subiecții. De- asemenea, nerespectarea timpilor de calibrare și de conectare a celor două module pot determina un set de erori la initializarea întregului sistem, astfel încât acesta va necesita o reponire completă.

Pentru interpretarea și procesarea semnalelor biomedicale achiziționate s-a optat în alegerea software-ului Matlab. Acesta dispune de instrumente specifice în analiza, eliminarea de zgomote, filtrarea și eșantionarea acestora, realizându-se o interfață grafică în care se va afișa inițial, semnalul înregistrat, iar ulterior prin intermediul unor funcții și formule dedicate se va afișa semnalul corectat.

Mulțumiri

Țin să mulțumesc profesorilor coordonatori Conf. Dr. Bioing. Călin Corciovă, Prof. Dr. Ing. Alexandru Sălceanu.

Referințe

1. Paul A. Iazzo, *Handbook of Cardiac Anatomy, Physiology and devices*, Springer, 2015
2. Catherine M. Otto, Robert O. Bonow, *Valvular Heart Disease*, Elsevier Health Sciences, 2009
3. Karim Alghoul, *Heart Rate Variability extraction from video signals*, School of Electrical Engineering and Computer Science, Faculty of Engineering, University of Ottawa.
4. Modul de funcționare a plaformeи de dezvoltare <https://microcontrollerslab.com/introduction-arduino-mega-2560/>
5. Arduino_Mega2560, accesat în 08.02.2022
<https://www.arduino.cc/en/pmwiki.php?n>Main/arduinoBoardMega2560>, accesat în 10.02.2022
6. Modul ECG ADS1292R, <https://protocentral.com/product/ads1292r-ecg-respiration-breakout-kit/>, accesat în 10.02.2022
7. Module Pulse - SpO2 Max30100
<https://www.maximintegrated.com/en/products/sensors/MAX30100.html>, accesat în 11.02.2022
8. Modul GSM & GPS, <https://www.sigmanortec.ro/Modul-SIM800L-2-0-GSM-GPRS-quad-band-plus-antena-p134561354> accesat în 11.02.2022
9. A.K. Ziarani, A. Konrad, *A nonlinear adaptive method of elimination of power line interference in ECG signals*, IEEE Transaction on Biomedical Engineering, Vol.49, 2002.
10. H. A. Alziarjawey, I. Cankatya, *Heart Rate Monitoring and PQRST Detection Based on Graphical User Interface with Matlab*, International Journal of Information and Electronics Engineering, Vol. 5, No. 4, 2015.
11. E. Güney, Z. Ekşî, M. Çakiroğlu, *Web ECG: A novel ECG simulator based on MATLAB Web Figure*, Advances in Engineering Software, vol.45, pp. 167–174, 2012.

ÎMBUNĂTĂȚIREA CALITĂȚII SERVICIILOR MEDICALE PRIN SPORIREA NIVELULUI DE TRANSPARENȚĂ ÎN SISTEMUL DE ACHIZIȚII PUBLICE CENTRALIZATE A DISPOZITIVELOR MEDICALE

Gheorghe GORCEAG

*Departamentul de Microelectronică și Inginerie Biomedicală,
Universitatea Tehnică a Moldovei, bl. Stefan cel Mare 168, MD-2004, Chișinău, Republica Moldova*

Autorul corespondent: Gheorghe GORCEAG, gorceag.gheorghe@gmail.com

Rezumat: Dispozitivele medicale sunt indispensabile în realizarea serviciilor medicale calitative, acestea constituind de comun cu bioinginerul, 50 % din actul medical. Iar, dotarea conformă și în termen cu dispozitive medicale a instituțiilor medico-sanitare este garantul unei bune funcționări a sistemului de sănătate din Republica Moldova.

Cuvinte cheie: dispozitive medicale, transparență, caiet de sarcini, contestație, achiziție publică

Introducere

Actualmente, dotarea cu dispozitive medicale a instituțiilor medico-sanitare din Republica Moldova se realizează prin donații, proiecte și granturi într-o cantitate relativ mică, însă majoritatea dispozitivelor medicale sunt achiziționate prin sistemul centralizat de achiziții publice, realizate de către Centrul pentru achiziții publice centralizate în sănătate (CAPCS). Activitatea CAPCS, precum și achizițiile publice sunt reglementate de Hotărârea Guvernului nr. 1128/2016 cu privire la CAPCS, Legea nr. 131/2015 cu privire la achizițiile publice, Hotărârea Guvernului nr. 56/2021 pentru aprobatarea Regulamentului cu privire la modul de organizare și funcționare a autorităților centrale de achiziții și alte acte normative [1-3].

În pofida reglementărilor menționate, sistemul de achiziții publice a dispozitivelor medicale este însotit de deficiențe, care reprezintă și una din cauzele de bază ce afectează calitatea actului medical. Iar, calitatea joasă a serviciilor medicale, în consecință generează probleme legate de evoluția maladiilor, prelungirea termenului de inițiere a tratamentului oportun și optim și invalidizarea populației.

Asigurarea conformă și în termen a instituțiilor medico-sanitare cu dispozitive medicale reprezintă garantul în asigurarea bunei funcționări a sistemului de sănătate ceea ce are impact asupra calității serviciilor medicale și gradului de satisfacție a pacientului.

Achizițiile publice centralizate de dispozitive medicale

CAPCS este autoritatea centrală pentru achiziții, care planifică și desfășoară procedurile de achiziții publice centralizate de dispozitive medicale, atribuie contracte de achiziții publice, precum și evaluatează și supraveghează executarea contractelor de achiziții publice de dispozitive medicale pentru necesitățile sistemului de sănătate [2].

Beneficiarii în sistemul de achiziții, sunt spitalele republicane, municipale, raionale și departamentale, precum și instituțiile medico-sanitare de asistență medicală primară, care prezintă anual necesitățile de dispozitive medicale către CAPCS. În baza necesităților prezentate sunt demarate procedurile de achiziții publice în conformitate cu prevederile actelor normative. De menționat, că după definiția dispozitivului medical *"orice instrument, aparat, echipament, material sau alt articol"*, necesitățile acestora cuprind, inclusiv consumabile, articole parafarmaceutice, reactivi și altele [4].

Conform datelor acumulate pentru ultimii 3 ani de activitate a CAPCS, a fost calculat numărul de proceduri de achiziții publice a dispozitivelor medicale, conform tabelul nr. 1.

Tabelul nr. 1

Procedurile publice anuale de achiziții a dispozitivelor medicale

Anul	2019	2020	2021
Nr. proceduri realizate	47	143	123

Procesul de achiziții publice în majoritatea cazurilor se finalizează cu încheierea și înregistrarea contractelor de achiziții publice între CAPCS, oferanții declarați cîștigători și beneficiari.

Astfel, conform datelor colectate, au fost calculate numărul contractelor de achiziții publice încheiate, dar și valoarea acestora, conform tabelul nr. 2.

Tabelul nr. 2

Contractele de achiziții a dispozitivelor medicale și valoarea acestora

Anul	2019	2020	2021
Nr. contracte de achiziții publice încheiate	1673	3944	5871
Valoarea (mln. lei)	467	818	641

De menționat că conform prevederilor actelor normative, orice persoană care are sau a avut un interes în obținerea unui contract de achiziție publică și care consideră că în cadrul procedurilor de achiziție publică un act al autorității contractante a vătămat un drept al său recunoscut de lege, în urma căruia fapt a suportat sau poate suporta prejudicii, este în drept să conteste actul respectiv [1].

Respectiv, a fost efectuată o analiză a contestațiilor pentru anul 2021 și s-a constatat că din totalul de 113 de contestații în domeniul achizițiilor publice centralizate în sănătate, 97 sunt pe domeniul dispozitivelor medicale, conform tabelul nr. 3.

Tabelul nr. 3

Conestațiiile la procedurile de achiziții a dispozitivelor medicale

Anul	2021
Nr. contestații admise	11
Nr. contestații parțial admise	18
Nr. contestații respinse	41
Nr. contestații retrase	27
Nr. total contestații	97

În majoritatea cazurilor, contestațiile depuse sunt din cauza caietelor de sarcini a dispozitivelor medicale.

Sporirea nivelului de transparentă în achizițiile publice de dispozitive medicale

În urma cercetărilor efectuate cu referire la sistemul centralizat de achiziții publice a dispozitivelor medicale, a particularităților fiecărei etape de achiziție, s-a propus elaborarea și implementarea unui nou mecanism, menit să sporească nivelul de transparentă, în vederea reducerii numărului de contestații și realizării integrale, în termen și conform necesităților a procedurilor de achiziții de dispozitive medicale.

Acesta constă în publicarea proiectelor caietelor de sarcini (specificațiile tehnice, cerințele de calificare, valoarea estimată și termenii de livrare a dispozitivelor medicale) pe pagina web a CAPCS, la adresa: www.capcs.md, la rubrica TRANSPARENTĂ <https://capcs.md/transparenta/>, înainte de inițierea procedurilor de achiziții publice în sistemul electronic SIA RSAP (MTender).

Ulterior, a fost creată posibilitatea expunerii asupra caietelor de sarcini publicate, prin remiterea obiectelor, propunerilor/recomandărilor, inclusiv anonim la adresa electronică transparenta.capcs@gmail.com, în termen de 7 zile calendaristice din data publicării.

Urmare recepționării și analizei obiecțiilor, propunerilor/recomandărilor parvenite, CAPCS va întocmi o sinteză pentru fiecare caiet de sarcini în parte, care va fi publicată ulterior pe pagina web: www.capcs.md, la rubrica TRANSPARENTĂ [5].

Astfel, prin oferirea posibilitatea tuturor operatorilor economici, beneficiarilor, dar și oricărei persoane, inclusiv în mod anonim, de a-și exprima opinia cu privire la caietul de sarcini.

Urmare opiniilor parvenite, vor fi excluse erorile, inclusiv „intentionate” din caietele de sarcini, îmbunătățindu-se calitatea acestora, ceea ce va duce la minimalizarea numărului de conenstații și asigurarea eficienței și corectitudinei achizițiilor publice de dispozitive medicale pentru sistemul de sănătate.

Concluzii

Creșterea nivelului de transparentă în procesul de achiziție publică a dispozitivelor medicale, este garantul dotării conforme și în termen cu dispozitivele medicale a instituțiilor medico-sanitare și a unei bune funcționări a sistemului de sănătate al Republicii Moldova.

Mulțumiri

Gorceag Gheorghe, doctorand la Universitatea Tehnică a Moldovei, aduce sincere mulțumiri Ministerului Sănătății și echipei CAPCS, pentru suport și colaborare.

Referințe:

1. Legea nr. 131 din 03 iulie 2015 cu privire la achizițiile publice. Monitorul oficial al Republicii Moldova, 2015, nr. 197-205, 402. [online]. [accesat 22.02.2022]. Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=129131&lang=ro#
2. Hotărârea Guvernului nr. 1128 din 10 octombrie 2016 cu privire la Centrul pentru Achiziții Publice Centralizate în Sănătate. Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2016, nr. 353-354, 1210. [online]. [accesat 22.02.2022]. Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=127740&lang=ro#
3. Hotărârea Guvernului nr. 56 din 29 aprilie 2021 pentruprobarea Regulamentului cu privire la modul de organizare și funcționare a autorităților centrale de achiziții. Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2021, nr. 112-116, 108. [online]. [accesat 22.02.2022]. Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=126209&lang=ro#
4. Legea nr. 102 din 09 iunie 2017 cu privire la dispozitivele medicale. Monitorul oficial al Republicii Moldova, 2017, nr. 244-251, 389. [online]. [accesat 22.02.2022]. Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=119271&lang=ro#
5. Centrul pentru Achiziții Publice Centralizate în Sănătate, CAPCS, TRANSPARENTĂ. [online]. [accesat 22.02.2022]. Disponibil: <https://capcs.md/transparenta/>

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАВЛЕНИЯ ПУТЕМ КОНСТРУИРОВАНИЯ МАСОК НА ПОВЕРХНОСТИ ОБРАЗЦА

Антон ЧЕРНЯВСКИЙ, Людмила ГРАМОВИЧ*

*DMIB, gr. IBM-192, FCIM, Национальный Центр по Изучению и Тестированию Материалов,
Технический Университет Молдовы, Кишинёв, Республика Молдова*

*Autorul corespondent: Грамович Людмила, gramovici.ludmila@mib.utm.md

Аннотация. В данной статье рассматривается способ создания имитационной модели электрического травления путем конструирования специально разработанных масок с помощью движка Unity. В зависимости от нанесенной маски можно предугадать рост пор, согласно данным полученным в результате исследований и проведения практических экспериментов. В конечном итоге разработка моделирования роста пор при использовании фотолитографических масок разных форм позволит сократить число экспериментальных экспериментов.

Ключевые слова: электрохимия, поры, нанотехнология, маска, фоторезист, движок Unity.

Введение

Развитие нанотехнологий позволило разработать различные шаблоны, с помощью которых получают сборки нанопроводов и нанотрубок из различных материалов с определенным диаметром и длинной. Все это стало возможно благодаря электрохимии, которая представляет собой экономически эффективный инструмент для введения пористости в полупроводники, и предполагает доступный и экономичный метод для образования отверстий в полупроводниковых материалах [1].

Суть данного метода в том, используя природу поведения материала при прохождении электрохимического травления, можно получить специфическую архитектуру распространения пор на поверхности полупроводниковых подложек. При этом основное внимание уделяется выращиванию пор и изменения поведения движения этих пор за счет нанесенной маски, которая может быть изготовлена с помощью литографического процесса. Также следует сказать, что поведения при росте пор такого: поры образуются поперек поверхности материала, а в области столкновения с границами фоторезистора образуются параллельно поверхности под фоторезистором. Учитывается, что между двумя соседними порами расстояние остается неизменным и всегда одинаково точным - 2W. Нанесенная маска может быть разных форм и размеров и в зависимости от этого, поры растут согласно условиям, описанным выше.

Стоит отметить, что на данный момент наибольший интерес представляет именно исследование механизмов распространения и взаимодействия пор, находящихся непосредственно под маской и создающих определенные, изучаемые алгоритмы, полезные для дальнейшего расширения области применения данной технологии.

Узнать больше об этом процессе можно из статьи Electrochemical Deposition by Design of Metal Nanostructures [2].

Постановка проблемы

Электрохимическое травление наноматериалов представляет собой довольно трудоемкий с точки зрения прогнозирования результатов процесс по ряду причин, среди которых: крайне маленький размер как материалов, так и, следовательно, возникающих в процессе травления пор и воронок, из-за чего иногда точно считать результаты опыта может быть сложно; отсутствие достаточной технической базы для более детального исследования

процесса травления, в том числе в связи с отсутствием приложений для высокоточного воспроизведения данного процесса; математическая и алгоритмическая сложность не автоматизированного расчета траектории движения и взаимодействия различных дорожек травления.

В данном контексте также важно уточнить, что в качестве проблемы данной работы ставится именно изучение и попытка воспроизведения алгоритмов распространения архитектуры пор при электрохимическом травлении с участием фоторезистивной маски при помощи вычислительных мощностей современных компьютерных технологий.

Потенциальное решение и симплификации условия

Для решения задачи такого масштаба необходимо разбить полный процесс решения на подзадачи и ввести некоторые симплификации к постановке условия задачи для концентрации работы конечного приложения на исследовании интересующей нас части процесса травления наноматериалов. Начнем с упрощений, вводимых для решения поставленной задачи: 1) Так как нас интересует механизм условно горизонтального взаимодействия, рассмотрен будет только верхний горизонтальный слой наноматериала; 2) Изучение построения дорожек в зонах нахождения фоторезистивных масок позволяет не воссоздавать полный механизм построения пор в зонах травления, так как известно, что в таких зонах оно хаотично и в данный момент меньше нуждается в доп. исследованиях; 3) Так как механизм сталкивания и изменения траектории распространения пор изучен не до конца, для реализации сталкивания будет использована реалистичная имитация, основанная на существующих экспериментах.

Данную задачу можно условно разделить на 3 составные части:

1) Разработка механизма создания шаблонного экземпляра наноматериала с нанесенной маской, с возможностью настраивания размеров экземпляра, фоторезистора и настройкой размеров и форм зон травления (то есть с отсутствием маски); 2) Обработка генерации распространяемых пор на основе существующих понятий о минимальном расстоянии между дорожками, а также в зависимости от формы фоторезистирующей маски (механизм обработки входных данных); 3) Воспроизведение механизмов распространения и взаимодействия пор под фоторезистирующей зоной, вывод полученного результата.

Для решения такой задачи необходимо создать приложение или симуляционную программу, соответствующую описанным выше условиям и упрощениям, с учетом удобства использования для пользователей для существенного ускорения процесса построения и проведения симуляций работы изучаемого процесса.

Выбор среды разработки приложения

Для реализации приложения, соответствующего поставленным условиям, стоит отталкиваться от уже существующих сред симуляций с уже существующими механизмами физического взаимодействия и с достаточной гибкостью для имплементации необходимых деталей для стабильной работы симуляций, а также с достаточным уровнем оптимизации для облегчения проведения симуляций, реализации их для больших размеров наноматериалов, а также возможного распространения полученного приложения в качестве учебного пособия и расширения масштабов изучения явления травления наноматериалов.

Исходя из этого, стоит рассмотреть несколько возможных подходящих сред разработки:

- 1) **Unreal Engine** - среда разработки видеоигр с мощной системой как физических, так и стандартных пространственных взаимодействий и, как следствие, широкими возможностями по симуляции реалистичной модели изучаемого явления с высокими графическими составляющими. К сожалению, сложность и частичное отсутствие гибкости реализации и чрезмерная реалистичность делают эту среду не оптимальной для решения такой задачи.

- 2) **PyGame** - расширение (фреймворк) для разработки на языке программирования Python, позволяющий крайне гибко подходить к процессу разработки в связи с большой гибкостью самого языка, а также из-за детального процесса создания и взаимодействия объектов и систем. К сожалению, необходимость большой дополнительной реализации базовых систем можно отнести и к минусам данной среды разработки, а в дополнение к сравнительной медлительности работы оригинального Python получаем, что данный вариант также будет сложно использовать для решения поставленной задачи.
- 3) **Unity** - глобальная среда разработки, созданная для реализации самых разнообразных проектов и особенно удобная для создания “инди” проектов (то есть проектов с маленьким количеством членов команды разработки), преимущественно за счет своей относительной простоты базового освоения, широкой популярности и доступности, а также большим множеством готовых решений со стороны самой среды и пользовательских расширений. По этим и ряду других причин для решения поставленной задачи нами была выбрана **именно эта** среда разработки.

Создание приложения

Процесс создания приложения, как упоминалось ранее, будет состоять из трех этапов, о них и поговорим:

- 1) Механизм создания и изменения шаблона наноматериала для последующего травления реализуется на понятии о двумерных массивах, а также изменения и отображения данных, перезаписывания данных в режиме редактирования в среде разработки Unity. Механизм заключается в создании шаблонной платы по заданным параметрам (рис. 3), после чего создается визуальный экземпляр, где каждую клетку можно настраивать в режиме реального времени для достижения комфортной формы для последующей имитации процесса травления (рис. 4).

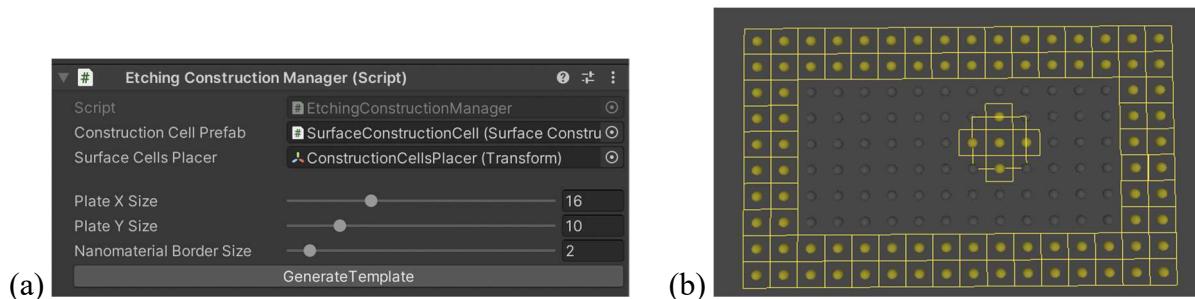


Рисунок 3. Изображения со среды Unity.

(a) Пример конструктора шаблона. (b) Пример визуализированной платы

- 2) Механизм обработки и генерации входных данных осуществляется на основе проверки физических коллизий двух соседних элементов, расстояние между которыми составляет минимальную дистанцию между двумя дорожками ($2W$) и создается на стыках переходов от пространства травления к пространству маски. В данном контексте каждая клетка самостоятельно создает рейкасты - специальные физичные лучи, проверяющие, возможно ли поместить в данном месте начало дорожки или нет на основе физ. взаимодействия клеток. Как итог, строятся начальные элементы и направления их движений.
- 3) Механизмы распространения дорожек травления основаны на физическом распространении и взаимодействии имитационных частиц с теми симплификациями, что были введены нами для упрощения проведения симуляций. В данном контексте каждая частица и её след движения воссоздают алгоритм физического взаимодействия с соседними клетками для изменения курса при столкновении (считается, что область взаимодействия немного больше размера дорожки для сохранения расстояния между дорожками), так все элементы будут хаотично сталкиваться до их полной остановки, когда программа зарегистрирует финальный рисунок - результат текущей симуляции.

Выводы

Разработка приложения для генерации процесса травления позволяет решить задачи, поставленные в данной работе, а именно: расширение масштабов исследования процессов травления наноматериалов с применением фоторезистора, облегчения проведения опытов для поисков новых структур, расширение представлений о способах и методах травления.

Дальнейшее применение данной технологии:

Следует заметить, что полученную архитектуру в результате экспериментов, можно воспринимать как каркас нанометрических размеров для моделированияnanoобъектов.

Области применения безграничны включая микрофлюидику, наноэлектронику, нанофотонику и прочие.

Благодарность. Отдельное спасибо dr., conf. Eduard Monaico за поддержку и предоставленную возможность проявить себя, за необходимую помощь в ходе написания работы. А также за неотъемлемый вклад в науку и за экспериментальную работу над электрическим осаждением наноматериалов, при отсутствии которой не состоялось бы наше дальнейшее исследование.

Работа выполнена при поддержке гранта Министерства образования, культуры и исследований Республики Молдова № 20.80009.5007.20.

Литература

1. MONAICO, E., TIGINYANU, I., URSAKI, V. (2020), Porous semiconductor compounds. Semiconductor Science and Technology. <https://doi.org/10.1088/1361-6641/ab9477>
2. ED.MONAICO, E.I.MONAICO, V.V.URSAKI, I.M.TIGINYANU, and K.NIELSCH. *Electrochemical deposition by design of metal nanostructures*. Vol. 55, No. 4, pp. 367 – 372 (2019)
3. Unity User Manual 2020.3 (LTS) - <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>
4. Unity User Manual 2020.3 (LTS).Collider - [Unity - Manual: Colliders](#)

GULER CERVICAL INTELIGENT UTILIZAT ÎN ACORDAREA PRIMULUI AJUTOR

Bianca Andreea FRUNZĂ*, Maria PURCARU

*Departamentul de Științe Biomedicale, Facultatea de Bioinginerie Medicală,
Universitatea de Medicină și Farmacie GRIGORE T POPA, Iași, România*

*Autorul corespondent: Bianca Andreea FRUNZĂ, bianca.frunza01@gmail.com

Rezumat. Gulerul cervical este un dispozitiv medical folosit pentru imobilizarea gâtului și a coloanei vertebrale, fiind indicat pentru pacienții care au suferit schimbări degenerative ale coloanei vertebrale, intervenții chirurgicale în regiunea cervicală sau traumatisme severe. În cadrul lucrării de față am conceput și realizat la nivel de laborator, un guler cervical de tipul unui dispozitiv intelligent ce ar putea fi utilizat la monitorizarea pacienților cu traumatisme severe. Această lucrare prezintă o soluție ieftină pentru un guler cervical intelligent prin îmbunătățirea unui guler cervical existent. Gulerul cervical intelligent va monitoriza parametrii vitali prin intermediul senzorilor de pulsoximetrie, temperatură și deplasare, conectați și controlați cu ajutorul unui microprocesor, datele obținute vor fi afișate pe un ecran atașat pe suprafața externă a dispozitivului medical. Utilizarea gulerului intelligent oferă informații importante referitoare la starea pacientului într-un timp scurt, astfel încât persoanele implicate în acordarea primului ajutor să poată lua măsuri pentru stabilizarea victimei.

Cuvinte cheie: guler cervical, monitorizare, parametri vitali, senzori.

Introducere

Gulerele cervicale sunt considerate măsuri importante în îngrijirea modernă prespitalicească a traumei. Practica recomandată în ceea ce privește aplicarea de rutină a gulerelor la pacienții cu traumă este în mare măsură neschimbată de mai bine de 30 de ani [1,2]. Aplicarea gulerului este prezentat ca o procedură prioritată în ghidurile Advanced Trauma Life Support (ATLS), Colegiul American de Chirurgii (ACS) și Ghidurile pentru suportul vital pentru traume prespital (PHTLS) de la Asociația Națională a Tehnicienilor Medicali de Urgență (NAEMT) [3,4]. Gulerele au fost introduse pentru a preveni leziunile secundare ale coloanei vertebrale prin imobilizarea coloanei potențial instabile. Mulți ani au trecut de atunci, iar această practică a evoluat într-un semn distinctiv de îngrijire prespitalicească modernă de ultimă generație [5].

În procesul de acordare a primului ajutor, primul pas este aplicarea gulerului cervical. La acest moment aceste gulere doar duc la stabilizarea segmentară a coloanei vertebrale. Ideea acestei studiu este de încorpora diversi senzori de măsură și de a concepe un dispozitiv ce va înregistra parametrii vitali în timp real. Astfel în momentul în care pacientul este stabilizat, medicul deține informații despre starea completă a pacientului și nu mai este necesară utilizarea unor dispozitive suplimentare pentru monitorizarea parametrilor vitali.

În timpul intervenției echipajul medical poate extrage informații despre starea de sănătate a pacientului în timp real, furnizate de către gulerul cervical intelligent și va fi astfel capabil să ia măsurile necesare în momentul situațiilor de urgență.

Material și metodă

Gulerul cervical intelligent conceput este prevazut cu un sistem de monitorizare a funcțiilor vitale, iar în acest fel munca medicilor va fi simplificată. Dupa montarea gulerului acestia își pot îndrepta atenția către alte nevoi prioritare sau leziuni ale pacientului. Timpul de intervenție va fi redus și eficiența crescută.

Pornind de la un guler cervical rigid existent [6], acesta a fost modificat pentru a crește nivelul de imobilitate.

Automatizarea gulerului cervical a fost realizată folosind platforma open source Arduino. Arduino este un mediu integrat pentru scrierea de programe care pot fi încărcate pe platformele fizice Arduino[7]. Hardware-ul constă dintr-un design hardware simplu deschis pentru placa Arduino cu un procesor Atmel AVR și suport I/O la bord. Software-ul constă dintr-un limbaj de programare standard și încărcătorul de pornire care rulează pe placă.

Acest guler este prevăzut cu senzori care vor prelua informații legate de valoare parametrilor vitali pentru a fi afișate pe ecranul atașat la acest dispozitiv medical. Ecranul va afișa pulsul, nivelul de oxigen din sânge, temperatura pacientului și rata respiratorie.

De asemenea, acest guler este prevăzut cu un sistem de avertizare sonoră și luminoasă, conceput pentru a avertiza medicii despre starea pacientului.

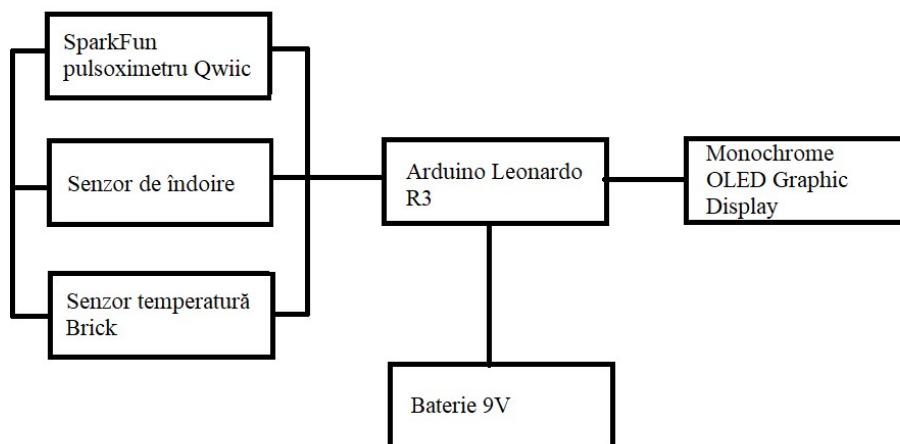


Figura 1. Schema bloc a sistemului

Senzorul de temperatură tip Brick [8] este o componentă care sesizează nivelul temperaturii fiind amplasat în zona gâtului, iar în contact cu tegumentul pacientului înregistrează temperatura corpului. Senzorul de pulsoximetrie tip SparkFun [9] este un senzor biometric bazat pe I2C, care utilizează două chipuri de la Maxim Integrated: MAX32664 hub senzor biometric și MAX30101 pulsoximetru și modul ritm cardiac. Aceasta este amplasat la nivelul venei jugulare măsurând saturarea oxigenului din sânge respectiv pulsul. Senzorul de înndoire [10] produs după tehnologia patentată de Spectra Symbols patentul nr. 5, 086, 785 este plasat la baza gulerului și detectează mișările respiratorii pe principiul rezistiv.

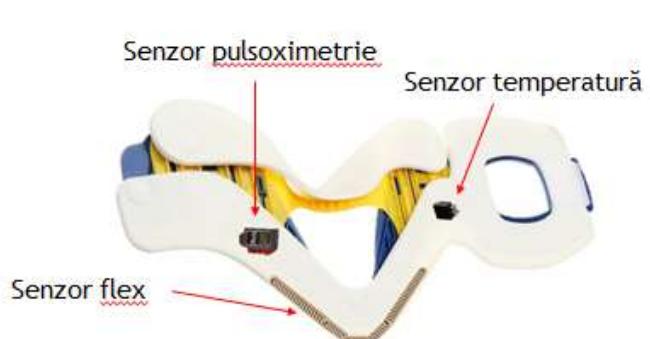


Figura 2. Vedere față internă a gulerului intelligent și amplasamentul senzorilor

Senzorii vor fi conectați la placa de dezvoltare Arduino Leonardo R3. Pentru afișarea datelor achiziționate se utilizează un ecran [11] LCD monochrom cu vizualizare pe 4 rânduri pe care vor fi reprezentate valorile parametrilor funcțiilor vitale (temperatură, puls, saturatie oxigen, rata respiratorie), iar întregul sistem va fi alimentat de o baterie 9V.

Prin utilizarea acestui guler, atunci când se vor prelua victimele, medicii de urgență sunt capabili să facă față rănilor sau nevoilor prioritare. Ca urmare, timpul de intervenție va fi redus și eficiența va fi crescută. Acest guler poate fi folosit și postoperator deoarece monitorizează starea pacientului.

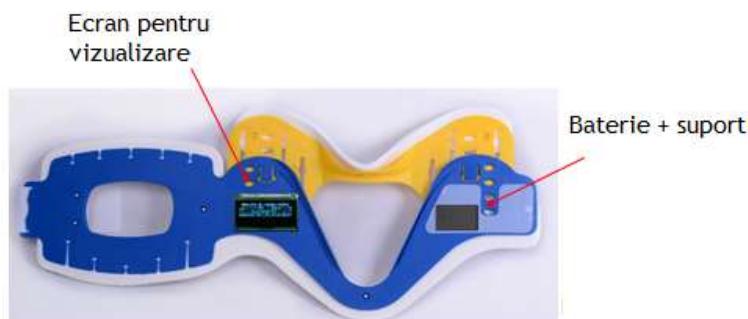


Figura 3. Vedere față externă a gulerului inteligent și amplasamentul ecranului de afișare parametri vitali

Concluzii

Gulerul cervical este considerat un element important de prevenție a leziunilor secundare ale coloanei vertebrale după un traumatism. Acest dispozitiv medical poate fi îmbunătățit prin adăugarea unor senzori care au rolul de a măsura parametrii funcțiilor vitale (puls-oximetrie, frecvență respiratorie, temperatură).

Utilizarea gulerului intelligent conceput în cadrul acestui studiu oferă informații importante referitoare la starea pacientului într-un timp scurt, astfel încât persoanele implicate în acordarea primului ajutor să poată lua măsuri pentru stabilizarea victimei.

Mulțumiri. Înem să mulțumim colectivului de profesori coordonatori din cadrul Universității de Medicină și Farmacie GRIGORE T. POPA Iași, Facultatea de Bioinginerie Medicală, format din As.Univ.Dr. LUCA Cătălina, Conf.Univ.Dr. CORCIOVĂ Călin și Bioing.Drd. FUIOR Robert.

Referințe

1. American College of Surgeons Committee on Trauma. (2012). Advanced Trauma Life Support (ATLS) Student Course Manual, 9th ed. American College of Surgeons: Chicago, IL.
2. Prehospital Trauma Life Support Committee of The National Association of Emergency Medical Technicians in Cooperation with The Committee on Trauma of The American College of Surgeons. (2010). Prehospital Trauma Life Support (PHTLS), 7th ed. Jones & Bartlett Learning: Burlington, MA.
3. Sporer, K.A. (2012). Why we need to rethink C-spine immobilization: we need to reevaluate current practices and develop a saner cervical policy. EMS World 41, 74–76.
4. Como, J.J., Diaz, J.J., Dunham, C.M., Chiu, W.C., Duane, T.M., Capella, J.M., Holevar, M.R., Khwaja, K.A., Mayglothling, J.A., Shapiro M.B., and Winston E.S. (2009). Practice management guidelines for identification of cervical spine injuries following trauma: update from the eastern association for the surgery of trauma practice management committee. J. Trauma 67, 651–659.
5. Terje Sundstrøm,^{1–3} Helge Asbjørnsen,^{4,5} Samer Habiba,³ Geir Arne Sunde,^{4–6} and Knut Wester^{2,3}, Prehospital Use of Cervical Collars in Trauma Patients: A Critical Review, JOURNAL OF NEUROTRAUMA 31:531–540 (March 15, 2014), Mary Ann Liebert, Inc. DOI: 10.1089/neu.2013.3094
6. <https://www.quirumed.com/ro/guler-cervical-regabil.html>, [accesat ianuarie 2022]
7. <https://www.robofun.ro/arduino-19/arduino-leonardo-r3-placa-de-dezvoltare-compatibila-cu-arduino-cablu.html>, [accesat ianuarie 2022]
8. <https://www.robofun.ro/vreme/senzor-temperatura-brick.html>, [accesat ianuarie 2022]
9. <https://www.robofun.ro/biometric/sparkfun-pulsoximetru-senzor ritm cardiac qwiic.html>, [accesat ianuarie 2022]
10. <https://www.robofun.ro/forta/senzor-de-indoire-5-5-cm.html>, [accesat ianuarie 2022]
11. <https://www.robofun.ro/lcd/monochrome-2-3-quot-128x32-oled-graphic-display-module-kit.html>, [accesat ianuarie 2022]

ORTEZĂ INTELIGENTĂ UTILIZATĂ ÎN REABILITAREA ARTICULAȚIEI COXOFEMURALE

Daniela GOLDAN

*Departamentul de Științe Biomedicale, Facultatea de Bioinginerie Medicală,
Universitatea de Medicină și Farmacie GRIGORE T POPA, Iași, România*

*Corresponding author: Daniela GOLDAN, goldandaniel10@gmail.com

Abstract. Articulația șoldului unește cavitatea pelviană de capul femural și reprezintă una dintre principalele componente anatomicice responsabile de mobilitatea întregului corp. Scopul acestei lucrări este de a concepe și crea un dispozitiv medical, ce ar putea fi utilizat în clinicele de recuperare, în monitorizarea articulației coxofemurale în situații patologice. Conceptul nostrum prezintă un dispozitiv tip orteză, foarte ușor de utilizat, ce poate fi folosit în timpul programelor de recuperare, pentru evaluare gradului de mobilitate a pacientului, în activități de tip flexie-extensie, abducție-adducție și rotație internă sau externă. Informațiile sunt captate cu ajutorul senzorilor și vor fi procesate de către un microcontroller de la nivelul platformei de dezvoltare Arduino Uno. Ansamblul are încorporat un sistem de atenționare în cazul în care activitatea articulației coxofemurale nu se încadrează în limitele standard, urmând ca informațiile să fie afișate la nivelul unui ecran.

Cuvinte cheie: monitorizare, reabilitare, articulație coxofemurală, senzori inteligenți.

Introducere

Articulația șoldului este o articulație sferică multiaxială care are stabilitate maximă datorită inserției profunde a capului femural în acetabul. Articulația are o capsulă, completată de mușchi foarte puternici care controlează acțiunile de mobilitate. Acetabul se formează prin fuziunea a ilionului, ischionului și pubisului, numite în ansamblu, pelvis. Dacă acesta prezintă patologie, leziunea este imediat percepță în timpul mersului [1].

În timpul mersului, 40% din puterea produsă este generată la nivelul șoldului în faza pre-swing. Această putere este generată în momentul de flexie a soldului, moment în care se produce deplasarea corpului, produsă de flexorii șoldului, în principal de muschiul iliopsoas, dar și de pectineu, adductor lung și drept femoral [2].

Patologie și incidentă

Patologia șoldului afectează în principal articulația șoldului, afectând mișcarea coapsei și capacitatea de a susține greutatea corpului. În multe cazuri, aceste tulburări pot provoca durere, discomfort, afectarea mersului [3].

Displazia reprezintă o anomalie de dezvoltare și cuprinde un spectru larg al problemelor șoldului. Ea include displazia de cotil și displazia femurală proximală. Displazia de dezvoltare a șoldului are o frecvență de 2%-5% cu tendință spre creștere [4]. Subluxatiile și luxatiile șoldului nerecunoscute și netratate conduc în mod inevitabil la degenerescență articulară precoce, în timp ce supratratamentul poate produce complicații iatrogenice, inclusiv necroza avasculară a capului femoral [5, 6]. Displazia acetabulară după tratament, se consideră a fi un status pseudo-normal al copilăriei, care conduce la osteoartrită secundară la adulțul tânăr, cu o prevalență a osteoartritei în cadrul acestei populații între 43% și 50%, până la vîrstă de 50 de ani [7].

Accidentul vascular cerebral, reprezentă cauza principală de handicap la adult și duce la deficiență de mobilitate și mers. Aproximativ o treime dintre pacienți cu AVC ce supraviețuiesc chiar și la 5 ani după eveniment, prezintă o mobilitate redusă sever [2].

Obiective și utilitate

Dispozitivul conceput de noi are drept scop principal monitorizarea articulației coxofemurale și poate fi utilizat în cazul persoanelor cu displazie de șold, coxartroza, luxație de șold, pentru perioada de recuperare în urma implantării unei proteze de șold sau recuperarea după un AVC. Această orteză, datorită modelului elastic, reduce durerile, oferă suport, susținere și ajută în îndeplinirea funcției de mobilitate a articulației. Dispozitivul tip orteză va înregistra activitatea motorie la nivelul articulației șoldului, în condiții patologice, cu ajutorul unui accelerometru pe 3 axe și a unui senzor rezistiv.

În cursul solicitărilor, femurul este comprimat între cavitatea cotiloidă a bazinei și platourile tibiale. Linia de acțiune a acestei compresiuni poartă numele de axă mecanică și se definește ca linia ce unește centrul capului femural cu centrul genunchiului. Axa mecanică face cu axa diafizei un unghi de 6-9°. Femurul, în timpul mersului este supus unei solicitări compuse de compresiune și încovoiere. Cuplul psoasul iliac-fesierul mijlociu realizează un echilibru de forțe și determină o reacție articulară, care se adaugă aceleia a greutății însăși a corpului [8].

Principiu de funcționare

Accelerometrul și senzorul rezistiv sunt atașați la nivelul unei ortese elastică [9] și se fixează în zona ce cuprinde fosa iliacă, articulația coxofemurală și portiunea superioară a femurului. Senzorii sunt poziționați la nivelul centurii pelviane și sunt controlați cu ajutorul placii de dezvoltare Arduino [10].



Figura 1. Aspectul ortzei utilizate în reabilitarea articulației soldului

Calibrarea se realizează la începutul ședinței de recuperare cu pacientul aflându-se în ortostatism și decubit dorsal. Testele le nivel de laborator au cuprins și partea de calibrare unde am folosit un goniometru clasic pentru unghiiurile de 30°, 45° și 90°. Accelerometrul pe 3 axe este utilizat pentru a afla exact poziția spațială a membrului inferior în timpul mișcărilor și se face corelația cu unghiul, pentru a ști dacă mișcarea articulară este realizată în mod corect. Accelerometrul ADXL335 este unul dintre cele mai simplu de utilizat accelerometre pe 3 axe. Este un accelerometru analogic, ceea ce înseamnă că informația este transmisă către placa de procesare sub forma unui semnal analogic a cărui tensiune variază direct proporțional cu accelerația. ADXL335 poate măsura de trei ori mai mult decât accelerația gravitațională obișnuită [11, 12].

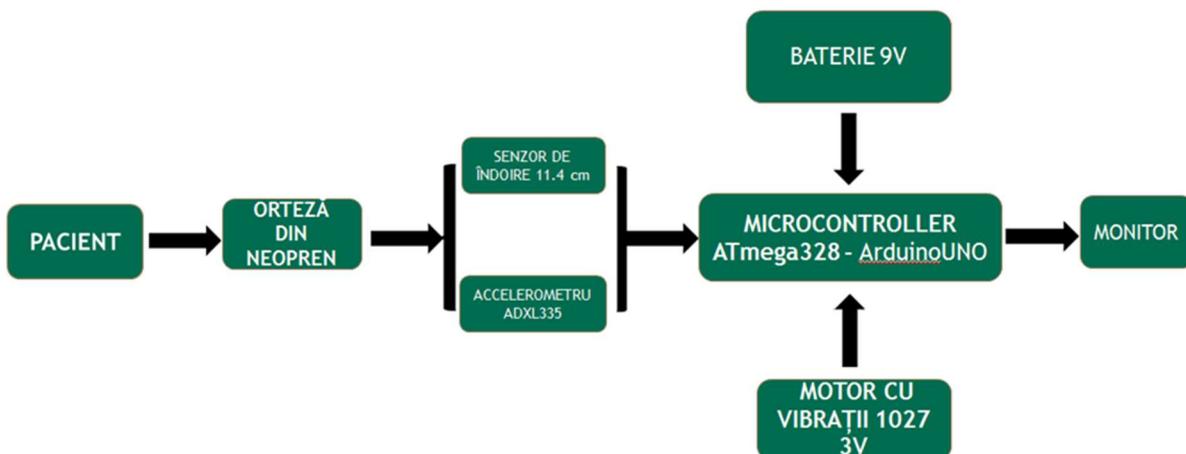


Figura 2. Schema bloc a dispozitivului

Datele preluate de către senzori sunt înregistrate și procesate de către microcontrollerul ATmega328 de la nivelul plăcii de dezvoltare Arduino UNO. Procesarea de la nivelul microcontrollerului include și programarea acestuia de a detecta unghiurile care nu se încadrează în valoarea normală, astfel le va semnaliza ca “patologic” și va atenționa pacientul prin vibrații și kinetoterapeutul printr-un semnal sonor.

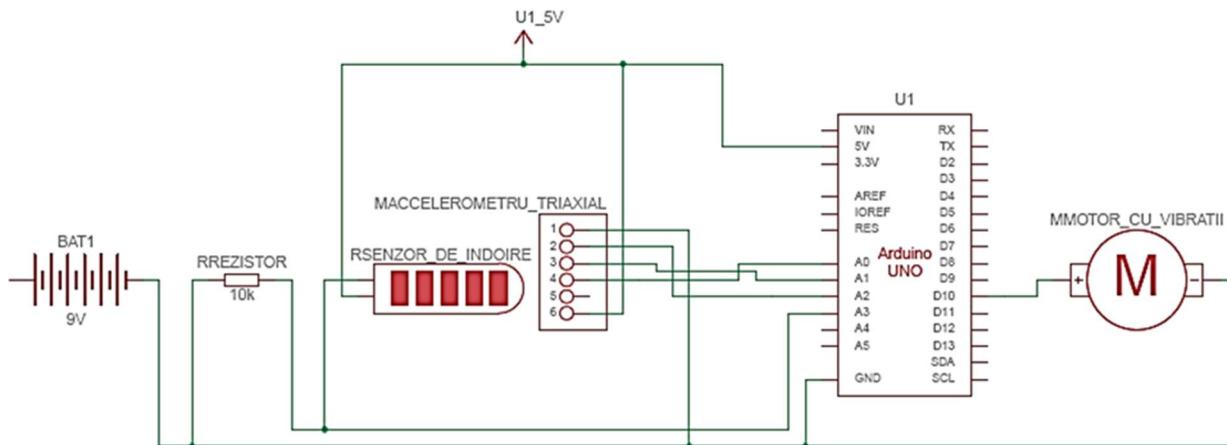


Figure 3. Schema electrică a dispozitivului

Alimentarea sistemului se face prin conectarea la o baterie cu voltajul de 9V, iar vizualizarea procesului de monitorizare în timpul recuperării medicale se efectuează prin intermediul unui monitor.

Cu ajutorul dispozitivului medical intelligent se poate observa evoluția în timp a procesului de recuperare de la nivelul șoldului, ajutând pacientul să efectueze corect mișările și durerea resimțită de acesta să fie diminuată. Prin determinarea evoluției în timp se pot face estimări ale timpului de recuperare pe grupe de vârstă, pe stări patologice și în funcție de sex.

Concluzii

Monitorizarea pacienților cu patologii coxofemurale, atât în timpul kineto/fizioterapiei, cât și post-chirurgical reprezintă un factor cheie pentru evitarea apariției unei regresii. Orteza concepută în cadrul proiectului reprezintă un sistem ușor de utilizat, comod, ieftin ce poate fi utilizat în cadrul programelor de recuperare medicală.

Mulțumiri. Înținem să mulțumim colectivului de profesori coordonatori din cadrul Universității de Medicină și Farmacie GRIGORE T POPA Iași, Facultatea de Bioinginerie Medicală, format din As.Univ.Dr. LUCA Cătălina, Conf.Univ.Dr. CORCIOVĂ Călin și Bioing.Drd. FUIOR Robert.

Bibliografie

1. HIP - Chapter 11. In: David J. Magee, Robert C. Manske, Orthopedic Physical Assessment, ed Seventh, 2020, pp. 765-868.
2. Stefano Carda, Marco Invernizzi, Gianluca Cognolato, Eugenio Piccoli, Alessio Baricich, Carlo Cisari. Efficacy of a Hip Flexion Assist Orthosis in Adults With Hemiparesis After Stroke. In: Technical Report, 2012, 92(5), pp. 734-739.
3. Ross M. Neuman, Staci M. Shearin, Karen J. McCain, Nicholas P. Fey. Biomechanical analysis of an unpowered hip flexion orthosis on individuals with and without multiple sclerosis. In: *Neuman et al. J NeuroEngineering Rehabil*, 2021, 18:104, pp. 2-3. <https://doi.org/10.1186/s12984-021-00891-7>
4. Moroz Petru, Sandrosean Argentina, Sandrosean Iurie. Malformația luxantă a șoldului la copil. In: Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științe Medicale, 2008, 2(16), ISSN 1857-0011, pp. 183-186.

5. Jie C. Nguyen, Scott R. Dorfman, Cynthia K. Rigsby, Ramesh S. Iyer, Adina L. Alazraki, Sudha A. Anupindi, Dianna M.E. Bardo, Brandon P. Brown, Sherwin S. Chan, Tushar Chandra, Matthew D. Garber, Michael M. Moore, Nirav K. Pandya, Narendra S. Shet, Alan Siegel, MS and Boaz Karmazyn. ACR Appropriateness Criteria Developmental Dysplasia of the Hip-Child. In: *Journal of the American College of Radiology*, 2019, 16, pp. S94-S103.
6. Bețișor Alexandru. Sold dureros la Tânărul Adult. In: Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științe Medicale, 2015, 4(49), ISSN 1857-0011, pp. 90-92.
7. Gh. Burnei, Șt. Gavriliu, Ileana Georgescu, Raluca Tutunaru, Ecaterina Maria Japie. REMODELAREA ACETABULULUI ÎN LUXAȚIA CONGENITALĂ DE
8. SOLD DUPĂ REDUCEREA ORTOPEDICĂ [REMODELING OF THE ACETABULUM IN CONGENITAL HIP DISLOCATION AFTER ORTHOPEDIC REDUCTION]. In: *Arta Medica*, 2017, 2 (63), pp. 9-11.
9. Curs “ Biomecanica membrului inferior ” , Florin Munteanu, 2020-2021, semestrul 2, Biomecanică.
10. Specificațiile ortezei. [online]. [accesat în 26.02.2022]. Disponibil: <https://www.med-tehnica.ro/orteza-sold-neopren-stanga?vid=1853930>
11. Specificațiile platformei de dezvoltare. [online]. [accesat în 26.02.2022]. Disponibil: <https://www.robofun.ro/platforme-de-dezvoltare/arduino-uno-r3.html>
12. Specificațiile traductorului triaxial. [online]. [accesat în 26.02.2022]. Disponibil: <https://cleste.ro/modul-accelerometru-adxl335-cu-3-axe.html>
13. Specificațiile senzorului de îndoire. [online]. [accesat în 26.02.2022]. Disponibil: <https://www.robofun.ro/senzor-de-indoire-11-4-cm.html>

TECHNOLOGY OF DENTAL WORK SCANNING

Alexandru-Constantin TULICĂ

*PhD student, Product Design, Mechatronics and Environment, Faculty of Product Design and Environment,
Transilvania University, Brașov, Romania*

*Correspondent author: Alexandru Tulică, alexandrutulica@yahoo.com

Abstract: This article shows how the dental field has evolved to present dental impressions scanning technology for a particular type of dental work. This paper will present the main scanning device, details about it, how to scan a dental impressions and last but not least we have the import of the scanned paper in a design program.

Keywords: 3shape device, dental impressions, dental work

Introduction

Classic dental impressions are obtained by placing the toothpaste in the patient's mouth. This putty hardens slowly, the patient must bite, while the material solidifies on the shape of the teeth so that the imprint remains in the substance, resulting in molding.

After that, a long process of preparing the mold for restorations begins, and sometimes the resumption of the dental impression may be necessary to correct any errors.

1. Dental scan

A solid CAD/CAM system that combines scanning with design software is the only way to meet the future demands of your customers. 3Shape Generation Red E lab scanners provide high ISO documented accuracy, high speed, and many advanced scanning features. From the affordable E1 scanner to the high-performance E4 scanner, 3Shape's scanner portfolio offers a solution perfectly matched to the needs of your lab.

Impression scans were performed using the 3shape E3 device.

It features 2 x 5.0 megapixel cameras, the accuracy is 7 nanometers, the scanning texture is done in color, it can scan both plastered models and dental fingerprints, which will be mentioned in this article [1].

A scan of a dental work, DCR type (corono-radicular device)- the dental pivot is a prosthetic device that aims to restore fractured or decayed teeth, which will later be covered by a dental crown., will be performed with the 3Shape scanner - E3 series. Figure 1 shows the interface of the program with which the scanner works, you can see details, such as tooth identification, project series, scan details.



Figure 1. 3shape software interface

In order for the DCR type work to be done correctly, it is necessary to scan the dental impressions from the oral cavity - upper jaw, lower jaw and necessarily the bite, in order to observe the correct dimensions of the work (figure 2, figure 3, figure 4).

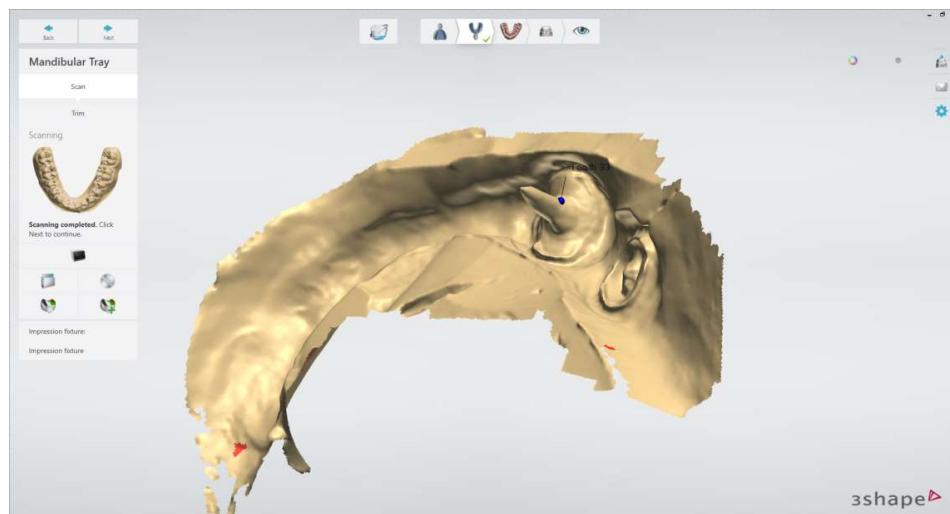


Figure 2. Lower jaw



Figure 3. Upper jaw

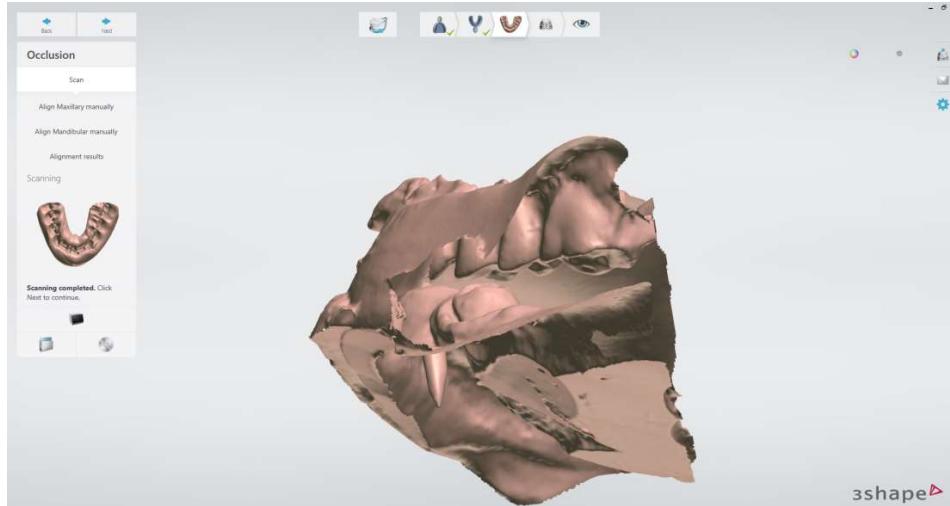


Figure 4. Bite- occlusion

The dental impression, in which the future work (DCR) can be observed, scanned can be seen in figures 5, 6 and 7.



Figure 5. Upper jaw- dental impression



Figure 6. Lower jaw- dental impression- top view



Figure 7. Lower jaw- dental impression- occlusal view

2. Importing scans

The import of the scans from the 3shape software into Exocad - the program with which the DCR type work will be designed is done with the help of the functions identified in figure 8.

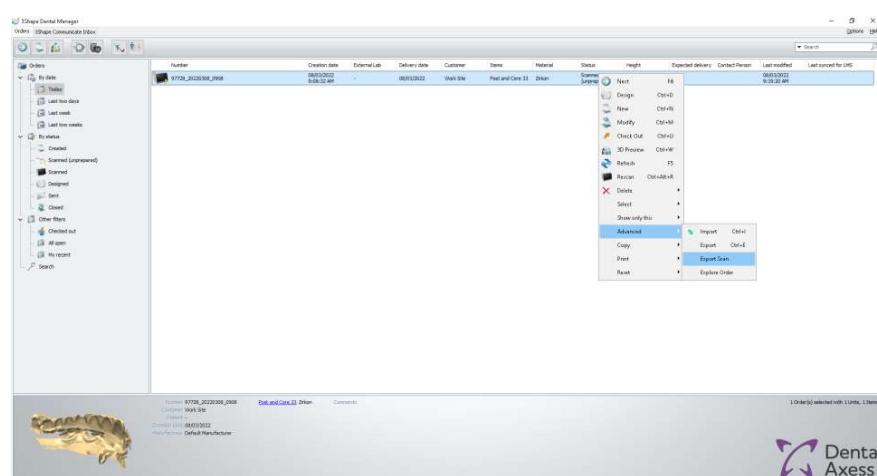


Figure 8. Import scans- 3shape soft

Figures 9 and 10, shows how the scan was imported into the dental software design software.

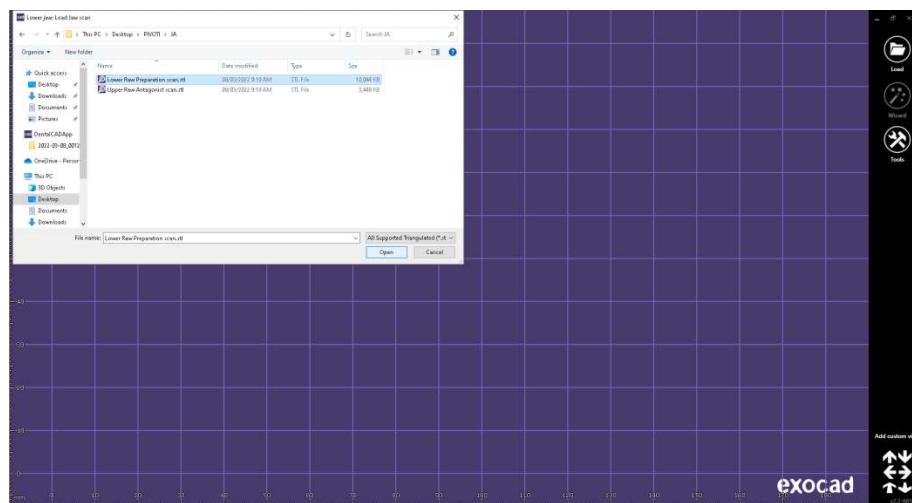


Figure 9. Import scans- ExoCAD

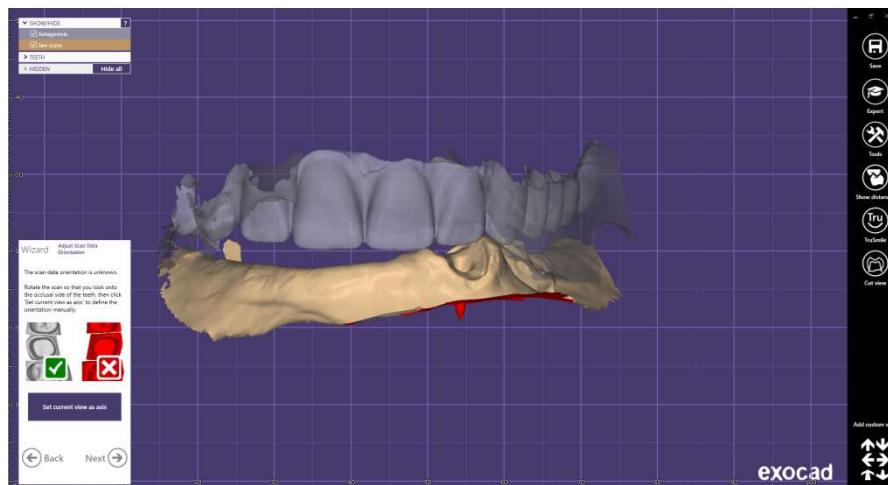


Figure 10. Import scans- ExoCAD- upper and lower jaw

Conclusions

The transition from traditional dental technology to virtual technology, such as scanning and virtual 3D design, determines the following facilities: speed in carrying out the work, the patient does not wait long after a dental work, raw materials used are few dental impression, observation of details, at the level of dental work, very high accuracy, errors are relatively few, only the inattention of the observer during the scan could lead to errors - wrong overlaps, as an example.

Acknowledgments. I would like to thank the dental technique laboratory DENTALMED TEHNOCOM, from Brașov, of the administrator Ion Dobrovolschi, for the use of the devices within the institution and coordinating professor Corneliu- Nicolae Drugă from Transilvania University, Faculty of Product Design and Environment, Brașov.

References:

1. *Lab-Scanner-User-Manual---2.1.6.0-B-EN.pdf* (2022). Available at: <https://3shape.widen.net/view/pdf/acj5ikkdnm/Lab-Scanner-User-Manual---2.1.6.0-B-EN.pdf?t.download=true&u=6xmdhr> (Accessed: 10 March 2022).

DISPOZITIV DE MONITORIZARE AL GAZELOR ȘI COMPUȘILOR ORGANICI VOLATILI DIN AERUL EXPIRAT

Grigorii BUZA

Departamentul de Microelectronică și Inginerie Biomedicală, Facultatea Calculatoare Informatică și Microelectronică, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Moldova

Autor Corespondent: Buza Grigorii grigorii.buza@mib.utm.md

Rezumat. Bolile cronice netransmisibile cauzează cca 90% din toate cazurile de mortalitate în Republica Moldova, din care 59% revin bolilor cardiovasculare. De aceia monitorizarea sănătății pacienților cu boli cronice netransmisibile prin schimbul efectiv de informații medicale la distanță dintre pacient și medic are o necesitate majoră și va micșora cazurile de mortalitate. Monitorizarea parametrilor fiziologici la distanță pe plan international reprezintă o metodă foarte viabilă și necesară și continuie să fie cercetată și dezvoltată la un nivel cât mai înalt și cu o varietate mare de funcționalități. Analiza respirației umane prezintă un instrument non-invaziv de detectare a bolilor legate de metabolism precum diabetul, insuficiența renală, etc. Dispozitivul este elaborat din module separate interconectate, scheme electrice de interacțiune și achiziție a datelor de la senzori și sistem informational de transmitere și afișarea datelor pe Smartphone, tabletă, calculator.

Keywords: Air, respiration, gas, organic, concentration, wemos, sensor, data, wiring diagram, microprocessor, pin, WiFi, server, oxygen, hydrogen, acetone, internet.

Introducere

Respirația este un proces fiziologic fundamental prin care organismul uman schimbă oxigenul și dioxidul de carbon cu mediul. O respirație completă include două faze distincte: inhalarea, adică absorția aerului (gazelor) din mediu în corp și expirația, care elimină aerul folosit (exterior) din corp. Prin respirație, oxigenul (O_2) din aerul inspirat ajunge în celule, iar dioxidul de carbon rezultat (CO_2) este îndepărtat prin expirație, astfel de process este similar pentru mai multe gaze și compuși organici [1].

Dacă pacientul va fi asigurat că va fi protejat datorită operațiilor de dezinfecție a dispozitivelor, atunci specialistul care intră în contact direct cu acesta are o singură soluție pentru a se proteja acesta fiind (masca facială) paratul de conceput pentru a reduce expunerea personalului medical la boli periculoase din aer. Problema apare atunci când această mască nu este utilizată corect sau nu este prezentă în cazul în care are loc transmiterea a bolilor către personalul medical. O gripă simplă are o perioadă de tratare de o săptămână alte boli mai grave pot dura până la 2 săptămâni ceea ce ar însemna lipsa de personal pe o perioadă nedeterminată și în consecință, incapacitatea de a efectua investigații medicale [2,3].

Soluția ar putea fi reducerea la minimum a contactului pacientului cu medicul în timpul perioadei active a maladiei prin diagnosticarea pacientului de la distanță. La moment acest lucru se face prin telemedicina care permite comunicarea doar între medic și pacient, fără a fi direct în același spațiu și diagnosticând prin întrebări despre sănătate care este o soluție bună dacă este un singur pacient dar în cazul unei epidemii, consultarea individuală a unui număr major de pacienți ar dura prea mult.

La baza acestei concluzii se propune de a elabora un dispozitiv, care să monitorizeze neinvaziv concentrația gazelor volatile în aerul expirat și să faciliteze îngrijirea medicală, dacă există un risc crescut de epidemie sau să crească viteza de deservire a pacientului, în mai multe situații.

Acest dispozitiv ar putea furniza date pentru mai multe dispozitive de afișare și acestea la rândul lor ar putea afișa informații de la mai multe analizatoare de respirație.

Materiale utilizate

Schema de conexiune din Figura 1. include placa de bază cu modul Wemos D1 Mini ESP32, senzorii de gaze și compuși organici volatili de tip MEMS și electrochimici, componenete a sistemului de alimentare în care intră modulul ridicător de tensiune și o baterie [3-9].

Tabelul 1

Lista componentelor principale utilizate la elaborarea dispozitivului

Nr.	Denumirea componenetei	Cantitatea
1	Placa Wemos D1 Mini ESP32	1
2	Senzor de Oxigen ZE03-O2	1
3	Senzor Hidrogen ZE03-H2	1
4	Senzor CO2 MHZ-19B	1
5	Senzor de Acetonă M1015	1
6	Modul de majorare tensiune MT3608	1
7	Baterie Li-Ion 3.7 V 2500mA	1

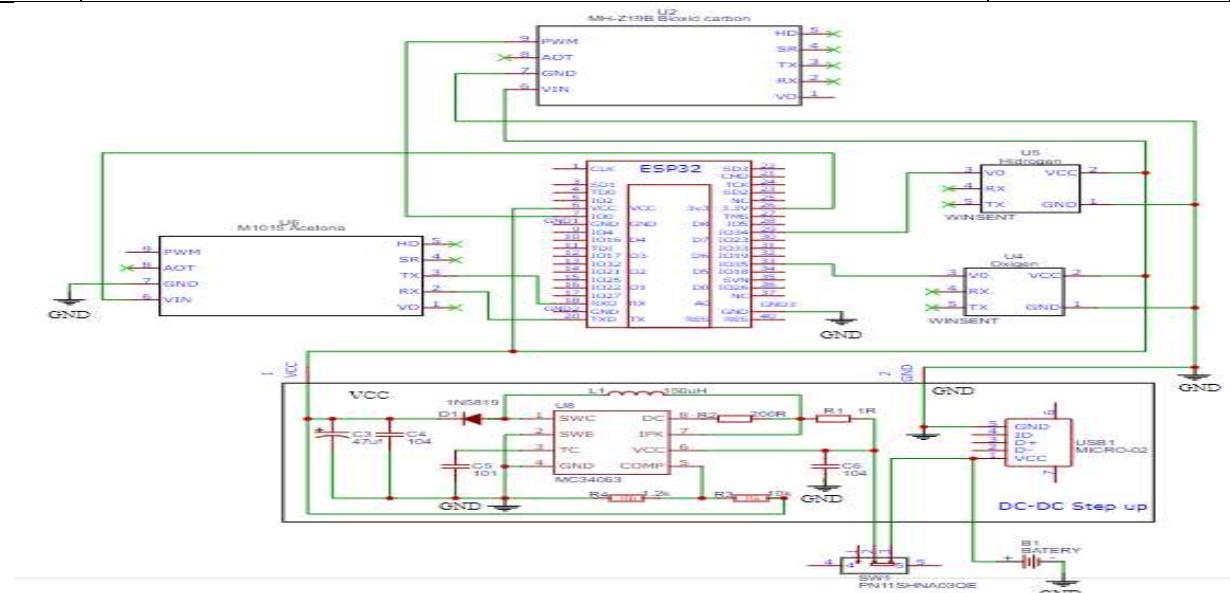


Figura 1. Schema de conexiune a componenelor

În Figura 2. este reprezentat modul de funcționare a dispozitivului și datele afișate de acesta conexiune.

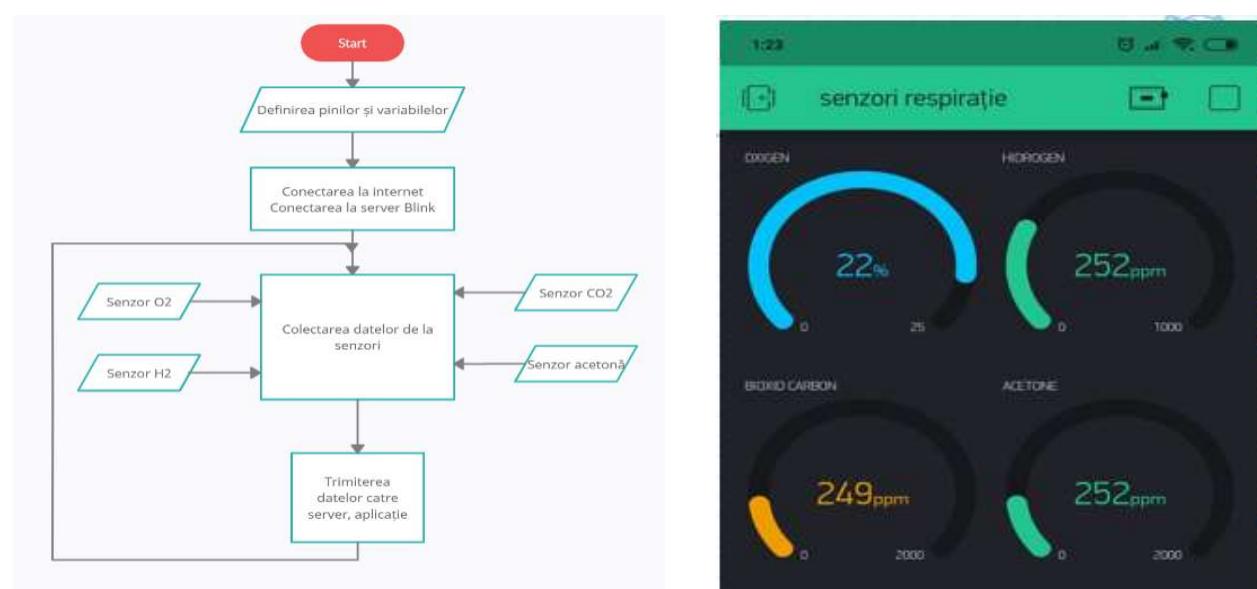


Figura 2. Modul de funcționare a dispozitivului și afișarea datelor.

După cum se vede în chema bloc pentru a funcționa corespunzător acesta are nevoie de conexiune la internet prin WIFI pentru a trimite date pe dispozitivele de afișare, stocare setarile date se efectuează la prima pornire a acestuia după care masca din Figura 3. Ce are incorporat 2 valve de dirijare a aerului se pune la pacient și aceasta deja la primele expirații analizează concentrațiile de O₂, CO₂, H₂, Acetonă și le transmite dispozitivelor de afișare și stocare a informației pentru studiu.

Ca dispozitiv de afișare poate servi Smartphone, tabletă, calculator.



Figura 3. Dispozitivul de monitorizare a concentrației gazelor volatile.

Dispozitivul a fost conceput de a fi cât mai comod fără fire și tuburi ce ar permite diagnostic ambulatorie la domiciliu cu toate ca poate fi conectat și prin tuburi în cazurile de monitorizare îndelungată sau internare.

Rezultate obținute:

- O₂=19 % Precizie 0,1%
- H₂=6 ppm Precizie 1ppm
- CO₂=869 ppm Precizie 50ppm
- Acetona= 137 ppm precizie 0,1ppm

Durata de funcționare în regim continuu = 28 ore

Numărul de utilizări a căte 5 minute = 300 ori

Concluzii

Analiza respirației umane prezintă un instrument non-invaziv de detectare a bolilor legate de metabolism precum diabetul, insuficiența renală, maldii respiratorii etc. Senzorii în baza oxizilor de metale prezintă o alternativă pentru fabricarea dispozitivelor portabile cu un cost scăzut și o sensibilitate înaltă.

Dispozitivul elaborat permite sezizarea a trei parametri care au fost considerați ca biomarkeri pentru unele maladii, în urma încercărilor s-au obținut valori admisibile a compușilor întă și rezoluții acceptabile. Acest dispozitiv ar fi de mare ajutor instituțiilor medicale și un pas către dezvoltarea diagnosticului noninvaziv de la distanță.

Studiu realizat cu suportul proiectului 20.80009.8007.26 „Pilotarea aplicării principiilor medicinei personalizate în conduită pacienților cu boli cronice netransmisibile” din cadrul Programului de Stat (2020-2023), autoritatea contractantă: Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare

Mulțumiri. În să mulțumesc profesorii și coordonatorii ai Universității Tehnice a Moldovei Chișinău, Departamentului de Microelectronică și Inginerie Biomedicală.

Bibliografie

1. IAVORSCHI, A.; Corciova C.P.; ȘONTEA, V. Biomedical instrumentation (rom) Chișinău: Pontos, 2017, Europress ,300 p. ISBN 978-9975-51-866
2. ROTARIU, C. Sisteme de telemonitorizare a parametrilor vitali, În: Editura „Gr. T Popa ”UMF Iași, 2009.
3. EDERLE J., BLANCHARD S., BRONZINO J.D., (2005), *Introduction to Biomedical Engineering*, Elsevier Academic Press.

MANAGEMENTUL TEHNOLOGIILOR MEDICALE – COMPOLENȚA SIGURANȚEI, EFICIENȚEI ȘI CALITĂȚII SERVICIILOR MEDICALE

Sanda MATCOVSCHI

*Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedicală, student anul I Masterat,
Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova*

Autorul corespondent: Matcovschi Sanda, sanda.matcovschi@mib.utm.md

Rezumat. Scopul lucrării constă în analiza și evaluarea rolului Managementului Tehnologiilor Medicale în plan internațional, național și la nivel de instituție medico-sanitară publică. Studiul elaborat are ca scop analiza Managementului Dispozitivelor Medicale și elaborarea recomandările pentru menținerea unui nivel adecvat al performanțelor și securității dispozitivelor medicale aflate în utilizare în instituțiile medico-sanitare

Cuvinte cheie: management, dispozitiv medical, ocrotirea sănătății, instituție medicală, analiza SWOT, personal.

Introducere

Sănătatea omului este importantă pentru fiecare persoană îndeosebi, iar menținerea ei când persoana întâlnește unele probleme este apelat serviciul medical. Sistemul de sănătate al unei țări este deținător de resurse pentru activitate medicală. Un sistem de sănătate funcțional și dotat cu instrumente medicale moderne și medicamente, care corespund necesităților pacienților, vor ajuta la a menține un stil de viață sănătos [1].

În același timp, instituțiile medicale care dispun de tehnologii și aparate medicale au răspundere pentru a oferi resurse suficiente de a întreține actul medical, de a realiza acțiunile de mențenanță, organizare, monitorizare și verificare tehnică a acestor tehnologii. Un serviciu medical prestat corect, direcționat corect pentru însănătoșirea populației, are succes prin două componente: buna funcționare a dispozitivelor medicale din instituție și prin personalul calificat implicat în acest sistem complex de prestare a serviciilor medicale.

În Republica Moldova, sunt identificate un sir de probleme în domeniul sănătății, care pot pune în pericol sănătatea populației. Lipsa de instrumente medicale, suficiente pentru a acoperi cererile de servicii medicale precum serviciile de tratament, diagnostic, terapie și reabilitare este una din problemele identificate în instituțiile medicale de sănătate publică (IMSP). Sistemul de instituții medicale are 378 de instituții medicale de stat și private, printre care se diferențiază spitale raionale, spitale municipale și instituții medicale cu o capacitate mai mică de pacienți. Acestea trebuie să fie dotate cu tehnologii medicale conform scopului prestat, pentru a asigura însănătoșirea populației și calitatea vieții. Cele mai dotate instituții sunt spitalele din municipii și spitalele mari din raioane.

În același timp, numărul mic de personal medical (medici, asistenți medicali, felceri, kinetoterapeuți) și personalul tehnic (inginer biomedical, inginer tehnician) calificat este o altă problemă identificată. Conform statisticii de angajare a personalului medical și tehnic în cîmpul muncii, în anul 2019 s-a identificat o descreștere în rîndul personalului angajat în instituțiile medicale de stat. Personalul calificat și instruit pentru activitatea dispozitivelor medicale reprezintă un element crucial în eficiența serviciilor medicale și calitatea actului medical în sistemul de sănătate. Astfel, lipsa acestora ar duce la un sir de consecințe în rîndul populației care necesită ajutor medical urgent și calitativ, la probleme în domeniul economic și industrial. Sunt necesare observații mai avansate în cercetarea instituțiilor medicale, cu găsirea de soluții optime pentru implementarea sesiunilor de instruire și îmbunătățire a competențelor personalului medical.

Cadrul juridic privind utilizarea dispozitivelor medicale în Uniunea Europeană

Sistemul sănătății este de o mare însemnatate pentru țările lumii, iar promovarea unei societăți prospere și asigurarea unei populații sănătoase se fac posibil prin efort comun al tuturor statelor.

Astăzi, cadrul de reglementare al Comisiei Europene oferă un șir de documente referitoare la principiile internaționale comune pentru fortificarea domeniul dispozitivelor medicale, ca îndrumare corectă și garantare a siguranței și eficienței dispozitivelor medicale. În linii generale, acestea conțin instrucțiuni specifice domeniului, autoritățile de reglementare, organismele de evaluare a conformității, clasificarea dispozitivelor medicale pe categorii de risc potențial pentru utilizator, circulația și supravegherea produselor pe piață locală și regională. De asemenea, sunt suport pentru funcționarea bună a sistemelor de management al calității și cele de evaluare a siguranței clinice și performanței dispozitivelor.

În același timp, există necesitatea de a atinge alte obiective: de stabilizare a pieței interne privind dispozitivele medicale de diagnostic in vitro a Uniunii Europene, dar și a fortifica siguranța sănătății populației. Prin intermediul la REGULAMENTUL (UE) 2017/746 se armonizează normele pentru introducerea pe piață și punerea în funcțiune a dispozitivelor medicale de diagnostic in vitro și a accesoriilor referitoare acestora, întărind libera circulație a mărfurilor, și stabilirea standardelor calității și siguranței de nivel înalt.

Cu toate acestea, o revizuire continuă a acestor directive pentru fundamentală a stabili un cadru de reglementare robust, transparent, previzibil și durabil pentru dispozitivele medicale, care să asigure un nivel ridicat de siguranță și sănătate, sprijinind totodată inovația.

Analiza managementului mehnologiilor medicale în cadrul unei instituții medicale

Pentru a avea schimbări vizibile, nu este suficient de a avea doar o viziune asupra situației la nivel de țară, dar este obligatoriu de a avea și o cercetare individuală a componentelor unei instituții medico-sanitare. În acest scop, pentru studiu și cercetare a fost luat ca model o instituție medicală din țară: IMSP SCR „Timofei Moșneaga”. Instituția medico-sanitară este un model de spital clinic republican, cu profil preponderent chirurgical. În cadrul instituției sunt 6 departamente, 34 de secții și 28 săli de intervenții chirurgicale, cu o capacitate total de peste 840 de paturi.

De asemenea, instituția are peste 1748 de angajați, printre care 526 medici primari și peste 652 de asistente medicale.

Spitalul clinic „Timotei Moșneaga” este dotat pentru numărul mare de necesități zilnice. Conform cifrelor din Sistemul Informațional de Management al dispozitivelor Medicale, dintre cele 37.323 de dispozitive medicale introduse, Spitalul Clinic Republican „Timofei Moșneaga” are 2.548 dispozitive medicale înregistrate (circa 7%). Din aceste considerente, se poate menționa că este pe primul loc în clasamentul privind cantitatea de dispozitive medicale gestionate și susținute de echipa de ingineri biomedicali teritorul țării în. Acest lucru se poate observa în Fig. 1.

Cercetarea activității personalului medical și tehnic în cadrul instituției a oferit o înțelegere a importanței echipei de ingineri biomedicali în oferirea serviciilor medicale. Responsabilitățile unui inginer biomedical este de a instala și a întreține echipamentele utilizate într-un cadru medical; furnizează suport tehnic pentru echipamentele biomedical; oferă instruire altor membri din personal pentru a utiliza echipamentele în mod corespunzător. De asemenea, este responsabil de redactarea rapoartelor tehnice, menținerea bazei de date (Sistemul Informațional de Management al Dispozitivelor Medicale) și completarea documentației cu privire la dispozitivele medicale.

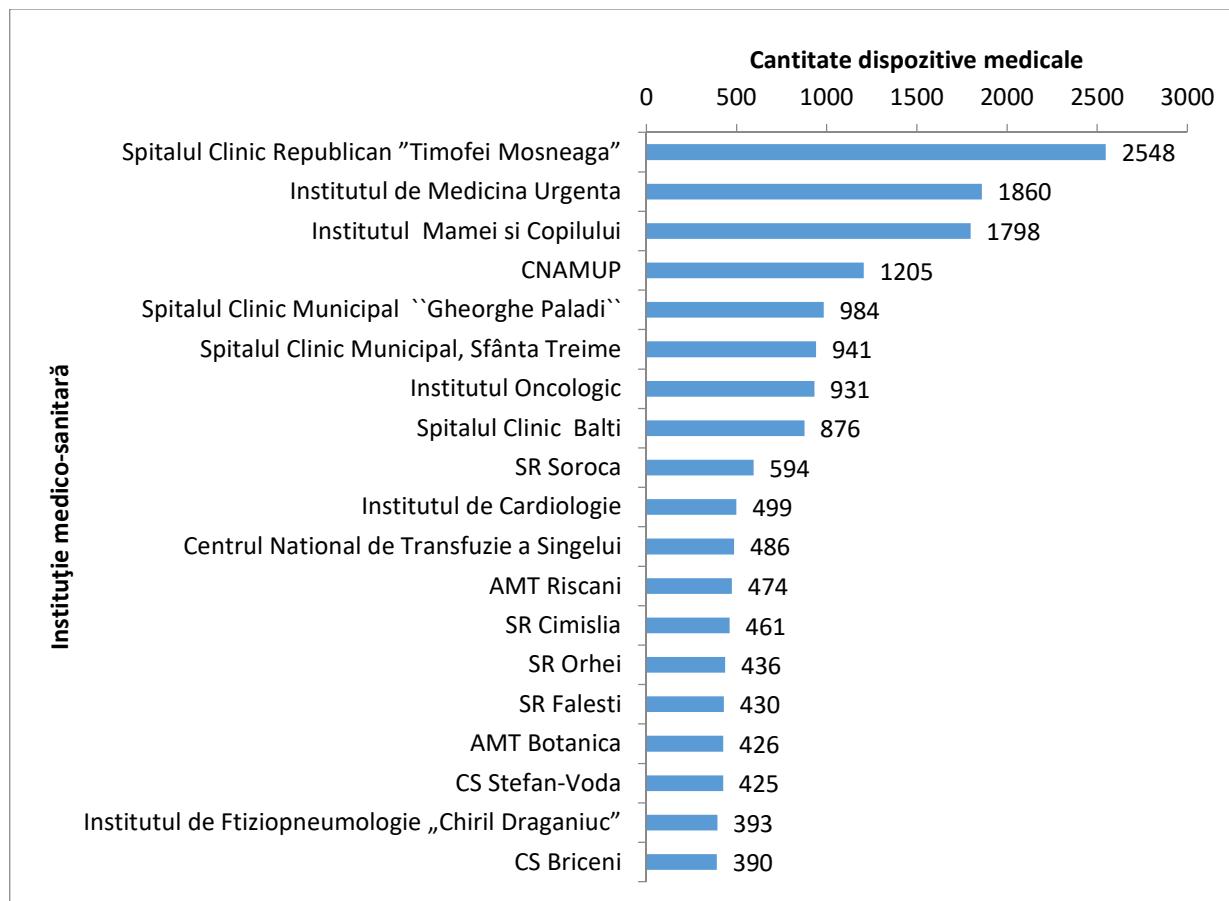


Figura 1. Cantitatea de dispozitive medicale înregistrate la 20 instituții medicale în Sistemul Informațional de Management al dispozitivelor Medicale

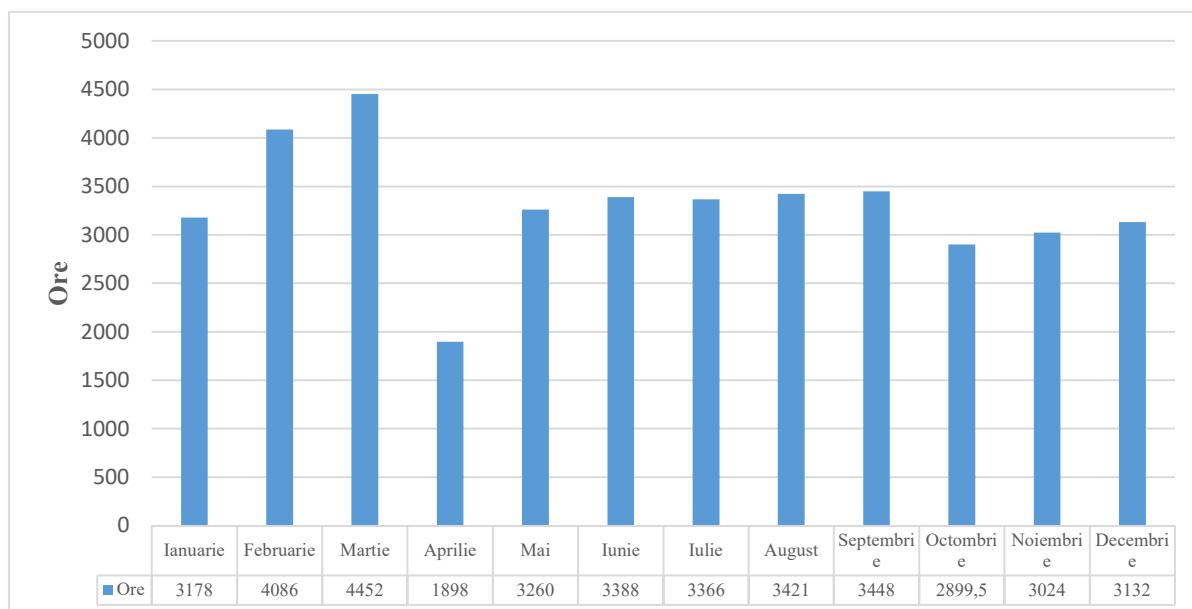


Figura 2. Activitatea departamentului în perioada ianuarie-decembrie 2020, în ore

În perioada lunilor ianuarie – decembrie 2020, conform figurii 2, s-au înregistrat 14030 lucrări dintre care 946 lucrări de menenanță corectivă, 939 lucrări de menenanță preventivă, 11056 testări a dispozitivelor, 588 verificări periodice, 88 lucrări metrologice. Reprezentarea evaluării respective fi observată în figura 2.

Concluzii

În rezultatul lucrării de cercetare, au fost realizate la bun sfârșit următoarele acțiuni:

- Au fost analizate sursele cu date statistice referitoare la sistemul de sănătate, sistemul de informație Sistemul Informațional de Management al Dispozitivelor Medicale și la activitatea instituției medicale IMSP SCR „Timofei Moșneaga”.
- Au fost elaborate rezultate grafice și observații referitoare la managementul tehnologiilor medicale la nivel național, precum și în cadrul instituției medicale IMSP SCR „Timofei Moșneaga”.
- S-au obținut indicatori ce oferă informații numerice despre situația dispozitivelor medicale, personalul tehnic și dotarea cu paturi a instituțiilor. Aceștia au încercat a fi calculați la nivel de instituție, din datele analizate.

În această sudiu s-a pus un mare accent pe selectarea datelor din surse și interpretarea corectă a acestora conform scopului. În continuare, au fost scrise câteva observații pe baza acestor selecții. O analiză de acest gen poate releva date importante, iar efectuarea ei poate fi făcută pentru oricare din IMSP-uri, oferind detalii mai precise despre situația managementului tehnologiilor medicale.

O cercetare mai amplă a sistemului de management a tehnologiilor medicale la nivel de țară va face ca Republica Moldova să se poată clasa printre țările lumii / să se facă un clasament al acestor sisteme. Această cercetare trebuie să fie bazată pe date colectate de la toate nivelurile a IMS-urilor de stat, instituțiilor private (care la moment nu furnizează public aceste date), apoi să se calculeze valorile la mai mulți indicatori și să se compare prin intermediul acestora. Această cercetare trebuie să fie bazată pe date colectate de la toate nivelurile a IMS-urilor de stat, instituțiilor private (care la moment nu furnizează public aceste date), apoi să le calculeze valorile la mai mulți indicatori și să se compare prin intermediul acestora cu indicatorii altor state. Progresul înregistrat pe perioade va aduce cunoștință despre evoluția sau involuția sistemului de management, ce lucruri necesită îmbunătățite.

Mulțumiri

Autorul acestui articol aduce mulțumiri cadrului profesoral al Departamentului de Inginerie Biomedicală a Univrității Tehnice din Moldova, Centrului Național de Inginerie Biomedicală, coordonatorului prof. univ. dr. Şontea Victor, asist. univ. Ulian Rotari pentru îndrumare și surse informative oferite.

Referințe

1. KEITH WILLSON, KEITH ISON, SLAVIK TABAKOV Book Medical Equipment Management Strategies c 35 – 87

SUBSECȚIA INTERDISCIPLINARĂ ÎN LIMBA STRĂINĂ (ENGLEZĂ)

INTERDISCIPLINARY SUBSECTION IN FOREIGN LANGUAGE (ENGLISH)

DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR COMPOSING MUSIC

Ion CERNEI*, Elena PAPUC, Dina BÎTCĂ, Cezar GUZUN

Department of Software Engineering and Automation, Group FAF-201, Faculty of Computers, Informatics and microelectronics, Technical University of Moldova, Chișinău, Republic of Moldova

*Corresponding author: Ion Cernei, ion.cernei@isa.utm.md

Abstract: The aim of the following article is to describe the way composing music could benefit from a Domain Specific Language. It presents some music concepts and their representation using programming archetypes. Further, it explains the way the DSL works by describing its basic commands, an example of code and parse tree.

Key words: music language, domain-specific language, data structures, parse tree, grammar.

Introduction

A domain-specific language (DSL) is a computer language specialized to a particular application domain [1]. In this case the domain for the DSL is music composition, therefore most of the attention was given to computer generated sound, time management, and measurement.

Computers are general-purpose machines that can be programmed for different goals in a variety of fields, including general art and music. Computer music languages allow composers who do not have knowledge in programming, to still use computers to their advantage. Even though general-purpose programming languages can be used for composing music, experience has shown that time is a crucial aspect for this task, therefore, languages that incorporate musical time are easier to use and perform better with many musical operations. In procedural languages time can be represented with tempo, duration, abstractions of beats and schedulers [2].

The proposed language should be able to solve two problems:

1. Improving the process of learning programming by using live coding.
2. User empowerment in digital music making and the potential disruption to canonic practices of music education by the utilisation of digital technologies.

The proposed DSL is a simple and powerful way to start making electronic music and also to learn basic programming concepts.

Syntax

The term syntax, in general, refers to the notations and rules that control the structure of the programming language. The majority of computer music languages are based on text and keep the syntax similar to other programming languages. The described DSL has a simple syntax with terms as: *play, sleep, for each, repeat, function, use*.

When developing a DSL, the syntax can be text-based or graphical, but the main attention must be directed to how the music language handles timing, signals and concurrency. It can be observed that how the program behaves, its semantics are of greater importance than the syntax.

Semantics and language overview

The term semantics, in general, means how the programming language interprets the text. Music composition by using programming needs to include parallel processing, manually timed output, signal processing and the capability to respond to changes of the code in real-time. Therefore, innovative and interesting semantics can be found in DSLs for composing music. Programming languages for music include special data types such as signals and scores, clear specifications for timing manipulation of program behaviour and provisions for real-time interaction [2].

To create sound, the user will have the *PLAY* command, followed by a number which represents the pitch of the note. The *SLEEP* command is meant to make a timed pause between notes. After these two main commands there are those that allow the user more flexibility and less code such as *REPEAT* and *FOR EACH* commands. The *USE* command allows to choose or switch musical instruments.

To manipulate data, the user will be able to create variables and functions. There are three main reasons for using variables: communicating meaning, managing repetition and capturing the results of things.

One of the basic data structures that the DSL will have, which is very useful, is the list. A list can be declared by writing the terms within a pair of brackets, in form of a sequence where each element is separated by commas and spaces. For example [25, 30, 35].

Grammar design

For a better understanding of the grammar, special notations were used which are represented in Tab. 1.

Table 1.

Meta notations

Notations	Meaning
<text>	a nonterminal parameter is written between <>
text	a terminal parameter is written in bold
text*	the symbol appears zero or more times
text ⁺	the symbol appears one or more times
	an alternative follows

There are several stages that need to be covered in order to design a DSL. The first stage is definition of the grammar $L(G) = (V_T, V_N, S, P)$:

- V_T – is a finite set of characters of the Alphabet of the Grammar (terminal symbols)
- V_N – is a finite set of non-terminal symbols;
- S – is the start symbol;
- P – is a finite set of rules that combined form the production;

$$V_T = \{ \text{FUNCTION, DO, PLAY, SLEEP, REPEAT, TIMES, USE, FOR, EACH, IN, END, A, B, ... Z, a, b, ... z, 0, 1, ... 9, piano, guitar, trumpet, drums, violin, =, ., , [,]} \}$$

$$V_N = \{ \langle \text{program} \rangle, \langle \text{listOfCommands} \rangle, \langle \text{basicCommands} \rangle, \langle \text{initializationCommands} \rangle, \\ \langle \text{playCommand} \rangle, \langle \text{sleepCommand} \rangle, \langle \text{useCommand} \rangle, \langle \text{repeatCommand} \rangle, \\ \langle \text{forEachCommand} \rangle, \langle \text{functionCallCommand} \rangle, \langle \text{naturalValue} \rangle, \langle \text{floatValue} \rangle, \\ \langle \text{instrument} \rangle, \langle \text{Time} \rangle, \langle \text{variableName} \rangle, \langle \text{listName} \rangle, \langle \text{initializeFunction} \rangle, \\ \langle \text{initializeVariable} \rangle, \langle \text{value} \rangle, \langle \text{naturalList} \rangle, \langle \text{floatList} \rangle, \langle \text{functionName} \rangle, \\ \langle \text{functionBody} \rangle, \langle \text{lowerCase} \rangle, \langle \text{upperCase} \rangle, \langle \text{digit} \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \text{program} \rangle \}$$

$$P = \{$$

$$\begin{aligned} \langle \text{program} \rangle &\rightarrow \langle \text{listOfCommands} \rangle \\ \langle \text{listOfCommands} \rangle &\rightarrow \langle \text{basicCommands} \rangle^+ \\ &| \langle \text{initializationCommands} \rangle^+ \\ &| \langle \text{basicCommands} \rangle \langle \text{listOfCommands} \rangle \\ &| \langle \text{initializationCommands} \rangle \langle \text{listOfCommands} \rangle \\ \langle \text{basicCommands} \rangle &\rightarrow \langle \text{playCommand} \rangle \\ &| \langle \text{sleepCommand} \rangle \\ &| \langle \text{useCommand} \rangle \\ &| \langle \text{repeatCommand} \rangle \\ &| \langle \text{forEachCommand} \rangle \\ &| \langle \text{functionCallCommand} \rangle \end{aligned}$$

```

<playCommand> →      PLAY <naturalValue>
| PLAY <variableName>
| PLAY <functionName>
| <playCommand> <basicCommands>
<sleepCommand> →     SLEEP <time>
| SLEEP <variableName>
| <sleepCommand><basicCommands>
| <sleepCommand><listOfCommands>
<time> →             <floatValue>
<floatValue> →        <naturalValue> . <naturalValue>
| <naturalValue>
<useCommand> →       USE <instrument>
| <useCommand><basicCommands>
<repeatCommand> →    REPEAT <naturalValue> TIMES <basicCommands> END
| <repeatCommand><basicCommands>
<forEachCommand> →   FOR EACH <variableName> IN <listName> DO <basicCommands> END
| <forEachCommand><basicCommands>
<functionCallCommand> → <functionName>
| <functionCallCommand> <basicCommands>
<initializationCommands> → <initializeFunction>
| <initializeVariable>
<initializeVariable> → <variableName> = <value>
<value> →             <naturalValue>
| <floatValue>
| [<naturalList>]
| [<floatList>]
<naturalList> →        <naturalValue> , <naturalList>
| <naturalValue>
<floatList> →          <floatValue> , <floatList>
| <floatValue>
<initializeFunction> → FUNCTION <functionName> DO <functionBody> END
<functionBody> →       <basicCommands>
<naturalValue> →       <digit>+
<variableName> →       <lowerCase>+ | <upperCase>+ | _+ | <digit>+
<functionName> →       <lowerCase>+ | <upperCase>+ | _+ | <digit>+
<listName> →           <lowerCase>+ | <upperCase>+ | _+ | <digit>+
<lowerCase> →          a | ... | z
<upperCase> →          A | ... | Z
<digit> →              0 | ... | 9
<instrument> →         piano | guitar | violin | drums
}

```

Code example

The following code shows an example of function and variable declaration, also play, sleep, for each, and repeat commands.

function simpleNote do:

```

play 50
sleep 0.5
end

```

notes = [50, 60, 80]

use piano

for each note in notes do

 play note

 sleep 0.5

end

use violin

repeat 3 times:

 simpleNote

end

Parse Tree

In Fig. 1 it is represented the Parsing Tree of the code from above. The first branch shows the function initialization command and the second branch shows other basic commands.

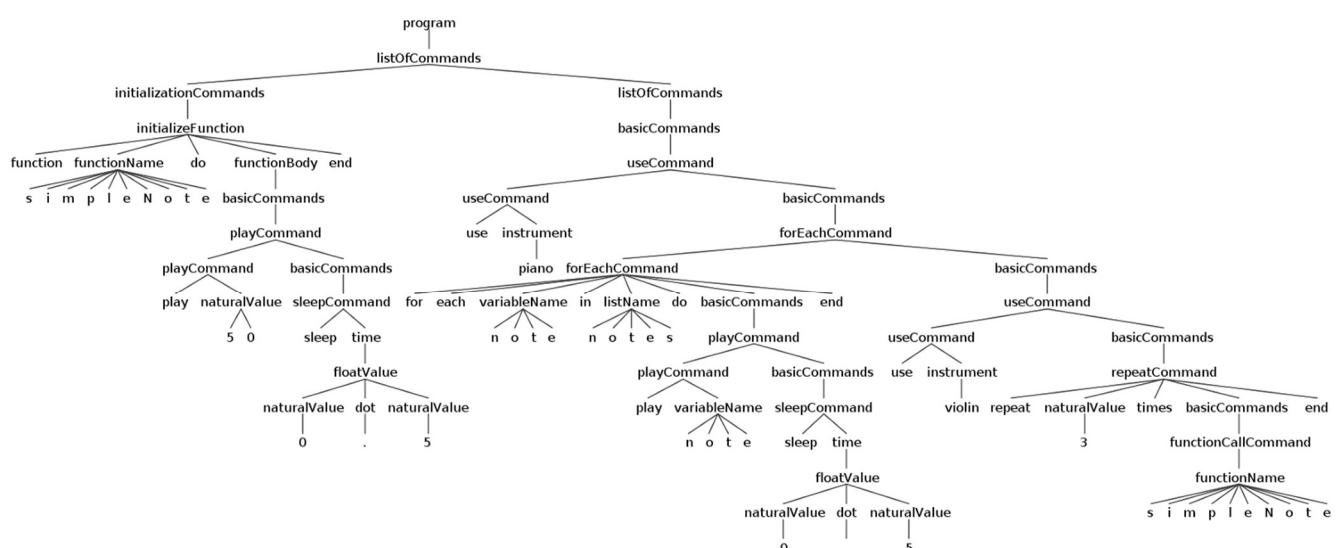


Figure 1. Parse Tree

Conclusions

Domain-specific languages for music are formed by techniques and ideas that can recreate the original process of music composition and make it simpler. The difference between Music DSLs and other languages is that they must deal with the concept of time, simultaneous processes, and audio signals. These concepts are naturally understood by humans when it comes to composing music traditionally, but they can be hard to elaborate in conventional programming languages. Since composing music is a process more bound to creativity than to engineering rules, it is important for languages to provide a way for quick experimentation, therefore the syntax and semantics should be adapted for this as well.

References

1. PARSONS, REBECCA. *Domain Specific Languages*, In Google Scholar, 2019, pp. 89-94.
2. DANNENBERG, RB. *Languages for Computer Music*, In Google Scholar, 2018, pp. 2-11.
3. JOSEPH A. GOGUEN. *Semantics of computation*, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 25, Springer, 1975, pp. 151–163

THE DEVELOPMENT OF A DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR STORYTELLING MANAGEMENT

Valentina CRAEVSCAIA^{1*}, Viorel NOROC¹, Petru STRATULAT¹, Valentin FOROS¹

¹*Department of Software Engineering and Automation, Group FAF-203, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova*

*Correspondent author: Valentina Craevscaia, valentina.craevscaia@isa.utm.md

Abstract. This article presents an approach to the video game development, that is currently a very labor-intensive endeavor. The main purpose of this scientific paper is to present the created Domain Specific Languages (DSL) for Storytelling Management that differ from other alternative tools through the states of the character. More specific depending on the feelings and behavior, different events will be triggered and the character will pass through diverse changes and simulations.

Keywords: DSL, game, parse tree, grammar, storytelling, characters.

Introduction

Movies, books, and other forms of popular culture have all been replaced by video games. It's possible that the industry's expansion is outpacing that of more traditional art forms. Much of the growing popularity of video games is due to advances in technology, such as alternate input devices and improved visuals [1,2]. Domain Specific Languages (DSL) are programming languages designed to enable a certain set of tasks in a given area.

This scientific research presents an approach to the Story management tool for operating in a deeper manner with the characters, beside the basic decision-making process. The proposed DSL differ from the other similar tools like Inky editor, scripting language based on the notion of using flow to mark-up pure-text in order to create interactive scripts [3], through the idea of operating with character, based on its condition the all-future events will be triggered, and vice-versa, based on the events happening to the character, its condition will be changing. An expert in the selected subject will use such a technology to try to boost his or her productivity.

Domain Analysis

People like level and story designers must communicate their concepts and ideas to programmers because all created material must finally be realized in a final software product. This can take a lot of time and effort, and it's simple for programmers to misinterpret the designers' genuine intentions. It would be much simpler, and indeed more efficient, if the designers could "code" their ideas in a way that is both natural for them, but also usable for the production of the game software [1]. A great solution for this problem, constitute the idea of creating a Domain Specific Languages (DSL) for storytelling. There were implemented several tools for operating with narrative text, for example Inky editor [3]. Analysing all existing Storytelling tools there were no tool that would be operating with the main character from the story, relying on the physical or mental condition and also on the events that are happening with it. Based on all these states, the idea is to trigger the future events and changes, that will influence the story development. The proposed DSL is mainly based on the Inky editor principle, an advanced script used for a narrative engine designed to slot into a game engine. However, the difference between Inky and the suggested DSL, is creating a simulation of the real life, in such way the game is more adaptive and interesting.

Language overview

It can be difficult and error-prone to develop a textual DSL by implementing its grammar. Since the programming language is based on Storytelling Management, the main focus was to make the writing process of the narration based on character condition. The language will provide an adaptive way for story and character development.

The proposed DSL consists of written representative samples of rules, where each rule refers to entities according to the data model, they are used to “validate” the program. Also, there are predefined keywords based on the grammar which help to the implementation of the lexer.

A programming language's grammar is a technical term for a set of formal rules that describes how the programming language is built and lists the valid tokens and lexemes. In Table 1 are described the meta-notation used in the Extended Backus-Naur Form, often used to present grammars.

Table 1.

EBNF Meta notation

EBNF Meta notation	
<x>	means x is non-terminal
x or ‘x’	means x is a terminal
[x]	means x is optional (0 or 1 occurrences of x)
x*	means 0 or more occurrences of x
x+	means 1 or more occurrences of x
“ ”	separates alternatives
“{” and “}”	are used for grouping alternatives

The grammar of the DSL is $G = (V_N, V_T, S, P)$ where:

V_N – nonterminal symbols,

V_T – terminal symbols,

S – starting symbol,

P – finite set of production rules.

The proposed language works around the player. It offers the possibility to add any stats and attributes to the player. If needed, there is also possibility for an inventory system and item equipment. The language also offers the possibility to create characters that the player can interact with and also enemies that the player fights with. To reduce the redundancy and ensure that every entity has the same defined stats and attributes, global stats and attributes can be defined. The language also has a dedicated part for items that are used in the story and the item has its stats and what will happen to the player if they use or equip the item.

In this language the user can declare global variables and functions. The supported data types are int, float, string, and bool. As for the functions, they can either return something or nothing. For the code logic, there is support for the basic mathematical operations, logic operations and the if statement. Now for the most important part of the language, the story flow.

The story is divided into nodes. The first node is always called START. Each node has the next properties: text – text that is printed when the node is entered, options – the options for this node that have their own properties and node type and a node can be either an encounter with a person, a battle or just showing the text and providing some options. Also, each node can have local variables and can go to other node without choosing an option. An option has a label, the text that is printed and optionally a condition for showing the option or changing the node. When an option or a node goes to node END, it finishes the story. The proposed language offers a simple flow that will make the developing of storytelling games easier.

Program example

```

GLOBAL_STATS{hp: 100; atk:0;}
GLOBAL_ITEM_STATS{value: 1;}
GLOBAL_ATTRIBUTES{name: "name";}
GLOBAL_EQUIPABLE{
    right_hand: NOTHING;
}
ITEMS{sword{EQUIPED{atk:10;}}}
PLAYER{
    stats{atk: 1;}
    attributes{name: "John";}
    inventory{money: 100; }
    equipable{right_hand: sword;}
}
NPCS{alexander{}}
ENEMIES{skelton{}}
GLOBAL_VARIABLES{}
STORY{
    START{
        text: "you lost your way in the woods";
        options{
            l{
                label:"go left";
                text:"you decided to go left";
                goto: START;
            }
            r{
                label:"go right";
                text:"you decided to go right";
                goto: went_right;
            }
        }
    }
    go_right{
        text: "you found your way out";
        goto: END;
    }
}
}

```

Parsing tree

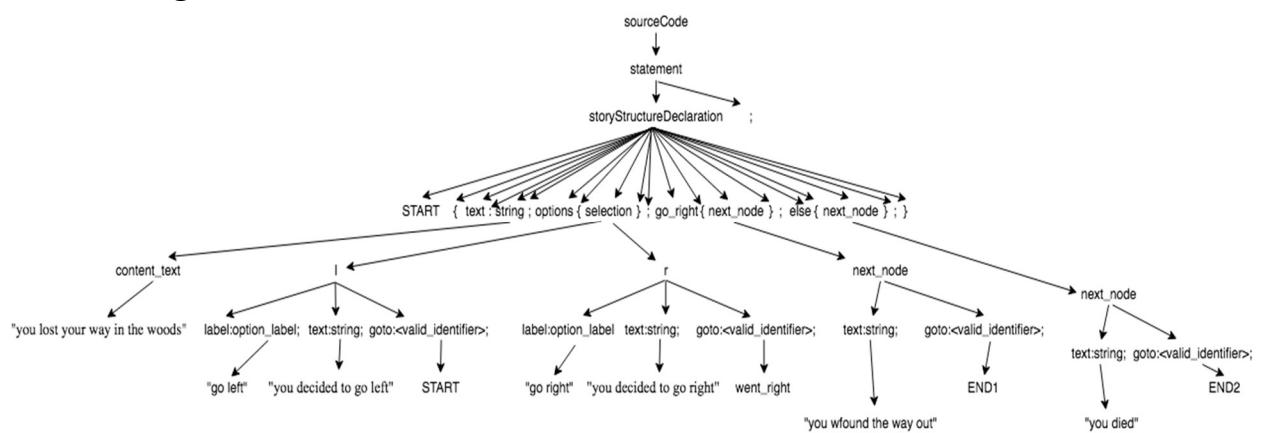


Figure 1. Parsing tree for a part of the program

Conclusions

Domain Specific Languages can be used for a variety of tasks. They can be utilized in a variety of situations and by a variety of people. This article, introduces a new DSL concept, which develop the idea of the Storytelling Management. This project presents an approach to the Story management tool for operating in a deeper manner with the characters, beside the basic decision-making process. The grammar implementation, define the general rules of the DSL, that later will perform the target-language code generation.

References

1. BEYAK, Lucas, CARETTE, Jacques. *SAGA: A Story Scripting Tool for Video Game Development* Ph.D. Thesis, Hamilton, Ontario (Canada): McMaster University, April 21, 2011. [accessed 28.02.2022]. Available: https://www.researchgate.net/publication/51935203_SAGA_A_DSL_for_Story_Management.
2. BANGEMAN, Eric, *Growth of gaming in 2007 far outpaces movies, music*[online]. 2008, [accessed 28.02.2022]. Available: <https://arstechnica.com/gaming/2008/01/growth-of-gaming-in-2007-far-outpaces-movies-music/>
3. Writing web-based interactive fiction with ink, [online]. [accessed 28.02.2022]. Available: <https://www.inklestudios.com/ink/web-tutorial/>

DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR CADASTER DOMAIN

**Valeria BUTNARU, Andrei CERNEI, Cătălin COȘERU*, Pavel NEAGU,
Vladimir RUSSU**

Department of Software Engineering and Automation, Group FAF-201, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chișinău, Moldova

*Autorul corespondent: Coșeru Cătălin, catalin.coseru@isa.utm.md

Abstract. The aim of the article presented is to create the language specific to the field called TUMCAD (Technical University of Moldova in Cadaster). This article present a Domain Specific Language (DSL), that will be able to involve some basic tools for creating and editing data, as well as for viewing them. There are lots of applications like CadFunc, AutoCad, Qgis or Inventory. It forms a wide range of programs that an engineer must use to undertake some work. Thus, the idea is to create a series of instructions and functions, which will facilitate the representation, the passage of data, the 2D writing, the possible 3D writing of the points in space. Also, some functions that could achieve the change of different coordinate systems. The TUMCAD DSL will be based on help, fast data work and saving or self-managing things that now need to be done manually. The innovation TUMCAD offers is that each point has some variables that can be changed by the user, in order to add additional information that may be needed.

In the article is presented the main idea of TUMCAD and some important details such as grammar, syntax and functionalities.

Keywords: TUMCAD, cadastru, Domain Specific Language, cadaster, engineering.

Introduction

The cadastral domain is a domain always present in society and deserves to be paid attention when it comes to technology and automation. Thus, was born the idea of creating a DSL that would bring value and streamline the work of people in the cadastral field. Following intensive research, the problems that require a quick, engineering approach have been identified. Therefore, have been created a series of functionalities that TUMCAD could incorporate.

One of the main functionalities is to transform from one coordination system to another, it need time and give problems (solution at this moment is Qgis in terrain cadaster and inventory for 2D of main structures, like homes etc); besides this, area calculation occupies an important place in this field. Therefore, area calculations of a specific terrain, or of a specific space obtained after linking some points (coordinates) is an important feature of DSL.

The TUMCAD is addressed to the cadastral officials, both the district ones and the ones from the villages, and communes. Is proposed a tool to help carry out the work of managing cadastral databases, updating them, and presenting data in a format not only professionally but also socially to show consumers data about plots of land and houses they own, their dimensions and plan.

Also, if for not moving away from the tertiary sector, this article is also for users such as small cadastral companies, who would be happy with a tool that is easy to handle and that has many facilities.

Students and the education sector would be the basis for profitable advertising. Students will want to work with a tool they are already familiar with, which would increase the popularity of this DSL.

Lexical Considerations

To use keywords such as *For, If, Bool* it was decided only use uppercase keywords. Because of this, all words are case-sensitive (to differentiate variables and input data from keywords).

Keywords will be: *Int, Double, Bool, Char, String, Foreach, Array, Map, If, While, Func, True, False, Else, Return, End, Continue, Plot, Coord, Area, CreateBasement*.

For some functions already written or added by the user, it will be possible to execute them by naming them in box II of the application. Any other execution will be done by typing in the main program in box I. To determine the beginning and end of the function is used the terminal symbols {}, also to determine the input data of the functions is used the terminal symbols ().

Comments will be written between /* and */ or using // before.

Free spaces can exist anywhere in the code, they have a syntactic role. In addition to the input parameters or string values (array of char) of a variable. Also from this rule it was deduced that any keyword, function and other thing must be delimited by a free space (or white space). As in c ++ all character values will be taken between /** ... **/, and the char type will take the value between ' *'. In our case * it can be any ASCII character. (for the use of char values such as ('), ("'), (\), (/) etc., they must be preceded by \, also means a new line [1].

Int has values equal to long long int from c ++, which means that it can take values between - (2 ^ 63) and (2 ^ 63) -1. Double will be all floating point numeric data [2].

The main program will start with { and end with }, both terminal variables that will be automatically put in the editing application.

Reference Grammar

<> - nonterminal param;
bold – terminal param;
% ... % - optional;
x* -zero or more occurrence of x ;

```
P={<program> → <block>
<field_declaration> → ε | <type> <name> | <type> <name> '[' <int_lit> ']' % '[' <int_lit> ']' %
<var_declaration> → ε | <type> <name>
<method_declaration> → ε | Func [<type> | void] <name> ( <param_in>) <block> % Return
<expr>%
<param_in> → ε | <var_declaration> <param_in> + | <field_declaration> <param_in> +
<block> → {" <statement>* "}
<statement> → <loc> <assign_op> <expr>;
| <var_declaration> ;
| <method_declaration>;
| <field_declaration>;
| <method_call>;
| If '(' <expr> ')' {' <statement>+ '}' % else {' <statement>+ '}' % ;
| Foreach <expr> in <expr> {' <statement>+ | End | Continue '}' ;
| While '(' <expr> ')' {' <statement>+ | End'}' ;
| Coord '(' <expr>+ ')' {' <statement> '}' ;
| Plot '(' <expr>+ ')'
| Area '(' <expr>+ ')'
| CreateBasement '(' <expr>+ ')'
| <statement>
<assign_op> → = | += | -=
<method_call> → <name> ( %<expr>+%)%
<loc> → <name> | <name> '[' <expr> ']' | <name> '[' <expr> ']' '[' <expr> ']'
<expr> → <loc>
| <method_call>
| <literal>
| <expr> <bin_op> <expr>
```

```

| - <expr>
| ! <expr>
| ( <expr> )

<callout_arg> → <expr> | <string_lit>
<bin_op> → <arith_op> | <comp_op> | <cond_op>
<arith_op> → + | - | * | / | %
<comp_op> → <|> | <= | >= | == | !=
<cond_op> → && | ||
<literal> → <int_lit> | <char_lit> | <double_lit> | <bool_lit> | <string_lit>
<name> → <alpha><alphanumb>*
<alphanumb> → <alpha_string> <digit>
<alpha> → ε | a | b | .. | z | ;
<alpha_string> → <alpha>+<digit>*
<digit> → 0|1|2|3|..|9
<int_lit> → <digit>*
<double_lit> → <int_lit>* ‘.’ <int_lit>*
<bool_lit> → True | False
<char_lit> → ‘<char>’
<char> → a | b | ...
<string_literal> → “<char>* “
<type> → Int | Double | Bool | Char | String | Void | Map
}

```

Data types

The data types used in TUMCAD are *Int*, *Bool*, *Double*, *Char*, *String*, *Void* and *Map*.

Control Structures

If blocks, and *For* and *While* cycles, are also statements, so they are assigned to this non-terminal variable. *If* is composed of the keyword *If* with the first letter in UpperCase, followed by an expression, and the next <block> (string of statements) to be executed. In the case of the false expression, the *else* block can be optionally written, which can also execute the statements [3].

The *For* cycle consists primarily of the segment of the keyword *For*, followed by the name of the metered variable, with the application of its assignment, to a certain expression. And the execution of the cycle until the value in the following expression after the comma is reached. The possible string of affirmations is executed, with access to the *End* and *Continue* terminal parameters. The role of *End* is to exit the cycle, and *Continue* is used to increment the metering operator and skip this round of the cycle.

While, the simplest cycle, begins with the keyword *While*, followed by a *Boolean* expression, the value of which involves the repeated execution of the string of statements inside the block. It is possible to execute the keyword *End*. Which also has the role of getting out of the loop.

Operators

The assignment operators are of 3 types, 1 the usual assignment, 2 the increment of the target variable by adding with the value of the variable or a <loc> from the right side of the assignment [1]. And of course the value of the variable on the left decreases, as well as a ratio equal to the value of the variable on the right.

Binary operators are of the same importance and execution as assignment ones. The only difference is that there are only two, representing the keywords *True* and *False* [1].

Arithmetic operators are +, -, *, /, % depending on the type of variables they may be optional [2]. For example, double variables cannot be divided by % (mode) to get the rest of the division.

Digit and <alpha> are non-terminal parameters that represent letters and decimal digits. Char_lit are char words that can be composed of any ASCII character that must be written between 'and'. The string is a string of such characters written between "..." [3].

Execution

For the execution of functions and procedures is used a simple non-terminal parameter <method_call> where it written only the name (which must be equal to the name of a method stated above) and the string of input parameters (in our case of expressions <expr>) which is optional.

Expressions can be both variable names and array and array2D variable values. (these variables are stored in the non-terminal parameter <loc>)[1].

Example of code and Parse tree in ANTLR

```
{
    Int value223
    Double var22
    Func void coord( Int var2 ; ) {
        value223 = var22
        coord ( var2 = 10 )
        Bool b
        b = True
    }
}
```

Figura 1. Example of code

In the piece of code represented above are declared 3 variables: value223 of int data type, var22 of double data type and a Boolean b with the value assigned “True”. There is also the initialization and the call of the function “coord”.

Next, Figure 2 shows the parsing of the previously presented piece of code.

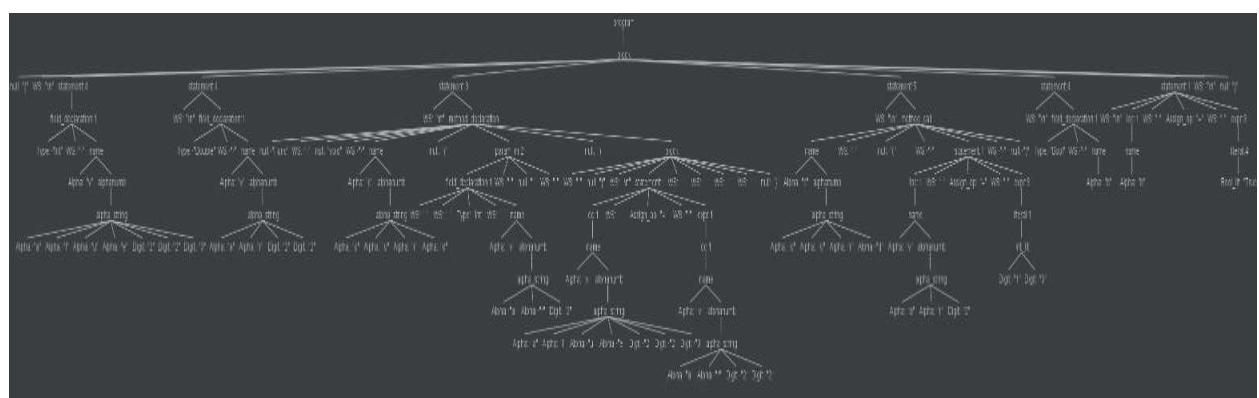


Figura 2. Parsed TREE

Conclusion

Domain specific languages are languages created to support a particular set of tasks, as they are performed in a specific domain. The purpose of this paper was to present a DSL that will facilitate the work of employees in the cadastral domain, who have to perform complex calculation and transformation tasks. It will automatize the problems they encounter daily, saving time and making the process more interesting.

The proposed DSL is user friendly, intuitive and easy to understand even by those who don't have programming skills. All those combined together with a simple user interface will increase the popularity and the development of the DSL.

References

1. PETER SEWELL, *Semantics of Programming Languages.*, 2009.
2. KALEIDOSCOPE *Introduction and the Lexer.* [online]. 01.03.2022, [acc. 02.03.2022]. Available: <https://llvm.org/docs/tutorial/MyFirstLanguageFrontend/LangImpl01.html>
3. ANTLR: Documentation. [online]. 04.02.2019, [acc. 02.03.2022]. Available: <https://github.com/antlr/antlr4/blob/master/doc/index.md>

DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR DOCUMENT EDITING

**Constantina GÎLCA*, Cristian IONEL, Cristian-Sergiu TAFUNE, Silviu LOZOVANU,
Victor BOTNARU**

*Department of Software Engineering and Automatics, FAF 202, Faculty of Computers, Informatics and
Microelectronics, Technical University of Moldova, Chișinău, Moldova*

*Correspondent author: Gîlca Constantina, constantina.gilca@isa.utm.md

Abstract. A Domain Specific Language (DSL) for reducing editing time of documents is presented. The domain which it addresses is the academic circle. It was reported that researchers spend up to twice more time on editing a document than writing its content. Ergo, this paper aims to present an efficient solution and explain the grammar and the functionalities behind the DSL in question. This language gives a new approach to the document creation – it adapts the template to the text automatically.

Key words: research, documents, DSL, editing, grammar

Introduction

A Domain Specific Language is a programming language with a higher level of abstraction optimized for a specific class of problems [1]. Since this paper aims to present a solution for minimizing the time consumption on document editing, this DSL's purpose is to adapt the content of the paper to a set of specified rules for document representation and to ease the process of tracking references and contents for the table at the third page.

For the former one, the DSL has some strict defined rules to which it edits the text. For example, in a classic university report, each chapter's title has to be written in uppcases, bold, with the Times New Roman font and 14px size. Those are details that might be overlooked by the user, but the DSL adapts the text to the rule.

For the latter one, it has been proven of much difficult to track the references used throughout the research and of much boredom to track the pages at which each chapter and subchapter starts. Hence, the DSL has some predefined functions, where at each new chapter or subchapter defined it is automatically added to the table of contents with the corresponding page, and each reference is added upon declaration to the list and the text is completed with its corresponded number.

Therefore, the code introduced by the user is nothing more than instructions and blocks of texts that the DSL uses to generate a document by, written with respect to all the formatting rules in less than minutes.

1. Grammar

The syntax of a programming language is the set of rules that define which arrangements of symbols comprise structurally legal programs. Grammar is defined by four elements in an order of $G = (V_N, V_T, P, S)$. The meaning of the elements is as follows:

- V_N - set of nonterminal symbols.
- V_T - set of tokens or terminal symbols.
- P - set of production rules.
- S - start symbol.

For further understanding, in the Tab. 1 are listed the meta notations used throughout this paper.

Table 1

Meta Notations

Symbol	Meaning
$<\text{abc}>$	A nonterminal symbol
abc	A terminal symbol
x^*	Zero or more occurrences of x
x^+	One or more occurrences of x
$x^?$	Zero or one occurrence of x
	Separates alternatives

For the project in question, the elements were defined as follows.

$V_N = \{ <\text{call_method}>, <\text{method_body}>, <\text{method_body_string}>, <\text{method_name}>, <\text{method_parameter}>, <\text{begin_method}>, <\text{end_method}>, <\text{parameter}>, <\text{f_name_parameter}>, <\text{string_parameter}>, <\text{extension_parameter}>, <\text{number_parameter}>, <\text{image_parameter}>, <\text{link_parameter}>, <\text{type_doc_parameter}>, <\text{text}>, <\text{text_char}>, <\text{Lcase_letter}>, <\text{Ucase_letter}>, <\text{number}>, <\text{img_extension_name}>, <\text{symbol}>, <\text{round_bracket_Left}>, <\text{round_bracket_Right}>, <\text{colon}>, <\text{comma}>, <\text{low_line}>, <\text{quotation_mark}>, \}$

$V_T = \{ [\text{0-9}], [\text{a-z}], [\text{A-Z}], (\{ \}) : " , _ ? / - . " ^ \wedge \} , \text{report, research, docx, pdf, jpeg, png, jpg, } \epsilon \}$

$S = \{ <\text{call_method}> \}$

$P = \{ <\text{call_method}> \rightarrow <\text{method_name}> <\text{round_bracket_Left}> <\text{method_parameter}>^* <\text{round_bracket_Right}>$
 $\quad | <\text{method_name}> <\text{round_bracket_Left}> <\text{method_parameter}>^* <\text{round_bracket_Right}> <\text{colon}> <\text{begin_method}> <\text{method_body}>$
 $\quad <\text{end_method}>$
 $<\text{method_body}> \rightarrow <\text{text}>^+ <\text{call_method}>^*$

$<\text{method_name}> \rightarrow <\text{Lcase_letter}>^+ | <\text{method_name}> <\text{low_line}> <\text{method_name}>$
 $<\text{method_parameter}> \rightarrow <\text{parameter}> | <\text{parameter}> <\text{comma}> <\text{method_parameter}>$

$<\text{parameter}> \rightarrow <\text{f_name_parameter}> | <\text{string_parameter}> | <\text{extension_parameter}> | <\text{number_parameter}> |$
 $<\text{image_parameter}> | <\text{link_parameter}> | <\text{type_doc_parameter}>$

$<\text{f_name_parameter}> \rightarrow <\text{text_char}>^+ <\text{number}>^*$
 $<\text{string_parameter}> \rightarrow <\text{quotation_mark}> <\text{text}>^+ <\text{quotation_mark}>$

$<\text{extension_parameter}> \rightarrow \text{pdf} | \text{docx}$

$<\text{number_parameter}> \rightarrow <\text{number}>^+$
 $<\text{image_parameter}> \rightarrow <\text{string_parameter}>, <\text{text}>. <\text{img_extension_name}>$

$<\text{link_parameter}> \rightarrow <\text{text}>$

$<\text{type_doc_parameter}> \rightarrow \text{report} | \text{research}$

$<\text{text}> \rightarrow <\text{text_char}>^+ <\text{number}>^* <\text{symbol}>^* <\text{text}>^*$
 $<\text{text_char}> \rightarrow \text{a} | \text{b} | \dots | \text{z} | \text{A} | \text{B} | \dots | \text{Z} | \epsilon$

$<\text{Lcase_letter}> \rightarrow \text{a} | \text{b} | \dots | \text{z}$

$<\text{Ucase_letter}> \rightarrow \text{A} | \text{B} | \dots | \text{Z}$

$<\text{number}> \rightarrow \text{0} | \text{1} | \dots | \text{9}$

$<\text{doc_extension_name}> \rightarrow \text{docx} | \text{pdf}$

$<\text{img_extension_name}> \rightarrow \text{jpeg} | \text{jpg} | \text{png}$

$<\text{begin_method}> \rightarrow \{$

$<\text{end_method}> \rightarrow \}$

$<\text{symbol}> \rightarrow (| \{ | \} |) | : | " | , | _ | ? | / | - | .$

$<\text{round_bracket_Left}> \rightarrow ($

$<\text{round_bracket_Right}> \rightarrow)$

$<\text{comma}> \rightarrow ,$

$<\text{colon}> \rightarrow :$

$<\text{low_line}> \rightarrow$

$<\text{quotation_mark}> \rightarrow " | "$

}

2. Derivation tree

Derivation tree is a graphical representation for the derivation of the given production rules of the context free grammar (CFG). It is a way to show how the derivation can be done to obtain some string from a given set of production rules [2].

Hence, an example of derivation tree is used with the purpose of a better understanding of how the grammar works in generating correct instructions. Considering Fig. 1 it can be seen how choosing repeatedly some rules from the set P generates a valid instruction for defining a new chapter.

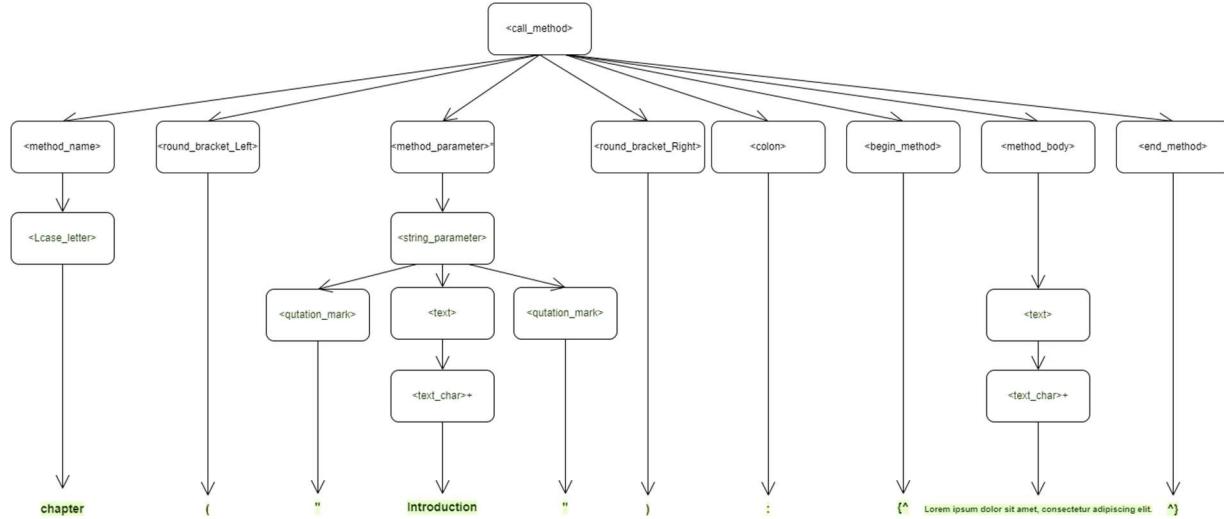


Figure 1. Derivation tree example

3. Practice example

For a better perspective of how this project will work, it was considered the following code example:

```
document( report, docx)
title("Report Example")
subject("Formal Languages")
author("Gîlca Constantina")

table_of_contents(default)

chapter("Introduction"):
{^
    Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In a nisl
enim. Ut semper, velit hendrerit gravida volutpat, odio neque malesuada orci, et
imperdiet mi augue in dolor. Etiam efficitur      ultricies risus nec posuere.
Vestibulum accumsan venenatis mauris ac      tincidunt. Mauris ut massa      quam.

    subchapter("Problem Analysis"):
{^
        Ut condimentum dignissim augue, at bibendum nunc blandit
eu. Vivamus augue mauris, scelerisque et venenatis et, tincidunt ut nisi.
Suspendisse interdum massa ut porta condimentum. Proin lorem nibh, pretium at diam
et, ultrices semper arcu. Donec accumsan dolor enim, ac luctus mi
fringilla ut. Integer accumsan lectus accumsan semper aliquam. Suspendisse
scelerisque sem vitae libero fermentum, in consectetur enim sollicitudin. Duis
vestibulum gravida augue, eu      rhoncus diam pulvinar a.
```

```

    table_name("Statistics")
    table_row("Year", "Company", "Mean")
    table_row("2001", "Sony", "4.1")

    image("Face", /face.png)

    list("For example", arabic_numbers):
    {^
        item("Item 1")
        item("Item 2")
        item("Item 3")
    ^}
}

^

```

After its compilation, the DSL generated the file in the Fig. 2, which represents the title page, the contents table and the other content generated by the user.

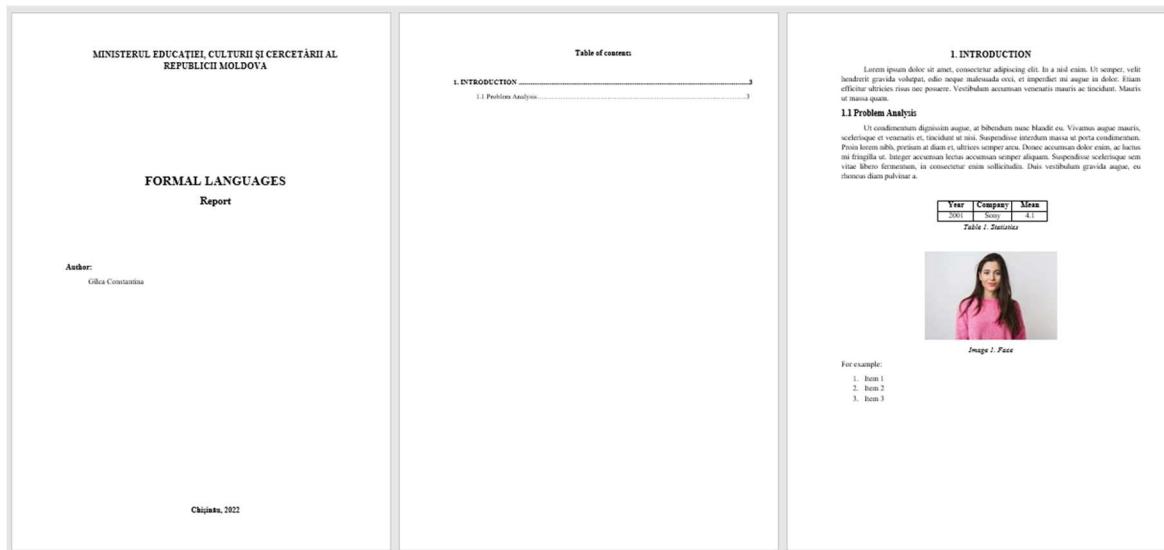


Figure 2. Generated document by DSL

Conclusions

The process of gathering information, implementing projects and writing the results is a joyful activity, full of surprises and knowledge. But it ends in an unnecessary lose of time on document editing and page counting to fit a set of rules defined by others. Moreover, to assure the acceptance of the paper in scientific communities, the problem becomes not as much its content as the way of serving it in terms of order, colours, size and organization.

To ease the activity of the academic circle and to assure the researchers with more time on writing than on editing, the solution above was presented. Its simplicity and efficiency assure easy use for any person and in any domain of consideration.

In the end, DSL is a tool to deliver great content in the right way, easy to do and easy to understand.

References

1. Domain-Specific Languages, JET BRAINS. [online]. [accessed 01.03.2022]. Accessible at: <https://www.jetbrains.com/mps/concepts/domain-specific-languages/>
2. What is a Derivation tree in TOC?, tutorialspoint. [online]. [accessed 01.03.2022]. Accessible at: <https://www.tutorialspoint.com/what-is-a-derivation-tree-in-toc>

DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR SOLVING GENETICS PROBLEMS

Vasile CEBAN, Damian GROSU, Lina SCRIPCA*, Andrei ZACATOV

Software Engineering, FAF-201, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chișinău, Republic of Moldova

*Corresponding author: Scripca, Lina, lina.scripca@isa.utm.md

Abstract. This article describes a Domain Specific Language for solving genetics problems that require the usage of Punnett Square. Subsequently, this paper delves into the syntaxis, functionality and creation of the language, as well as the steps required for its proper usage for maximum automatization of the steps for problem solution.

Key words: domain-specific language, genetics, punnett square, character inheritance.

Introduction

A Domain Specific Language (DSL) is a language designed to provide a notation tailored towards an application domain and is based only on the relevant concepts and features of that domain [1]. Or, in other words, it is a language designed specifically for ease of usage for experts of a specific domain, with supported for syntactic sugar relevant to that specific domain.

A Punnett square problem is a problem that given the allele (symbolic notations of the genes carrying a certain hereditary character) of a set of parents, determines the probability of that character's propagation in the next generation. For its solution, a parent's genotypical constitution is broken down into possible gamete sets, and then combined with all the other possible gametes of the other parent to obtain a square that would show the distribution of characters of their kids [2].

While the solution seems pretty straightforward, the complexity of finding it rises exponentially with the number of genes that are being monitored, going from 16 possible cases for 2 sets of alleles, towards 256 cases for 4, creating a large margin for human error on the basis of attention during their analysis.

Thus, the domain of genetics, and, specifically, the branches that study the Mendelian character inheritance and population diversity using Punnett square, could benefit from the automatization of problem solution provided by a DSL.

Solution Concept

The proposed DSL will help solve genetics problems using The Punnett square. The basic tool will generate predictions of the genotypes of a particular cross or breeding experiment.

The language will be intuitive and require beginner level coding skills and knowledge in genetics. With the proposed DSL the users will write a code where they will specify the parent, the notation of the alleles, which alleles are dominant or recessive as well as other necessary parameters for the studied problem, after which the DSL will be interpreted, executed and computed to get as output the solutions to the problem, be they a Punnett Square, the possible genotype of a parent, or information about the inherited genotypes and phenotypes of the next generation, along with their probability.

Computational Model of the DSL

The basic items of computation in the proposed language are the data held in variables, types of which will be described in the following paragraph. The problem description model that was chosen envisions the language as being an object-oriented imperative language, following a Control-Driven execution style. The main computational methods are build-in and user defined functions, such as creating a new generation (via a **cross** function), or processing already achieved data (via a **find <property>** statement).

Data Structures

The proposed language will contain Atomic Data types and Object Types. The atomic data types will be closely related to already existing languages, while the Object Types will be custom structures in a vocabulary closely known by people in the specific domain.

Atomic types will include:

Nil / Null - type for everything uninitialized.

Boolean - logical 1 or 0, using 1-byte values.

String - A pointer to an immutable Cstring (zero-terminated string)

Number - An IEEE 754 binary64 type number, more commonly known as a "double" type variable. Using this datatype for both integers and real numbers aims to reduce the amount of variable types and hence the confusion, while still maintaining a more than decent integer value range (exact representation for numbers in the range of $\pm 2^{53}$ exactly and up to $\pm 2^{54}$ with rounding to the nearest multiple of 4).

Composite / Object types will be represented by:

Gene - A basic unit of genetics, that will contain information about the dominance properties of the allele variants, their phenotypical label, location, as well as the existence of codominant variants.

Parent - an object containing genes, predefined methods and properties, as well as a possibility to add custom methods to aid in generalizing the language for broader tasks.

Generation – an object containing several parent candidate organisms as well as the probability of their manifestation within the generation.

Variables can be initialized with the appropriate variable type keywords followed by the names of the variables separated by commas. Most atomic data types will be defined with an appropriate default value, 0 or false for a Boolean, 0.0 for a number variable, while other types will be initialized as Nil/Null. One can also assign values to already defined variables via a set command.

First Iteration functionality

The first iteration of the proposed language is aiming to provide the following operations to the end users through the indicated functions:

cross parent x parent – computation of a new generation using the genetical composition of a set of parents as the base.

find field genes – computation of all possible genotypic variants containing the genes declared within the program and the allele given within the function, returning the indicated field as the result.

pred generation – computation of all possible parent variants based on the traits inherited by a generation.

estimate generation number – computation of the solution for a population problem, given the trait inheritance probability within a generation and the total number of expected individuals within it.

Grammar definition

The proposed DSL contains the following grammar and production rules, with the additional notation legend explication offered in Tab. 1:

Table 1
Additional Grammar notations

notation	explanation
<foo>	nonterminal
notation	explanation
foo	terminal
[x]	zero or one occurrence of x
x*	zero or more occurrence of x
x ⁺	one or more occurrence of x
	alternative

$G(L) = \{V_n, V_t, S, P\}$, where V_n - neterminal symbols, V_t – terminal symbols, S – Starting symbol and P – finite set of production rules.

$V_n = \{\langle \text{program} \rangle, \langle \text{statements} \rangle, \langle \text{declarations} \rangle, \langle \text{assignments} \rangle, \langle \text{flow structures} \rangle, \langle \text{computations} \rangle, \langle \text{io} \rangle, \langle \text{type} \rangle, \langle \text{id} \rangle, \langle \text{alphanum} \rangle, \langle \text{alpha} \rangle, \langle \text{bigalpha} \rangle, \langle \text{smallalpha} \rangle, \langle \text{digit} \rangle, \langle \text{char} \rangle, \langle \text{field} \rangle, \langle \text{expression} \rangle, \langle \text{condition} \rangle, \langle \text{operator} \rangle, \langle \text{number} \rangle, \langle \text{string} \rangle\}$

$V_t = \{;, “,”, “”, \text{genes}, \text{parent}, \text{generation}, \text{boolean}, \text{string}, \text{number}, +, -, =, -, \rightarrow, <, \leq, \geq, ==, !=, \text{and}, \text{or}, ?, :, \text{if}, \text{then}, \text{else}, \text{while}, \text{do}, \text{end}, \text{a...z}, \text{A...Z}, /, ., \text{find}, \text{cross}, \text{pred}, \text{estimate}, =, \text{print}, \text{all}\}$

$S = \{\langle \text{program} \rangle\}$

$P = \{ \text{program} \rightarrow \langle \text{statements} \rangle^+ \}$

$\langle \text{statements} \rangle \rightarrow \langle \text{declarations} \rangle \mid \langle \text{assignments} \rangle \mid \langle \text{flow structures} \rangle \mid \langle \text{computations} \rangle \mid \langle \text{io} \rangle$

$\langle \text{declarations} \rangle \rightarrow \langle \text{type} \rangle \langle \text{id} \rangle [; \langle \text{id} \rangle] ;$

$\langle \text{type} \rangle \rightarrow \text{genes} \mid \text{parent} \mid \text{generation} \mid \text{boolean} \mid \text{string} \mid \text{number}$

$\langle \text{id} \rangle \rightarrow \langle \text{alpha} \rangle \langle \text{digit} \rangle^* \langle \text{alpha} \rangle^*$

$\langle \text{alphanum} \rangle \rightarrow \langle \text{alpha} \rangle \mid \langle \text{digit} \rangle \mid \langle \text{char} \rangle$

$\langle \text{char} \rangle \rightarrow / \mid ? \mid . \mid ; \mid “ ”$

$\langle \text{alpha} \rangle \rightarrow \langle \text{bigalpha} \rangle \mid \langle \text{smallalpha} \rangle$

$\langle \text{smallalpha} \rangle \rightarrow \text{a} \mid \dots \mid \text{z}$

$\langle \text{bigalpha} \rangle \rightarrow \text{A} \mid \dots \mid \text{Z}$

$\langle \text{digit} \rangle \rightarrow 0 \mid \dots \mid 9$

$\langle \text{assignments} \rangle \rightarrow \text{set} [\langle \text{field} \rangle] \langle \text{id} \rangle = \langle \text{expression} \rangle ; \mid \text{set} [\langle \text{field} \rangle] \langle \text{id} \rangle = \langle \text{computations} \rangle ;$

$| \text{set dom: } \langle \text{bigalpha} \rangle \rightarrow \langle \text{smallalpha} \rangle;$

$\langle \text{field} \rangle \rightarrow \text{label} \mid \text{dom} \mid \text{phenotype} \mid \text{codominance} \mid \text{loaction}$

$\langle \text{flow structures} \rangle \rightarrow \text{if } \langle \text{condition} \rangle \text{ then } \langle \text{statements} \rangle^+ [\text{else } \langle \text{statements} \rangle^+] \text{ end};$

$| \langle \text{condition} \rangle ? \langle \text{statements} \rangle : \langle \text{statements} \rangle;$

$| \text{while } \langle \text{condition} \rangle \text{ do } \langle \text{statements} \rangle^+ \text{ end};$

$\langle \text{condition} \rangle \rightarrow \langle \text{id} \rangle \langle \text{operator} \rangle \langle \text{id} \rangle \mid \langle \text{id} \rangle \langle \text{operator} \rangle \langle \text{expression} \rangle$

$\langle \text{expression} \rangle \rightarrow \langle \text{number} \rangle \mid \langle \text{string} \rangle \mid \text{true} \mid \text{false} \mid$

$\langle \text{number} \rangle \rightarrow \langle \text{digit} \rangle^+ [. \langle \text{digit} \rangle^+]$

$\langle \text{string} \rangle \rightarrow “ \langle \text{alphanum} \rangle ^+ ”$

$\langle \text{operator} \rangle \rightarrow < \mid > \mid <= \mid >= \mid == \mid != \mid \text{and} \mid \text{or}$

$\langle \text{computations} \rangle \rightarrow \text{find } \langle \text{field} \rangle \langle \text{id} \rangle [;] \mid \text{cross } \langle \text{id} \rangle \times \langle \text{id} \rangle [;] \mid \text{pred } \langle \text{id} \rangle^+ [;]$

$| \text{estimate } \langle \text{id} \rangle \langle \text{number} \rangle [;]$

$\langle \text{io} \rangle \rightarrow \text{print } \langle \text{id} \rangle ; \mid \text{print } \langle \text{field} \rangle [\langle \text{id} \rangle \mid \text{all } \langle \text{expression} \rangle];$

}

Parsing tree

The image below (Fig.1) describes the parsing of the proposed DSL grammar to obtain a workable program in the language.

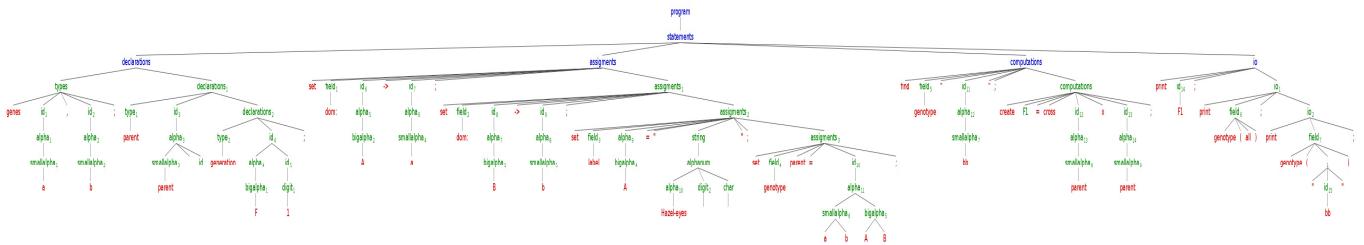


Figure 1 Parsing Tree

With a better resolution image available upon request or at [3].

Syntax example:

In Fig.2 is presented an example of a working program with its concept output. The example described is the same as the one obtained through the Parsing Tree.

Genetics Domain-Specific Language <pre> 1 //variables, defining genes 2 genes a, b; 3 //container for genes 4 parent parent1, parent2; 5 //the Punnett square itself 6 generation F1; 7 8 //specifying domination 9 set dom: A -> a; 10 set dom: B -> b; 11 12 //specifying genes characteristics 13 set label A = "Hazel eyes"; 14 set label a = "Blue eyes"; 15 set label B = "Brown hair"; 16 set label b = "Blond hair"; 17 18 //defining parental genes 19 set genotype parent1 = AaBb; 20 set genotype parent2 = AaBb; 21 22 //finding genotype for a particular trait 23 find genotype "bb" 24 25 //crossing parental genes 26 create F1 = cross parent1 x parent2; 27 28 //printing the results 29 print F1; 30 print genotype(all); 31 print genotype("bb"); 32 33 34 35 </pre>	Table Output <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>AB</th> <th>Ab</th> <th>aB</th> <th>ab</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>AB</th> <td>AABB</td> <td>AABb</td> <td>AaBB</td> <td>AaBb</td> </tr> <tr> <th>Ab</th> <td>AABb</td> <td>AAAb</td> <td>AaBb</td> <td>Aabb</td> </tr> <tr> <th>aB</th> <td>AaBb</td> <td>AaBb</td> <td>aaBB</td> <td>aaBb</td> </tr> <tr> <th>ab</th> <td>AaBb</td> <td>Aabb</td> <td>aaBb</td> <td>aabb</td> </tr> </tbody> </table> <p>Genotype: AABB, AaBB, AABb, AaBb - 56.25% (Hazel eyes and Brown hair) aabb, aaBb - 18.75% (Blue eyes and Brown hair) Aabb, AAbb - 18.75% (Hazel eyes and Blond hair) aabb - 6.25% (Blue eyes and Blond hair)</p> <p>Genotype bb: AAbb, Aabb, aabb - 25% (blue eyes)</p>		AB	Ab	aB	ab	AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb	Ab	AABb	AAAb	AaBb	Aabb	aB	AaBb	AaBb	aaBB	aaBb	ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb
	AB	Ab	aB	ab																						
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb																						
Ab	AABb	AAAb	AaBb	Aabb																						
aB	AaBb	AaBb	aaBB	aaBb																						
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb																						

Figure 2 DSL program and output

Conclusions

The purpose of this article was to showcase the functionality, syntaxis and creation of a new Domain Specific Language for solving problems associated with Punnett Square, a tool that would help automatize the solution of those problems, while mitigating user attention error.

The proposed DSL is easy to use, with datatypes and syntactic sugar that resembles the natural solution steps that interested parties, such as genetics consultants, students, and animal and plant breeder, are already familiar with, while also implementing certain programming concepts, such as loops and control structures, that would benefit more programming immersed individuals.

Because of lack of existence of alternatives, the described prototype is but a small solution to a overarching problem that would also benefit from additional research and professional input.

References:

1. KOSAR, T., MARTI, P.E., BARRIENTOS, P.A. AND MERNIK, M.. A preliminary study on various implementation approaches of domain-specific language. *Information and software technology*, 50(5), 2008, pp.390-405.
2. THOMSON, N. AND STEWART, J. Secondary school genetics instruction: making problem solving explicit and meaningful. *Journal of Biological Education*, 19(1), 1985, pp.53-62.
3. GitHub repository of project: Parsing Tree: https://github.com/AlmightyCrickityCrick/punnett-dsl/blob/main/syntax_tree.png

DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR AUTOMATIC DOCUMENT PROCESSING

**Maxim BUGĂESCU, Dan CEBAN, Dinu CROITORU,
Andreea COVALEVSCHI*, Nicolae GHERMAN**

¹Department of Software Engineering and Automatics, group FAF-202, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chișinău, Moldova

*Corresponding author: Andreea Covalevschi, andreea.covalevschi@isa.utm.md

Abstract: This article presents the grammar of a domain-specific language (DSL) for automatic document processing. It is described the way in which the DSL being developed will work and how it will facilitate the process of working with documents with image file extensions which contain unstructured data, and the process of visualizing data.

Keywords: domain-specific language, grammar, document, data.

Introduction

A domain specific language (DSL) is a programming language that is created with a specific purpose for a specific need [1]. A DSL may be developed to be used on a particular platform, to solve a specific software problem, or business challenge that cannot be productively addressed by using general Programming Languages.

The article's purpose is to develop a language for processing data from documents with .jpeg or .png extension.

At the current time of living, the information keeping and processing has taken a major step, data being converted into digital formats. This article brings an alternative for an extant problem, extracting and manipulating unstructured data in big quantities. It is consuming a lot of time and follows a monotonous pattern, therefore, it fits for a job for a computer. An approach would be to let the representatives of these branches use a language that would extract certain data from digital photo formats and would allow to perform operations on the obtained data and to visualize it. There are different benefits included in automated information extraction which makes this activity more manageable as well as easier to work in specific domains.

The quantity of data is developing violently and helpful outcomes are appearing every day and would increase in future [2]. The main purpose of a DSL for automatic document processing is to simplify the process make it less time consuming. By using this DSL, people wouldn't have to copy manually the desired data from an image or from a collection of images. Grammar, types of assignment, data types, semantic and scope rules and how to invoke a method – are some of the most important properties which define a DSL.

Language overview

The basic computations that the proposed DSL performs consists of scanning the data from images or collections of images, abstracting from the general-purpose language for using which the user needs knowledge of programming principles, arranging the unstructured data in form of structured data - tables, performing computations on those tables – such as computing the mean value, standard deviation, mode, sum, minimum element value, max. element value and sum of a specific column. Also, plotting the dataset in different ways and saving the obtained dataset in .csv or .xls formats

The main data structures are the images (or folders of images). The DSL doesn't include an explicit data declaration that will affect the computation of the main program.

The DSL supports Sequence control structure, by which the lines of code are executed in the order of appearance in the program. But selection and repetition would also be supported in case the user doesn't want to limit himself using only the built-in functions of our DSL. In these cases, for

delimiting the code inside conditionals and loops, indentation would be used. The first line of code cannot have indentation. Indentation is mandatory to define blocks of statements. The number of spaces must be uniform in a block of code.

Grammar Design

Meta Notations

Table 1

Notation	Meaning
<symbol>	symbol is a nonterminal
symbol	symbol is a terminal
[expression]	The expression is optional (when the brackets are bold, they are part of terminal symbols!)
{expression}	expression is iterative
	Separates alternatives

The grammar of the proposed DSL in short form:

P = {	<program>	→	<set of affirmations>
	<set of affirmations>	→	<affirmation>
			<set of affirmations><affirmation>
	<affirmation>	→	<assignment>
			<plot>
			<save>
	<assignment>	→	<variable> = <data extraction>
			<variable> = <computation>
	<plot>	→	lmpplot <df>
			scatterplot <df>
			displot <df>
			barplot <df>
			countplot <df>
	<data extraction>	→	extract <string list> from <image>
			extract <string list> from <folder>
	<computation>	→	compute <measure> on <df> [each <int> rows]
			<num> percent <range> rows <df>
	<save>	→	save <df> as <format>
	<image>	→	image <string>
	<folder>	→	folder <string>
	<measure>	→	mean stdev max median mode sum
	<format>	→	csv xls
	<df>	→	<variable>
			<variable><string list>
	<range>	→	[<int> to <int>]
			[<int>]
	<string list>	→	[<string items>]
	<string items>	→	<string>
			<string>, <string items>
	<string>	→	[<char>]
	<variable>	→	<alpha>
			<alpha>{<digit>}
			<alpha><variable>
			<df>
	<num>	→	<float>

```

<int>           |   <int>
<float>          →   <digit>{<digit>}
<char>           →   <int>.<int>
                     →   a | b | ... | z | A | B | ... | Z | 0 | 1 | 2 | ... | 9 | _ | - | + | ! | . | ,
                     | $ | % | & | ( | )
<alpha>          →   a | b | ... | z | A | B | ... | Z
<digit>          →   0 | 1 | 2 | 3 | ... | 9
}

```

Example of parsing a program:

```

a = extract ["name"] from image "xyz.jpg"
compute mean on a
lmpplot a
save a as csv

```

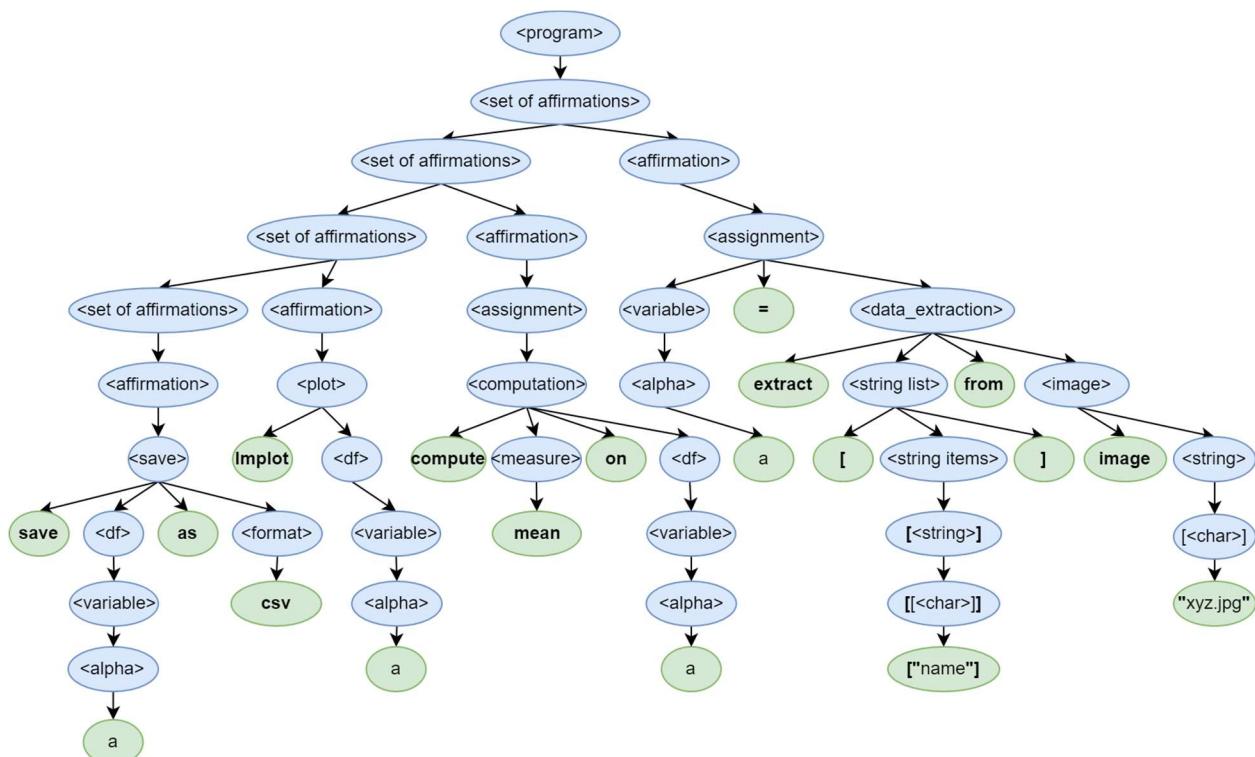


Figure 1. Parsing tree

Conclusion

A DSL makes doing specific tasks a lot easier. It has simple routes to implement the parts of that domain that are ‘common process’. This paper introduces a DSL concept which is centered around automatic processing of documents in image format. The target are the employees of small to medium businesses which have to deal with lots of physical documents with unstructured data. Taking into consideration everything said above, it is a time saving tool and easy to use. After having defining the grammar and language specifications, the next step would be using the real tools to build the DSL itself.

References:

1. MANAGOLI, G. *What developers need to know about domain-specific languages* [online], 2020. [accessed 14.02.2022]. Disponibile: <https://opensource.com/article/20/2/domain-specific-languages>
2. CRISTEA, M. *Digital archiving reduces companies’ costs with more than 20%* [online], 2021. [accessed 16.02.2015]. Disponibil: <https://business-review.eu/business/digital-archiving-reduces-companies-costs-with-more-than-20-218376>

DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR CHILDREN'S MAZE GAME

**Stephania MATVEI*, Daniela AFTENI, Ștefan BOICU, Răzvan FIȘER,
Serghei COVTUN**

*Department of Software Engineering and Automatics, Group FAF-203, Faculty of Computers, Informatics and
Microelectronics, Technical University of Moldova, Chișinău, Republic of Moldova*

*Corresponding author: Stephania Matvei, stephania.matvei@isa.utm.md

Abstract. This article is about a Domain-Specific Language (DSL) developed upon a Problem-Based Learning project, which has the aim to facilitate the process of studying programming through interactive games.

Keywords: data structures, derivation tree, education, grammar, interactive learning

Introduction

The DSL for Children's Maze Game is based on 3 main fields: programming, gaming and education. It represents a game-based language, which can provide user friendly environment for learning, especially for kids, that can start growing their critical skills through interactive games. One of the major reasons is that most school schedules use General Purpose Languages for teaching kids programming, but this is not ideal for several reasons: children have short attention spans, they don't like reading documentation and are not easily engaged in the classic exercises used to teach programming concepts.

The DSL improves upon this in the following ways: DSL is presented as a game which will pique the child's interest, it engages 2 kids at once and uses the very effective element of competitiveness, it has a clear goal which children can understand and work toward so as to win the game, also it encourages optimization of the code, as a sloppy written code will be easily beaten by their opponent.

Data Structures

Arrays are used quite often by games developers to structure and organize data, as well as by us. It is the best to use a data structure that would allow the game to store and update data in a grid, like a two-dimensional array [1]. With the help of an array, it can be done the following:

- Set the size of the grid [1];
- Set the value of data elements at individual locations [1];
- Retrieve the value of data at individual locations [1].

The array uses two numbers to indicate the position of a data element.

Control Structures

The DSL for Children's Maze Game will have two options for control structures:

1. Using arrow keys (up, down, left, right);
2. Using characters (W, A, S, D).

Both options are included because some people prefer to control player characters with the keyboard characters: W, A, S, and D, and others prefer to use arrow keys.

Input and Output

Since the DSL is having its purpose in the field of education, especially in the development of coding skills in young children, the input must be as simple as possible in order to be graspable by the still-in-development minds. The goal is to produce a DSL for an interactive, two-player maze game. The user should be able to type in functions such as "go_up", "go_down", "go_left". In order to add some variation, the player should also be able to use for loops.

In Fig. 1 is presented the syntax of a program:

```

For(10)

START
{BLOCK OF INSTRUCTIONS}
END

```

Figure 1. Syntax example

The output consists of the maze itself and the representation of the player within the maze. The player moves in real time in accordance with the code, additionally, there are prompts for when the player loses, wins or for situations of stalemates.

Error Handling

Syntax errors are highlighted at compile time which prevent the program from running. The language supports variables and basic mathematical expressions which means that out of bounds errors and division by zero should be accounted for.

Another error that could occur on runtime is when the program enters an endless loop. This can be circumvented by putting a hard limit on the maximum number of iterations.

Reference Grammar

A Programming Language Grammar is a set of instructions about how to write statements which are valid for that programming language [2]. The instructions are given in the form of rules that specify how characters and words can be put one after the other, in order to form valid statements (also called sentences) [2]. The grammar for the domain specific language consists of a 4-tuple $G = \{S, V_N, V_T, P\}$ where:

- S – start symbol;
- V_N – finite set of non-terminal symbols;
- V_T – finite set of terminal symbols;
- P – finite set of production of rules.

In Tab. 1 are represented the notations used for grammar specification.

Table 1

Notations used in language grammar definition

Notation	Meaning
$\langle \text{hello} \rangle$	means that hello is a nonterminal symbol
hello	(in bold font) means that hello is a terminal symbol
x^*	means zero or more occurrences of x
X^+	means a comma-separated list of one or more x's
$ $	means separate alternatives
\rightarrow	means deriving
$\{\}$	means optional occurrences

$$S = \{\langle \text{source code} \rangle\}$$

$V_N = \{\langle \text{source code} \rangle, \langle \text{set of affirmations} \rangle, \langle \text{affirmation} \rangle, \langle \text{function declaration} \rangle, \langle \text{player} \rangle, \langle \text{variable declaration} \rangle, \langle \text{identifier} \rangle, \langle \text{letter} \rangle, \langle \text{digit} \rangle, \langle \text{calculator} \rangle, \langle \text{steps} \rangle, \langle \text{call function} \rangle, \langle \text{conditions} \rangle, \langle \text{number} \rangle, \langle \text{equal to} \rangle, \langle \text{operation} \rangle, \langle \text{direction} \rangle, \langle \text{condition} \rangle, \langle \text{variable} \rangle, \langle \text{map} \rangle, \langle \text{non-zero number} \rangle, \langle \text{break} \rangle, \langle \text{link} \rangle, \langle \text{characters} \rangle\}$

$V_T = \{0, \dots, 9, a, \dots, z, A, \dots, Z, \text{Start}, \text{End}, \text{Player}, \text{Hunter}, \text{var}, \text{for}, \text{while}, \text{break}, \text{if}, \text{else}, \text{case}, \text{Step}, \text{Right}, \text{Left}, \text{Up}, \text{Down}, \text{Function}, \text{width}, \text{length}, \text{labyrinth-layout}, \text{"_"}, \text{"&&"}, \text{"||"}, \text{":"}, \text{"="}, \text{"=="}, \text{";"}, \text{"{"}, \text{"}"}, \text{"<"}, \text{">"}, \text{"<="}, \text{">="}, \text{"!="}, \text{"("}, \text{")"}, \text{"+"}, \text{"-"}, \text{"*"}, \text{"/"}, \text{"""}, \text{""}, \text{"."}\}$

```

P = {
<source code> → <map> <source code>
<source code> → <function declaration>* Start <player> {<set of affirmations>} End
<function declaration> → Function <identifier> (<identifier>+){<set of affirmations>}
<identifier> → <letter> | {<letter> | <digit> | _} *
<set of affirmations> → < affirmation> | < affirmation><set of affirmations>
<affirmation> → <variable declaration> |
    <call function> |
    <calculator> |
    <steps> |
    <break> |
    if <conditions> {<set of affirmations>} |
    if <conditions> {<set of affirmations>} else {<set of affirmations>} |
    while (<variable> | <number>) {<set of affirmations>} |
    for (<variable> | <number>) {<set of affirmations>} |
    case { <conditions> : {{}}<set of affirmations> {} } }

<variable declaration> → var <identifier>;
<call function> → <identifier> (<identifier>+);
<calculator> → <identifier> = <equal to>;
<equal to> → <identifier> |
    <identifier> <operation> <equal to> |
    <number> |
    <number> <operation> <equal to>

<operation> → + | - | * | /
<steps> → Step <direction>;
<direction> → Right | Left | Up | Down
<break> → break;
<conditions> → <variable> <condition> <variable>
<variable> → <identifier> | <letter>
<condition> → && | || | == | <|> | <=|>= | !=
<number> → <digit> | <digit> <number>
<non-zero number> → <no 0 digit> | <no 0 digit> <number>
<letter> → a | b | c | ... | A | B | C | ... | Z
<no 0 digit> → 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9
<digit> → 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9
<player> → Player | Hunter
<map> →
    import <link> |
    {width: <non-zero number>, length: <non-zero number>, labyrinth-layout:
    “<number>”}
    <link> → “<characters>*”
    <characters> → 0 | ... | 9 | a | ... | z | A | ... | Z | _ | @ | # | $ | % | : | = | ; | { | } | <|> | ! | ( | )
    | + | - | * | / | . | }
```

Parsing example

“

```
import “map.json”
Start Player {
    var six
    six = 6
    For(six) {
        Step Right
    }
}
```

”

<source code> → <map><source code> → import <link> <source code> → import “map.json”
<source code> → import “map.json” Start <player> {<set of affirmations>} End → import “map.json” Start Player {<set of affirmations>} End → import “map.json” Start Player {<affirmation><set of affirmations>} End → import “map.json” Start Player {<variable declaration><set of affirmations>} End → import “map.json” Start Player {var <identifier><set of affirmations>} End → import “map.json” Start Player {var six <set of affirmations>} End → import “map.json” Start Player {var six
<affirmation><set of affirmations>} End → import “map.json” Start Player {var six six = <equal to><set of affirmations>} End → import “map.json” Start Player {var six six = 6 <set of affirmations>} End → import “map.json” Start Player {var six six = 6 <affirmation>} End → import “map.json” Start Player {var six six = 6 for<number>{<set of affirmations>}} End → import “map.json” Start Player {var six six = 6 for six{<set of affirmations>}} End → import “map.json” Start Player {var six six = 6 for six{<affirmation>}} End → import “map.json” Start Player {var six six = 6 for six{<steps>}} End → import “map.json” Start Player {var six six = 6 for six{Step <direction>}} End → import “map.json” Start Player {var six six = 6 for six{Step Right}} End

Derivation Tree

In Fig. 2 is presented the derivation tree based on the parsing example presented in the previous section.

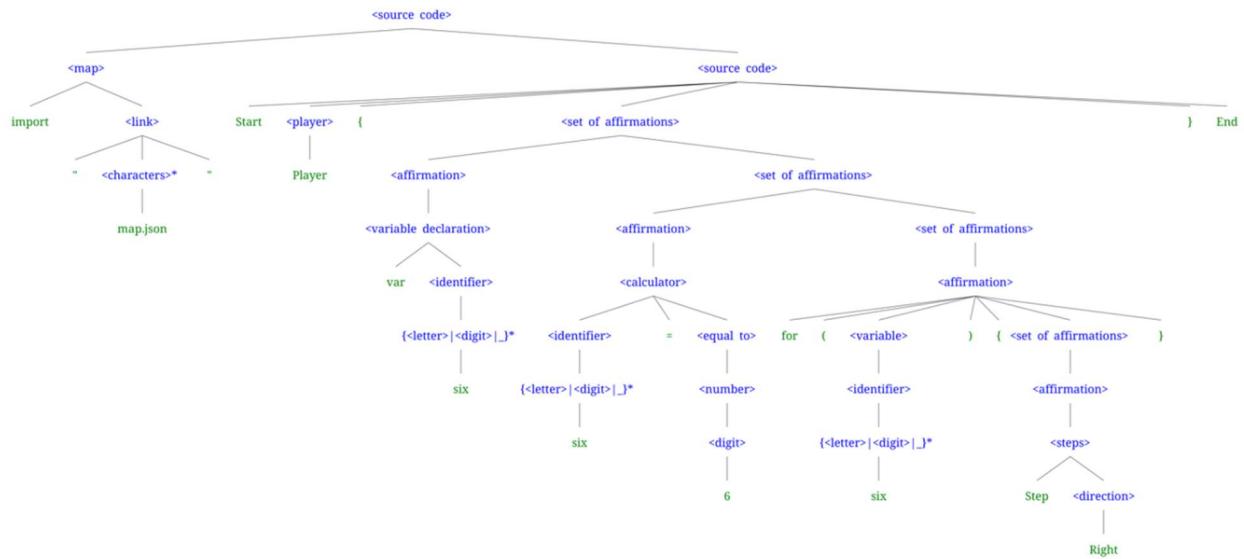


Figure 2. Derivation tree

Conclusions

The purpose of this project is to show the concepts of a DSL which can be used in educational purposes. The presented DSL intended for Children's Maze Game differs from others by its simplicity and functionality. The grammar of the language is intuitive and user-friendly, which is one of the main cafeterias to keep children's attention. Combining programming with gaming and education provides an effective and fun environment for learning.

References

1. Data Structures. Using a two-dimensional array for a game. [online]. [accessed 15.02.2022]. Available: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/z4tf9j6/revision/7>
2. Compilers. What is a programming language grammar? [online]. [accessed 16.02.2022]. Available: <https://pgrandinetti.github.io/compilers/page/what-is-a-programming-language-grammar/>

DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR LINDENMAYER SYSTEMS

Patricia CAPITAN*, Marius BADRAJAN, Victor FLORESCU, Mihai MUŞTUC

Department of Software Engineering and Automatics, FAF-201, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chișinău, Moldova

*Corresponding author: Patricia Capitan, patricia.capitan@isa.utm.md

Abstract. The article addresses the process of creation of a Domain-Specific Language (DSL) that will generate and design fractals, fractal plants, and architectural geometries of different colors, dimensions, using Lindenmayer systems, otherwise known as L-systems. L-systems can be used as a powerful design tool. Minimal inputs are able to create a spatially complex output. Since L-system is a topic of interest for people like botanists, biologists, architects, etc., these not necessarily possessing advanced programming skills, a DSL to graphically represent patterns created using an L-system would be quite of use for their works and researches.

Keywords: fractals, fractal plants, DSL, L-system, design tool

Introduction

A domain-specific language (DSL) is a computer language that is specific to a particular software domain. There are many different DSLs, ranging from the languages widely used for common domain names to the languages used by some software [1].

L-systems were first used to simulate the development of basic multicellular organisms in terms of cell division, growth, and death. The purpose of modular modeling is to explain the overall development of a plant, and in particular the appearance of plant morphology, as the integration of individual unit development. Now they are used to generate geometric structures (fractal-like objects). L-systems can describe the structure of a fractal as an axiom, an alphabet of symbols and a set of productions using those symbols. Each symbol in the grammar is given a visual interpretation so an arbitrary string created by an L-system can be converted to a picture. The string after each iteration gives a fractal-like form when each symbol is given a visual representation [2].

There are very few tools targeted specifically towards representing L-system patterns, let alone the logic behind it and the implementation. A DSL would solve this issue and help people native with this domain during their working process of modeling the growth of biological systems. Moreover, for architects it would represent a powerful design tool. In regards to programming, the DSL might turn out handy and convenient for students who are interested in studying fractal-like objects.

The paper describes the process of generating a domain-specific language, whose objectives are the following:

- to offer better understanding of the performance and to document the requirements and behavior of L-systems;
- to develop a tool which will help people native with this domain in their works;
- to generate graphic images of objects created using L-systems, such as fractals, etc.;
- to solve the issue representing the lack of graphic tools for L-systems.

Language Design

The generated domain-specific language is based on a sequential mathematical model of computation, specifically a finite automaton that will operate on predefined grammar rules for different types of graphic outputs. In the frontend of programming language compilers, finite automata are frequently utilized [3]. From a sequence of characters, the lexical analyzer generates a sequence of language tokens (such as reserved words, literals, and identifiers), which the parser utilizes to generate a syntax tree. The lexical analyzer and parser handle the regular and context-free aspects of the computer language's grammar.

The DSL holds 3 data types: integer, character, and string, and one composite data type - functions, which represent the main way of generating a graphical output. Strings literals have some restrictions on their definition: they cannot contain symbols other than those accepted by the function type, meaning for certain graphical designs there are certain rules for characters and symbols to be followed. Functions save more data about L-system items. To keep the DSL simple, the inner implementation of the functions is hidden from the user.

The criterion for any source code is that a set of statements separated by ';' is expected. A variable definition or a function call can be used in the statement. A variable name, assignment symbol, and a call to a function that returns an object are all required for the variable definition command. In terms of syntax, a function call offers more options. Arguments should be enclosed in braces and separated by a comma if a function requires them. For its arguments, each function has some specific constraints or limitations.

The DSL works as follows: the code is separated into tokens, which are then processed by a parser to locate parser rule matches. Rules and tokens are processed by ANTLR to generate lexer, parser, and listener files. The program executes each command one by one, one at a time, from top to bottom. The program will provide an appropriate error notice if there is an unknown syntax or semantic validation issue.

Grammar

$G = (V_N, V_T, S, P)$:

$V_N = \{ \text{<program>}, \text{<ls freestyle>}, \text{<ls tree>}, \text{<ls dragon>}, \text{<define>}, \text{<type>}, \text{<alphalower>}, \text{<identifier>}, \text{<value>}, \text{<parameters>}, \text{<axiom>}, \text{<applies>}, \text{<angle>}, \text{<length>}, \text{<rules>}, \text{<start>}, \text{<short>}, \text{<long>}, \text{<directions>}, \text{<num>}, \text{<rule>}, \text{<first>}, \text{<second>}, \text{<for>}, \text{<A>}, \text{}, \text{<C>}, \text{<X>}, \text{<Y>}, \text{<if>}, \text{<expression>}, \text{<statement>} \}$

$V_T = \{ [a-z], [A-Z], [0-9], [+|-], \text{ls freestyle}(), \text{ls tree}(), \text{ls dragon}(), \text{int}, \text{char}, \text{string}, _, ", ;, \text{for}();, \text{if}() \{ \} \text{else} \{ \}, [_|++|--|=|<|>|<=|>=|==|!=] \}$

$S = \text{<program>}$

$P = \{ \text{<program>} \rightarrow \text{<ls freestyle>} | \text{<ls tree>} | \text{<ls dragon>} | \text{<define>} | \text{<for>} | \text{<if>};$

$\text{<define>} \rightarrow \text{<type>} \text{<identifier>} = \text{<value>} | \text{<type>} \text{<identifier>}$

$\text{<type>} \rightarrow \text{int} | \text{char} | \text{string}$

$\text{<identifier>} \rightarrow \text{<alphalower>} | \text{<alphalower>} \text{<num>} | \text{<alphalower>} _ \text{<alphalower>} \text{<alphalower>} \rightarrow \text{a|...|z} | \text{<alphalower>} \text{a|...|z}$

$\text{<value>} \rightarrow \text{<num>} | \text{<alphalower>}$

$\text{<ls freestyle>} \rightarrow \text{ls freestyle}(\text{<parameters>})$

$\text{<parameters>} \rightarrow " \text{<axiom>} ", \text{<applies>}, \text{<angle>}, \text{<length>}, \{ \text{<rules>} \}$

$\text{<axiom>} \rightarrow \text{<start>}$

$\text{<start>} \rightarrow \text{<short>} | \text{<long>}$

$\text{<short>} \rightarrow [a-z] | [A-Z] | [0-9]$

$\text{<long>} \rightarrow \text{<short>} | \text{<short>} \text{<long>} | \text{<long>} \text{<directions>} | \text{<directions>} \text{<long>} | \text{<long>} \text{<directions>} \text{<long>}$

$\text{<directions>} \rightarrow [+|-] | [+|-] \text{<directions>}$

$\text{<applies>} \rightarrow [1-9] | [1-9] \text{<num>}$

$\text{<num>} \rightarrow [0-9] | [0-9] \text{<num>}$

```

<angle> → [0-9] | [1-9][0-9] | [1-2][0-9][0-9] | 3[0-5][0-9] | 360
<length> → [0-9] | [1-9][0-9] | 100

<rules> → <rule> | <rule>,<rules>
<rule> → "<first>."<second>""
<first> → <short>
<second> → <long> | [<second>] | <long>[<second>] | [<second>]<long> |
<long>[<second>]<long>

    <ls tree> → ls tree(<num>)

    <ls dragon> → ls dragon(<num>)

    <for> → for(<A>;<B>;<C>){}
<A> → <X>=<Y>
<B> → <X><<Y> | <X>><Y> | <X><= <Y> | <X>>= <Y>
<C> → <X>++ | <X>--
<X> → [A-Z] | [a-z] | [A-Z]<X> | [a-z]<X> | _<X> | <X><num> | <X><num><X>
<Y> → <num>

    <if> → if(<expression>){} | if(<expression>){};else{}
<expression> → <identifier>[< | > | == | <= | >= | !=]<statement>
<statement> → <statement> | <num> | "<X>" | '<short>'|
}

```

Grammar Description

- **define variables:**
 - <type> - data type of variable
 - <identifier> - name of variable
- **ls freestyle:** function to design plants using L-systems, according to user's personal preferences
 - <axiom> - The starting string of the L-System.
 - <applies> - The number of times the rules are applied to the string.
 - <angle> - The angle to apply for the turning commands, in degrees.
 - <length> - The length of each f (move) command, in pixels.
 - <rules> - A dictionary of character and substitution strings.

Supported commands:

f : move forward
 + : turn angle right
 - : turn angle left
 [: start branch
] : end branch

- **ls tree/ls dragon:** functions that generate 2 examples of L-systems designs
 - <num> - The number of recursions.
- **for statement:**
 - <A> - Initialization
 - - Condition
 - <C> - Increment/Decrement
- **if statement:**
 - <expression> - Condition

Syntax Example and Parsing Tree

Syntax: ls freestyle(axiom, applies, angle, length, rules);

Input: ls freestyle("X", 6, 25, 10, {"X": "f-[X]+X]+f[X]-X", "f": "ff"});

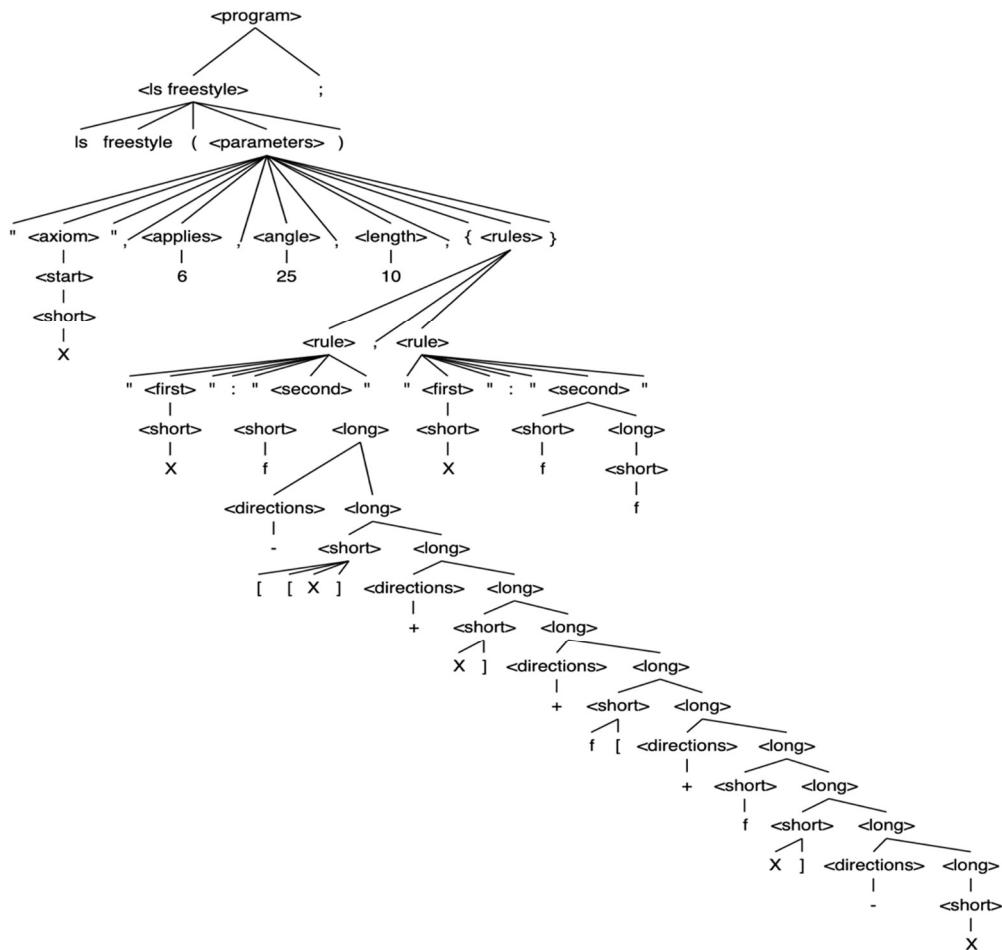


Figure 1. Parse Tree Example

Conclusion

A domain-specific language designed specifically towards representing graphical outputs created using L-systems would result in a powerful tool for people interested in this scientific sphere. Further, using the generated DSL would be a great way to learn the behavioral features of L-systems and how these work in different aspects of graphics. Students, along with others possessing little to no programming and coding experience, may use this tool in their personal works and/or for research purposes. The DSL would bring recognition to L-systems, their representation and relevance in diverse domains.

References

1. Domain-specific language [online]. [accessed on February 27, 2022]. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Domain-specific_language
2. PRUSINKIEWICZ, P., HANAN, J., HAMMEL, M., MECH, R. *L-systems: from the Theory to Visual Models of Plants* [online]. [accessed on February 27, 2022]. Available at: <http://algorithmicbotany.org/papers/sigcourse.2003/2-1-lsystems.pdf>
3. Finite-state machine [online]. [accessed on February 27, 2022]. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Finite-state_machine

MARGAY - GENERAL PURPOSE LANGUAGE DEVELOPMENT

Valeria DUBINA*, Ilie TODIRAȘCU, Maria-Madalina UNGUREANU,
Marcel VLASENCO

Department of Software Engineering and Automatics, FAF-203, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chișinău, Republic of Moldova

*Corresponding author: Valeria Dubina, valeria.dubina@isa.utm.md

Abstract. This work was created in the context of a Problem Based Learning (PBL) project, the main purpose of which was the analysis of compilers, interpreters and programming languages and further development of a General Purpose Language (GPL) called Margay in Go Programming Language.

Key words: General Purpose Language (GPL), Abstract Syntax Tree Interpreter, Go, Grammar

Introduction

Like all good inventions, programming languages were born out of people's desires and need to make their lives easier. After moving from manual labour to electrical signals, the rewiring needed to get the computer to perform a task turned out to be a hassle, so an assembly language that allows programmers to pass instructions directly to the CPU was invented.

Such impressive achievements were possible only thanks to the contributions of the best engineers of the last centuries. They found a more efficient ways to communicate with computer hardware and extended the practical applications of Programming Languages and – Compilers and Interpreters [1].

By gaining technical insights through the implementation of a general-purpose language, the aim of this article is to form a solid understanding of the underlying principles behind the inner workings of the programming languages and interpreters. The focus is on how the tools used by developers came to be and why. The intention is to acquire a much stronger understanding of the computer science fundamentals and how they can be applied for creating new ground-breaking innovations.

Language overview

For Margay Abstract Syntax Tree Interpreter – Go [2] programming language is used as intermediate language that will execute the program written in .margay file or directly in command line. This language was chosen for its infrastructure. Docker, Kubernetes, and Prometheus are some of Go's most commonly developed infrastructures.

The phases of interpreting the margay source code will chase the following steps:

- Reconstruction of the code into an abstract syntax tree (AST)
- Program execution according to the AST tree.
- Each sentence is analysed one at a time

Each value encountered in the interpretation process is wrapped in a structure that meets this particular type of object interface: *Integer, String, Boolean, Float, Null, Array and Functions, If-Else loop, For loop*.

There are several data types in Margay – number (integer or float), boolean, string, however, all types are not explicitly specified. In Margay arrays are also present, but all of them are one dimensional and accept all existing data type including functions. Declaration of an array is similar to variable declaration and the specification of array components are denoted in square brackets after the “=” character and are separate by a comma.

Assignment is permitted for all types, as it is shown in the grammar below:

- boolean: <boolean literal> → true | false
- integer: <integer literal> → <integer>

- float: <float literal> → <float>
- string: <string literal> → “<text>”

Functions invocation includes:

- passing argument values;
- performing the function’s content;
- returning, with a possible outcome, to the main.

Some of the control structures implemented are:

- If/else:

This type of the if statement is a common one regarding the semantics. The first step represents the evaluation of the <expression>. In the case when the result of the evaluation is true, is executed the true section of this control structured function. In the other case, when the result doesn’t correspond to the initial condition and is false then the else section is executed, if it has been set. To prevent ambiguity when matching an else section with its if statement, the Margay mandates that true and else parts be contained in braces.

- For:

The for statement acts as while loop with the exact same functionality. It loops through a block of code while some conditions are true. To prevent overflow, it is mandatory to increment (or decrement) the value of condition statement.

Basic computational model supported by the language are:

- **Addition**: Symbol: “+” Variable types: *integer, float, string*. Exceptions: When one of the input variables is of type string - the concatenation operation will be executed
- **Subtraction** Symbol: “-” Variable types: *integer, float*
- **Multiplication** Symbol: “*” Variable types: *integer, float*
- **Division** Symbol: “/” Variable types: *integer, float*

Supplementary computational functionalities as square-root, raise to a power, factorial etc. would be implemented as an additional library to the GPL, developed using those basic operations that would be already defended in GPL.

Some of the comparison operation include: >, =, <=, ==, and !=. This operation will output true or false depending of the given values. Their behaviour is similar to other programming language with no change.

Logical operation such as *and* with key element “&&”, *or* with key “||”, not with key element “!” are also implemented. This logical operation follows the principles of programming languages and act accordingly.

Reference Grammar:

Meta notation:

<> - nonterminal param;

bold – terminal param;

| - separates alternatives;

$G(L) = \{V_n, V_t, S, P\}$, where V_n -nonterminal symbols, V_t – terminal symbols, S - starting symbol and P – finite set of production rules.

$V_n = \{\langle \text{program} \rangle, \langle \text{statement} \rangle, \langle \text{return statement} \rangle, \langle \text{expression statement} \rangle, \langle \text{expression} \rangle, \langle \text{prefix expression} \rangle, \langle \text{infix expression} \rangle, \langle \text{if expression} \rangle, \langle \text{for expression} \rangle, \langle \text{identifier} \rangle, \langle \text{literal} \rangle, \langle \text{function} \rangle, \langle \text{function call} \rangle, \langle \text{array} \rangle, \langle \text{array call} \rangle, \langle \text{map} \rangle, \langle \text{map call} \rangle, \langle \text{map element} \rangle, \langle \text{prefix operator} \rangle, \langle \text{infix operator} \rangle, \langle \text{assignment operator} \rangle, \langle \text{parameter} \rangle, \langle \text{argument} \rangle, \langle \text{array element} \rangle, \langle \text{integer literal} \rangle, \langle \text{letter} \rangle, \langle \text{string literal} \rangle, \langle \text{boolean literal} \rangle, \langle \text{float literal} \rangle, \langle \text{digit} \rangle, \langle \text{text} \rangle, \langle \text{character} \rangle, \langle \text{symbol} \rangle\}$

$V_t = \{ ;, “,”, \text{return}, \text{if}, \text{else}, \text{for}, \text{fn}, \text{true}, \text{false}, +, -, /, *, ==, !=, >, <, >=, <=, ||, \&&, =, 0\dots9, a\dots z, A\dots Z, !, @, \#, \$, %, ., \{, \}, (,), [,] \}$
 $S = \{\langle \text{program} \rangle\}$

$P = \{$
 $\langle \text{program} \rangle \rightarrow \langle \text{statement} \rangle ; | \langle \text{statement} \rangle ; \langle \text{program} \rangle$
 $\langle \text{statement} \rangle \rightarrow \langle \text{return statement} \rangle | \langle \text{expression statement} \rangle$
 $\langle \text{return statement} \rangle \rightarrow \text{return} \langle \text{expression} \rangle$
 $\langle \text{expression statement} \rangle \rightarrow \langle \text{expression} \rangle$
 $\langle \text{expression} \rangle \rightarrow \langle \text{prefix expression} \rangle | \langle \text{infix expression} \rangle | \langle \text{if expression} \rangle | \langle \text{for expression} \rangle |$
 $\langle \text{identifier} \rangle | \langle \text{literal} \rangle | \langle \text{function} \rangle | \langle \text{function call} \rangle | \langle \text{array} \rangle | \langle \text{array call} \rangle | \langle \text{map} \rangle | \langle \text{map call} \rangle$
 $\langle \text{prefix expression} \rangle \rightarrow \langle \text{prefix operator} \rangle \langle \text{expression} \rangle$
 $\langle \text{infix expression} \rangle \rightarrow \langle \text{expression} \rangle \langle \text{infix operator} \rangle \langle \text{expression} \rangle | \langle \text{identifier} \rangle \langle \text{assignment operator} \rangle \langle \text{expression} \rangle$
 $\langle \text{if expression} \rangle \rightarrow \text{if} (\langle \text{expression} \rangle) \{ \langle \text{program} \rangle \} | \text{if} (\langle \text{expression} \rangle) \{ \langle \text{program} \rangle \} \text{else} \{ \langle \text{program} \rangle \}$
 $\langle \text{for expression} \rangle \rightarrow \text{for} (\langle \text{expression} \rangle) \{ \langle \text{program} \rangle \}$
 $\langle \text{function} \rangle \rightarrow \text{fn}(\langle \text{parameter} \rangle) \{ \langle \text{program} \rangle \}$
 $\langle \text{parameter} \rangle \rightarrow \epsilon | \langle \text{identifier} \rangle | \langle \text{identifier} \rangle, \langle \text{parameter} \rangle$
 $\langle \text{function call} \rangle \rightarrow \langle \text{identifier} \rangle (\langle \text{argument} \rangle)$
 $\langle \text{argument} \rangle \rightarrow \epsilon | \langle \text{expression} \rangle | \langle \text{expression} \rangle, \langle \text{argument} \rangle$
 $\langle \text{array} \rangle \rightarrow [\langle \text{array element} \rangle]$
 $\langle \text{array element} \rangle \rightarrow \epsilon | \langle \text{expression} \rangle | \langle \text{expression} \rangle, \langle \text{array element} \rangle$
 $\langle \text{array call} \rangle \rightarrow \langle \text{identifier} \rangle [\langle \text{integer literal} \rangle]$
 $\langle \text{map} \rangle \rightarrow \{ \langle \text{map element} \rangle \}$
 $\langle \text{map element} \rangle \rightarrow \epsilon | \langle \text{literal} \rangle : \langle \text{expression} \rangle | \langle \text{literal} \rangle : \langle \text{expression} \rangle, \langle \text{map element} \rangle$
 $\langle \text{map call} \rangle \rightarrow \langle \text{identifier} \rangle [\langle \text{literal} \rangle]$
 $\langle \text{identifier} \rangle \rightarrow \langle \text{letter} \rangle \langle \text{identifier} \rangle$
 $\langle \text{infix operator} \rangle \rightarrow + | - | / | * | == | != | > | < | >= | <= | || | \&&$
 $\langle \text{prefix operator} \rangle \rightarrow - | !$
 $\langle \text{assignment operator} \rangle \rightarrow =$
 $\langle \text{literal} \rangle \rightarrow \langle \text{string literal} \rangle | \langle \text{boolean literal} \rangle | \langle \text{integer literal} \rangle | \langle \text{float literal} \rangle$
 $\langle \text{boolean literal} \rangle \rightarrow \text{true} | \text{false}$
 $\langle \text{integer literal} \rangle \rightarrow \langle \text{integer} \rangle$
 $\langle \text{float literal} \rangle \rightarrow \langle \text{float} \rangle$
 $\langle \text{string literal} \rangle \rightarrow “\langle \text{text} \rangle”$
 $\langle \text{integer} \rangle \rightarrow \langle \text{digit} \rangle | \langle \text{digit} \rangle \langle \text{integer} \rangle$
 $\langle \text{float} \rangle \rightarrow \langle \text{integer} \rangle . \langle \text{integer} \rangle$
 $\langle \text{text} \rangle \rightarrow \epsilon | \langle \text{character} \rangle | \langle \text{character} \rangle \langle \text{text} \rangle$
 $\langle \text{character} \rangle \rightarrow \langle \text{letter} \rangle | \langle \text{symbol} \rangle | \langle \text{digit} \rangle$
 $\langle \text{digit} \rangle \rightarrow 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9$
 $\langle \text{letter} \rangle \rightarrow a | A | b | B | \dots | z | Z$
 $\langle \text{symbol} \rangle \rightarrow ! | @ | # | \$ | \% | \dots$
 $\}$

Input and Output

In order for the Abstract Syntax Tree Interpreter to execute the program written in Margay - it is needed for the code to be written in a file with .margay extension, or the code can be written directly in command line.

The straight output of a specific .margay file will be displayed in command line. Due to the fact that Margay is an interpreted language, an executable file will not be provided, because these types of files are specific to compiled programming languages such as C or C++.

Conclusion

To sum up, this article presents an overview on the process of designing Margay general purpose language, the main logic of it and the intended grammar. One of the main goals of the article is to make a much stronger understanding of the computer science fundamentals by avoiding to step of a learning curve and focusing on how programming tools came to be. The intended language is not a strict one, it provides the developer the freedom of decision-making, but the familiar syntax of other high programming language will be kept in order to make it simple for beginners in this field.

References:

1. RAKIA BEN SASSI *Compiler vs. Interpreter: Know The Difference And When To Use Each Of Them* [online], 19.01.2021, [cite: 25.02.2022]
Available: <https://betterprogramming.pub/compiler-vs-interpreter-d0a12ca1c1b6>
2. THORSTEN BALL *Writing an INTERPRETER in go*. Germany: Thorsten Ball, 2018.

DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR GENERATING FRACTAL PLANTS WITH STOCHASTIC L-SYSTEMS

Cristian BORIS, Eugeniu POPA, Ana-Maria RUSNAC*, Dumitru MUNTEANU,
Liviu MOISEI

Department of Software Engineering and Automatics, group FAF-202 Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chisinau, Moldova

*Corresponding author: Ana-Maria Rusnac, ana-maria.rusnac@isa.utm.md

Abstract: The main scope of this article is to present the process of designing a domain-specific language, with the purpose of generating fractal plants with the use of Stochastic L-systems. The focus will be on presenting the analysis of the domain, the use of this domain-specific language(DSL) in this domain, describing the computational model, as well as defining data structures, semantic rules, and grammar rules of the language.

Keywords: domain-specific language, l-systems, stochastic grammar, grammar, parse tree.

Introduction

A Domain Specific Language (DSL), in contrast to a General Purpose Language, is a language much more concentrated on a single specialized field, in order to solve a very specific problem in that aforementioned field.

Lindenmayer systems (abbreviated L-systems), first introduced in the year 1968 by biologist Aristid Lindenmayer, were originally created as a theoretical framework for studying the development of simple multicellular organisms, and subsequently applied to investigate higher plants and plant organs [1].

After the incorporation of geometric features, plant models using L-systems became detailed enough to allow the use of computer graphics for realistic visualization of plant structures and development. In the process of designing a domain specific language aimed at the representation of an organic process through the means of algorithmic logic, this article covers three major aspects: domain analysis, grammar definition, and a program example.

Domain-Analysis

L-systems are a recursive, string-rewriting framework, that provide a way of formalizing patterns of development [2]. L-systems are formalized as a tuple with the definition:

$$G = \langle V, w, P \rangle \quad (1)$$

Where the V is the alphabet, w is the starting point, and P is a set of productions.

For this project, L-systems will be used for generating fractal plants. In order to model higher plants, a more complex graphical interpretation of L-systems is needed. The most popular interpretation used today to describe the grammar for an L-system is the turtle interpretation, which can result in realistic modeling of herbaceous plants [1].

One last important aspect this DSL looks to explore is the modeling of plants in such a way that is closest to an actual organic object. This is where stochastic grammar comes in. Simply put, a Stochastic L-system is non-deterministic, it will have probability to its production. If it weren't for these Stochastic systems, the generation of multiple plants would produce a very artificial regularity. A Stochastic L-system, defined by Ec. (2), is an ordered quadruplet, where V , w , and P , are defined just as before, with the new addition of π , where π is the probability distribution [1]:

$$G = \langle V, \mathcal{W}, P, \pi \rangle \quad (2)$$

The issue this article tackles is that of portraying realistic organic growth. Modeling the growth of a plant given certain fundamental rules requires particular domain expertise (mostly programming) and is currently done mostly by specialists, but this process is constrained by the availability of experts, the complexity that humans can solve, as well as time. This DSL looks to offer to both experts in the field, as well as regular interested student, an opportunity to quickly observe and study plant growth with minimal understanding, resources, or knowledge of programming of their own.

Language Overview

This particular language has the functionality to take a specific collection of rules, an axiom, written following the rules of L-systems, and based on that generating a fractal plant of stochastic nature in the form of a png file.

The input will consist of an alphabet, the axiom, and a set of production rules, with added probability distribution, since that is the way L-systems are defined as a type of formal grammar. The alphabet is going to be predefined as a set alphabet consisting of “F, X, Y, +, -, [,]”, since in terms of L-systems, it is the standard alphabet when constructing fractal plants.

In terms of data structures, it will have 4 main data structures: lsystem, which is a structure that will store the axiom, ruleset, and terminal symbols, the second structure – axiom, defined as the initial string, rule, where the rules are declared by the user, and terminal, which just specifies the terminal symbols and their function. Control structures for the language, the one way the user will be able to control their L-system, is by controlling the number of iterations, thus how big the system is.

Semantic Rules

In order to not get any errors, and for the user to be able to correctly use the language, there are some rules that will be set in place:

- An axiom is the first thing that must be declared.
- A rule/rules must be declared before trying to draw the plant.
- For each rule declare, there must be a probability set in place as well.
- If there are multiple rules for either F, X, or Y the probability for each must be declared in such a way that the sum will be equal to 1.
- A terminal must first specify the terminal itself, and then the function it performs.
- For both the rules structure and terminals, the components must be separated by commas.
- When generating the plant, the number of iterations must be specified.

Grammar Rules

In general, a programming language grammar, is a set of instructions about how to write statements that are valid for that specific language, there are a few special notations when writing grammar, that help to better distinguish and understand the structure, defined in Tab. 1:

Table 2
Meta Notations

Notation	Description
<foo>	foo is non-terminal
foo	foo is terminal
x*	zero or more occurrences of x
x+	one or more occurrences of x
	separates alternative
?	zero or one occurrence

$V_N = \{\langle \text{program} \rangle, \langle \text{LSystem} \rangle, \langle \text{string} \rangle, \langle \text{body} \rangle, \langle \text{axiom} \rangle, \langle \text{ruleSet} \rangle, \langle \text{terminals} \rangle, \langle \text{termianl} \rangle, \langle \text{iterations} \rangle, \langle \text{rule} \rangle, \langle \text{probability} \rangle, \langle \text{angle} \rangle, \langle \text{iterations} \rangle, \langle \text{var} \rangle, \langle \text{alphabet} \rangle, \langle \text{systemAlphabet} \rangle, \langle \text{whole} \rangle, \langle \text{fractional} \rangle, \langle \text{digits} \rangle, \langle \text{action} \rangle\}$

$V_T = \{A \dots Z, a \dots z, +, -, [,], (,), =, 0, 1 \dots 9, ., ", \text{begin}, \text{end}, \text{rule}, \text{LSystem.new}, \text{axiom}, \text{rule}, \text{terminal}, \text{forwards}, \text{push}, \text{pop}, \text{rotate}, \text{iterations}\}$

$S = \{\langle \text{program} \rangle\}$

$P = \{\langle \text{program} \rangle \rightarrow \langle \text{LSystem} \rangle$
 $\quad \langle \text{LSystem} \rangle \rightarrow \langle \text{var} \rangle = \text{LSystem.new}(\langle \text{string} \rangle) \text{ begin } \langle \text{body} \rangle \text{ end}$
 $\quad \langle \text{var} \rangle \rightarrow \langle \text{alphabet} \rangle^+ \mid \langle \text{var} \rangle \langle \text{digits} \rangle$
 $\quad \langle \text{body} \rangle \rightarrow \langle \text{axiom} \rangle \langle \text{ruleSet} \rangle \langle \text{terminals} \rangle \langle \text{iterations} \rangle$
 $\quad \langle \text{axiom} \rangle \rightarrow \text{axiom}(" \langle \text{systemAlphabet} \rangle^+ ")$
 $\quad \langle \text{string} \rangle \rightarrow " \langle \text{alphabet} \rangle^+ " \mid " \langle \text{digits} \rangle^+ " \mid " \langle \text{string} \rangle \langle \text{digits} \rangle^+ "$
 $\quad \langle \text{ruleSet} \rangle \rightarrow \langle \text{rule} \rangle^+$
 $\quad \langle \text{rule} \rangle \rightarrow \text{rule}(" \langle \text{systemAlphabet} \rangle^+ ", " \langle \text{systemAlphabet} \rangle^+ ", \langle \text{probability} \rangle)$
 $\quad \langle \text{probability} \rangle \rightarrow \langle \text{whole} \rangle \mid \langle \text{fractional} \rangle$
 $\quad \langle \text{whole} \rangle \rightarrow 1$
 $\quad \langle \text{fractional} \rangle \rightarrow 0. \langle \text{digits} \rangle^+$
 $\quad \langle \text{terminals} \rangle \rightarrow \langle \text{terminal} \rangle^+$
 $\quad \langle \text{terminal} \rangle \rightarrow \text{terminal}(" \langle \text{systemAlphabet} \rangle ", \langle \text{action} \rangle)$
 $\quad \langle \text{digits} \rangle \rightarrow 0 \mid 1 \mid 2 \mid 3 \mid 4 \mid 5 \mid 6 \mid 7 \mid 8 \mid 9$
 $\quad \langle \text{alphabet} \rangle \rightarrow a \mid b \mid \dots \mid z \mid A \mid B \mid \dots \mid Z$
 $\quad \langle \text{systemAlphabet} \rangle \rightarrow F \mid X \mid Y \mid + \mid - \mid [\mid]$
 $\quad \langle \text{action} \rangle \rightarrow \text{forward} \mid \text{push} \mid \text{pop} \mid \text{rotate} \langle \text{angle} \rangle$
 $\quad \langle \text{angle} \rangle \rightarrow \langle \text{digits} \rangle^+ \mid - \langle \text{digits} \rangle^+$
 $\quad \langle \text{iterations} \rangle \rightarrow \text{iterations}(\langle \text{digits} \rangle^+)\}$

Example Program

The input will take on the following form:

```
a = LSystem.new("My new plant") begin
    axiom("++X")
    rule("X", "F+[[X]-X]-F[-FX]+X", 1)
    rule("F", "FF", 1)

    terminal("F", forward)
    terminal("[", push)
    terminal("]", pop)
    terminal("-", rotate -25)
    terminal("+", rotate 25)

    iterations(5)
end
```

If this specific input, generated by the grammar rules stated previously, would be represented through a parse tree, it would take on the form represented in the figure below:

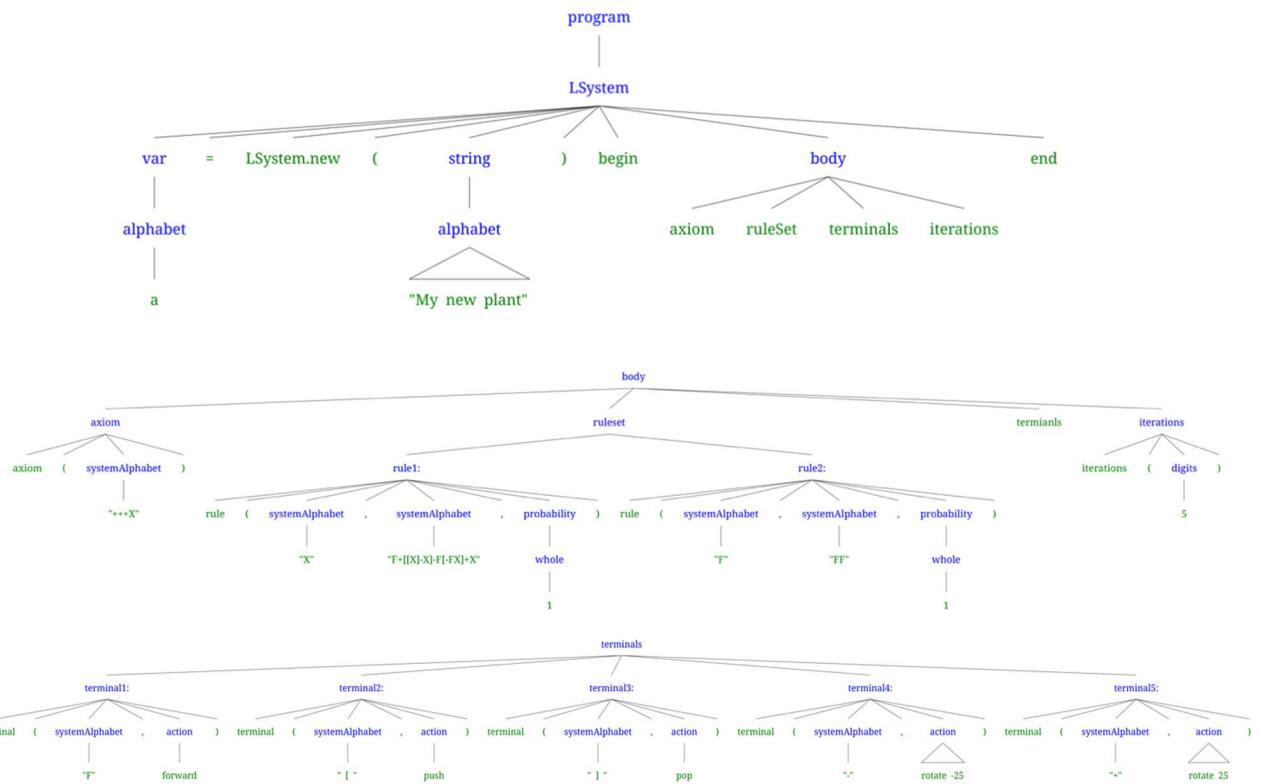


Figure 1. Parse tree

Conclusion

This article discusses the complex topic of designing a domain-specific language, from a simple idea, to a well-developed structure, and it follows the steps necessary to create this language.

This paper focuses on the development of a language that will provide students and experts with a tool to observe and study the development of organic growth, through a DSL that can generate fractal like plants, built with the help of L-systems, and based on stochastic grammar. After this main idea, and a few essential definitions being introduced, the article moves on from the conceptual part to a more practical part, and the most important aspect of designing a DSL, the grammar. The grammar part when designing a language is definitely the one aspect that needs the most precision, knowledge of both programming and the studied field, and understanding of consumers. It is the most vital part, that brings structure and stability to the idea, and make it something tangible.

The process of designing a language is one that requires a deeper understanding of the fields involved, and it does not only provide a look into the inner-workings of what a language needs to be functional, but it also creates essential skills that will be useful for academic success.

References

1. ARISTID LIDENMAYER and PRZEMYSŁAW PRUSINKIEWICZ. *The algorithmic beauty of plants*. New York: Springer-Verlag Press, 1990.
2. JORDAN SANTELL. *L-systems*, 2019. [online]. [access 26.02.2022]. Available: <https://jsantell.com/l-systems/#stochastic-l-systems>.

DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR INTERACTIVE STORYTELLING MANAGEMENT

Ştefan BERESTEAN, Anna CHIRICIUC, Cătălin TINCU, Elena GRAUR*

Software Engineering and Automatics Department, Group FAF-201, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, mun. Chişinău, Republic of Moldova

*Correspondent author: Elena Graur, elena.graur@isa.utm.md

Abstract. This paper discusses the implementation process of a domain specific language (DSL) for creating a visualization in acyclic directed graph form of an interactive story telling. Therefore, the DSL for creating the graph of the flow allows an easier modification and visualization of the story.

Keywords: DSL, interactive storytelling, graph, grammar, storytelling-management

Introduction

The interactive storytelling industry has become a mainstream phenomenon. Games, for example, are now as ubiquitous as movies, books, and other forms of popular culture. The industry's growth might even be outpacing that of the more classical art forms. Nevertheless, the development of games is currently very labor intensive. However, currently many tasks still require intense participation from the development staff.

For a better understanding of the problem, it is necessary to look into the organizational structure of medium to large-sized game development studios. At a high level, there are various common departments that are present in a development studio for an interactive story scenario: character description, actions, timeline, events [1]. These broad departments might be partitioned into smaller sections depending on the size of the studio. In other words, the various artistic designers must communicate their ideas and intent to the programmers. Not only can take much time and effort, it can also easily introduce misunderstandings.

This inefficient and failure-prone communication channel can really hamper team productivity. It would be much simpler, and indeed more efficient, if the scenarists could "code" their ideas in a way that is both natural for them, but also usable for the production of the game software. For some of the domains involved, a domain specific language (DSL), could be a significant part of the solution, and especially a language that will translate a code into a schema where will be visible all the actions, characters, locations and interaction in that way that would be easier to understand main principle of story [2].

To offer a better understanding of the solution, it is introduced the definition of a domain specific language as a specialized language used for a specific purpose, to solve specific problems [3].

1 Domain analysis

Storytelling is the vivid description of ideas, beliefs, personal experiences and life-lessons through stories or narratives that evoke powerful emotions and insights. Most features that are considered as gameplay process in an interactive story are about how the player moves their character, how they interact with the environment, and how they interact with other characters. Interactive storytelling has a vast range of target audience [4]. It can be applied anywhere, for example, in studying process (outside of gaming); it includes different themes and genres.

Unlike the classical linear structure of the flow of the narrative story, interactive storytelling has a non-linear structure, either it is a branching story structure, or a parallel path structure, or threaded story structure, or even dynamic hierarchical story structure. The proposed DSL is a tool aimed to manage an interactive storytelling by creating a graph representation of the story flow. Given a plain text input into a specific form, the DSL outputs the graph that corresponds to the described instances. Therefore, this means that the user describes only the logic of the computation

The described DSL will contribute to solving such problems as internal consistency (coherency and plot holes that go against the flow of logic established by the story's plot) so that none of the future events contradict the previous ones. Furthermore, the elimination of factual errors, impossible events, unbelievable character choices, illogical plot developments, unresolved storylines and continuity errors can be easily avoided by creating a DSL that will analyze the storyline. Comfortable use of this tool will ensure more accessibility to people who are not familiar with any general-purpose programming language.

2 Grammar

The domain specific language design includes more stages, one of them being the grammar of the language development. For a better understanding of how the proposed DSL is supposed to work, below it is presented its structures.

First of all, it is necessary to define the terms the grammar operates [5]. As follows, the grammar of the proposed language is described as follows: $L(G) = (S, P, V_N, V_T)$, where:

- S – start symbol;
- P – finite set of production of rules;
- V_N – finite set of non-terminal symbols;
- V_T – finite set of terminal symbols.

The notations presented in the Tab. 1, represents the meta notations used for the grammar description, inclusively to mark some key points of it.

Table 1

Meta notations

Notation	Meaning
$\langle \text{foo} \rangle$	means foo is a nonterminal
foo	means foo is a terminal
x^*	means zero or more occurrences of x
$ $	means separates alternatives
\rightarrow	means deriving
$\{\}$	means optional occurrences

That being given, below it is represented the grammar itself, including the mention of the start symbol, the non-terminal and terminal symbols, as well as production rules, aimed to obtain each entity in the described DSL.

$$S = \{ \langle \text{source code} \rangle \}$$

$$V_N = \{ \langle \text{source code} \rangle, \langle \text{set of affirmations} \rangle, \langle \text{act description} \rangle, \langle \text{name} \rangle, \langle \text{flow description} \rangle, \langle \text{stagename} \rangle, \langle \text{section name} \rangle, \langle \text{digits} \rangle, \langle \text{nenule digits} \rangle, \langle \text{operation} \rangle, \langle \text{type} \rangle, \langle \text{string} \rangle, \langle \text{letter} \rangle, \langle \text{conditions} \rangle, \langle \text{condition} \rangle, \langle \text{identifier} \rangle, \langle \text{numeric type} \rangle, \langle \text{variable declaration} \rangle, \langle \text{variables declaration} \rangle, \langle \text{variable} \rangle, \langle \text{variable attribution} \rangle, \langle \text{attribution} \rangle, \langle \text{link construction} \rangle, \langle \text{condition} \rangle, \langle \text{expression} \rangle, \langle \text{operand} \rangle, \langle \text{composed operand} \rangle, \langle \text{function} \rangle, \langle \text{comments} \rangle \}$$

$$V_T = \{ 0.9, \text{a.z}, \text{A.Z}, \text{STORY}, \text{STAGE}, \text{SECTION}, \text{int}, \text{string}, \text{FROM}, \text{TO}, \text{ACTION}, \text{if}, \text{else}, \text{while}, \text{for}, \text{in}, \text{not}, \text{"_"}, \text{"&&"}, \text{"||"}, \text{"."}, \text{"\n"}, \text{"\t"}, \text{"\r"}, \text{"\f"}, \text{"\v"}, \text{"\b"}, \text{"\f"}, \text{"\r\n"}, \text{"\n\r"}, \text{"\t\f"}, \text{"\r\f"}, \text{"\n\t"}, \text{"\r\t"}, \text{"\n\f"}, \text{"\t\f"}, \text{"\r\f"}, \text{"\n\t\f"}, \text{"\r\t\f"}, \text{"\n\t\r"}, \text{"\r\t\r"}, \text{"\n\t\f"}, \text{"\r\t\f"}, \text{"\n\t\r\f"}, \text{"\r\t\r\f"}, \text{"\n\t\f\r"}, \text{"\r\t\f\r"}, \text{"\n\t\f\r\f"}, \text{"\r\t\f\r\f"}, \text{"="}, \text{"="}, \text{"!"}, \text{"?"}, \text{":"}, \text{"+"}, \text{"-"}, \text{"*"}, \text{"/"}, \text{"%"}, \text{"("}, \text{")"}, \text{nr_nodes}, \text{nr_sections}, \text{nr_stages}, \text{width}, \text{nr_of_interactions}, \text{color}, \text{style} \}$$

$$P = \{$$

$$\langle \text{source code} \rangle \rightarrow \langle \text{variables declaration} \rangle \langle \text{set of affirmations} \rangle \{ \langle \text{comments} \rangle \}$$

$$\langle \text{source code} \rangle \rightarrow \langle \text{set of affirmations} \rangle$$

$$\langle \text{variables declaration} \rangle \rightarrow \langle \text{variable declaration} \rangle \mid \langle \text{variable declaration} \rangle \langle \text{variables declaration} \rangle$$

$$\langle \text{variable declaration} \rangle \rightarrow \langle \text{type} \rangle \langle \text{variable} \rangle$$

$$\langle \text{variable} \rangle \rightarrow \langle \text{identifier} \rangle$$

$$\langle \text{type} \rangle \rightarrow \text{int} \mid \text{string}$$

```

<identifier> → <letter> | _ (<letter> | <digits> | _)*
<letter> → a | b | c | ... | A | B | C | ... | Z
<digits> → 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9
<nenule digits> → 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9
    <set of affirmations> → <set of affirmation> | <set of affirmation> <set of affirmations>
    <set of affirmation> → <act description><flow description> | <variable attribution>{<set of
affirmations>} | if <conditions>: <set of affirmations> | if <conditions>: <set of affirmations> else:
<set of affirmations> | while <conditions>: <set of affirmations> | for <conditions>: <set of
affirmations> | <function>
    <variable attribution> → <operand> {<operation>} = <attribution>
    <act description> → STORY <identifier>: | STAGE <identifier>: | SECTION <identifier>:
    <flow description> → FROM <string> TO <string> {<flow description>} | FROM <string>
TO <string> ACTION: <string> {<flow description>}
    <conditions> <operand> <condition> <operand> {&& <conditions>} || <conditions>
    <operand> → <variable> | "<string>" | <nenule digits>(<digits>)* | <function> | <composed
operand>
    <composed operand> → <operand> <operation> <operand> {<operation><composed
operand> | <operation><operand>}
<operation> → + | - | * | / | % | // | **
<function> → nr_nodes(<variable>) | nr_sections(<variable>) | nr_stages(<variable>) |
nr_of_interactions(<variable>) | color(<variable>) | width(<variable>) | style(<variable>)
<condition> → > | < | >= | <= | == | != | in | not
    <string> → <characters>*
    <characters> → 0 | 1 | 2 | ... | 9 | a | b | c | ... | z | A | B | C | ... | Z | - | _ | , | ; | " | " | : | . | ' | ? | !
    <comments> → // <string>
    }

```

3 Semantic and lexicon

Program is working based on frames, frame in frame, so fulfilling “STORY”, “STAGE” and “SECTION” field is mandatory in case they are used. It is important to mention that nodes can be connected to the nodes from another section, not only with the nodes in the same section, also provides different connection within nodes.

The presented DSL is case sensitive meaning that the keyword “STAGE” is different from the instance “stage”. The keywords that are related to the flow of the story and mark either a part of it, or the interaction between nodes, are uppercase other being lowercase. Each keyword should be separated by other words with space token that is nor keyword, not identifier, as “(”, “)”, “[”, “]”, etc. Any instance that is not separated be a white space or is not between quotation marks, are considered as tokens.

There are two basic data types in the developed DSL: integer (denoted by “int”) and string (denoted by “string”). Integer range is considered between -214783648 and 214783647. A <string> is considered any instance consisting of <characters> that could be any printable ASCII character described in the grammar.

With statement “STORY” the story is marked. “STAGE” is a smaller part than “STORY”, “SECTION” is the smallest mean of dividing a telling. Nodes has a simple construction, the description introduced by “ACTION” being optional. Also, it is important to mention the functions can be called only to variables that they describes in other words nr_sections(<division>), called for larger divisions, as well as nr_stages(<division>) only for story division.

Commands are executed from top to bottom, one after another, similar to the scripting languages.

4 Parse tree

Parse tree is a hierarchical structure, which represents the derivation of the grammar to yield input strings. In fact, it is an order-rooted tree that represents the syntactic structure of a string according to some context-free grammar [6]. In Fig. 1, it is presented the parse tree, in accordance to the described grammar, of the code written below.

SECTION section1:

 FROM node1 TO node2

nr_nodes(section1)

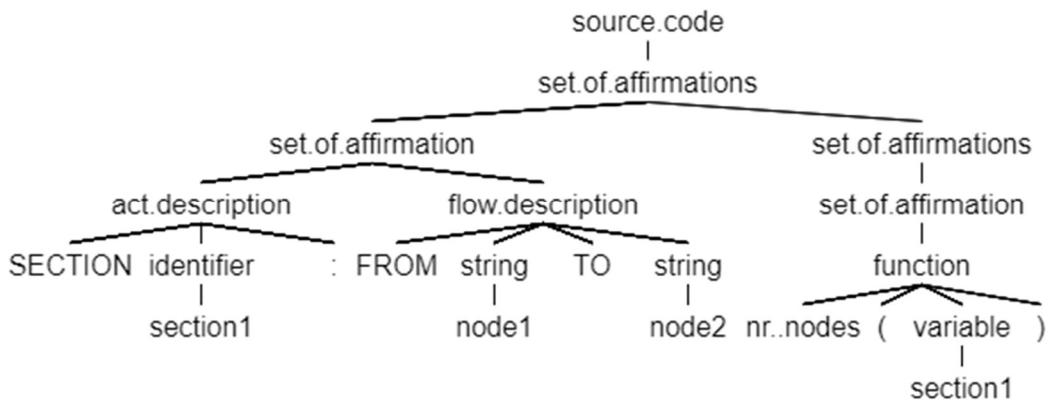


Figure 1. Parse tree of an example of sequence of code written in the described DSL

Conclusion

Despite showing a large applicability of the DSL, the main reason of this article is to present a method to ease the process of writing interactive storytelling by managing the flow using a domain specific language. The DSL is designed to make writing of the interactive stories simpler by offering a graphical representation of the story flow, making the analyzing and following of the plot more convenient for the writer. Unlike other tools used in present for this purposes, it is directed especially for this purpose and have an easy and intuitive grammar.

Nonetheless, it should be mentioned the advantage of the proposed domain specific language. The tool is new into domain as it represents a comfortable DSL for interactive story creators (who are not supposed to be programmers) that increases the productivity of story plotting. The software is aimed to become an abstract language of object-oriented designs of state transformers, a nice way to overview the plot developing depending on each of player's choices and, a straightforward design of an external DSL that is supposed fulfill the story flow design that the creator should keep in mind.

References

1. HOGUET, Benjamin, *What is interactive storytelling?* [online]. 2014, 12 [visited 2.01.2022]. Available: <https://bit.ly/3tslk58>
2. SIMPSON, Char. Digital storytelling I – History and Theory of interactivity. In: *Columbia DSL – 2021*, 11 August
3. LIANG, Xiaoyao. Programming methods. In: *Ascend AI Processor Architecture and Programming - 2020*
4. The Designer's Notebook: Three Problems for Interactive Storytellers, Game Developer [online]. [visited 28.01.2022]. Available: <https://www.gamedeveloper.com/design/the-designer-s-notebook-three-problems-for-interactive-storytellers>
5. Introduction to Grammars, TutorialsPoint, [online]. [visited 3.02.2022]. Available: https://www.tutorialspoint.com/automata_theory/introduction_to_grammars.htm
6. Parse Tree, pythonds, [online]. [visited 12.02.2022]. Available: <https://runestone.academy/ns/books/published/pythonds/Trees/ParseTree.html>

DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR DOCUMENT AUTOMATION

Irina TIORA*, Liviu MOCANU, Nicolae ŢEVCENCO, George VRAGALEV, Nicu SAVA

Department of Software Engineering and Automatics, group FAF-203, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chișinău, Moldova

*Correspondent author : Tiora Irina irina.tiora@isa.utm.md

Abstract. This article describes the design of a domain-specific language (DSL) that targets document automation field. Additionally, this text explains how the DSL will accomplish its main functionality, the implementations steps and how this language will ease the document autocompletion process in different fields. Subsequently, this paper delves into the syntaxis, functionality and creation of the language.

Key words: domain-specific language(DSL), grammar, document automation, autocompletion, form, template function

Introduction

A domain-specific language (DSL) is a specific programming language that has higher abstraction level and is specifically optimised for a specific field of problems [1]. Domain-specific languages support a narrow set of tasks in a chosen domain. In the last years, their significance in software engineering has grown, because of the evolvement of different kinds of programming languages. DSL brings such advantages to the economical field as well as daily work schedule such as higher productivity, assurance of quality, lower development cost. The user that apply in their tasks efficient domain-specific languages can easier express and solve their problems, take advantage of certain domain optimizations and observe enormous improvements in productivity.

The article aims to describe the development process of a domain specific language for document automation.

Document automation is about creating systems and workflows that help in the creation of electronic documents and it is a very popular topic these days [2]. It develops logic-based systems that use pre-existing segments of text and necessary data to construct a new version of the document. This technology is popularly applied in such industries to construct legal documents, letters and contracts. Document automation technology is used to allow automation of possible conditional text as well as variable text, and data commonly contained within a map of documents.

Automation systems that target documents domain enable different companies to substantially minimize data entry amount, reduce the proofreading time, and reduce the risks associated with human error [3]. Additional benefits proved to be financial savings due to less paper handling, document loading and paper waste [4]. Today, everyone fills out dozens, hundreds of forms. And often the same type of information is always entered. Whether it's at the doctor's office or at the police station, paperwork is always filled out.

The main purpose of a domain-specific language for document automation is to make the process of filling out documents easier for absolutely any domain. This DSL will ease the process of completing a document which already has a standard template. Thus the main purpose is to automate the process of completing documents – this being the reason why it is alternatively called document autocompletion. The user can create template functions which will represent the general draft of the document. Inside the template function, the user can set the parameters that must be submitted to the template. Furthermore, it is possible to have conditional text, error messages, and loops. Another feature which was considered important for this DSL, is the ability of the language to position text, and to adjust text design.

Input

This DSL has the following types of inputs: plain text files(.txt, .doc,.docx), PDF files and CSV files(or XLSX).

Plain text files(.txt, .doc,.docx, .pdf) - will be used for creating a template from already an existing document. This is the case when the internal template parameters should be marked with the '#' symbol in the readily made input text file. This is a fast method for creating templates and easier to understand by people who do not possess all the technical skills for understanding the DSL's syntax.

CSV files (or XLSX) - the spreadsheets can be used as input data for templates. For example a user has a spreadsheet full of data of ten people and he wants to create contracts for them. He can use this data as input to the template function. As a result ten contracts will be generated filled with the data from the spreadsheet.

Command line inputs - command line inputs can be used to manually fill in data of a template. It can be used for testing purposes, to check input/output connection, to avoid PDF export for wrong input. It offers more of a command line application for users to submit data to the template functions.

Output

The program can produce two types of outputs:

Command line output - the user can command line output to show error information and log the status of a running program in case it has errors.

PDF/Docs - the DSL's main type of output is a PDF file or a Docs file. The user can create user-made templates to later use that template to produce a PDF file that is filled with data and is ready for export.

Reference grammar

The DSL design includes several stages. First of all, definition of the programming language grammar $L(G) = (S, P, VN, VT)$:

S - is the start symbol;

P – is a finite set of production of rules;

V_N – is a finite set of non-terminal symbol;

V_T - is a finite set of terminal symbols.

V_N = { <program>, <import_statement>, <template>, <actions>, <identifier> , <char>, <nums_char>, <digit> , <starting_digit>, <template_body>, <params_declaration>, <main_template_body> , <variable_declaratiion>, <variable_type> , <num> , <text>, <count> , <date> , <money> , <day> , <delimeter> , <month> , <delimeter> , <year> , <flow_control> , <text_action> , <until_statement> , <if_statement> , <expression> , <statements> , <method_fun> , <bin_op> , <method_op> , <arithm_op> , <relational_op> , <equal_op> , <conditional_op> , <text_design> , <color_name> , <method_call> , <method_name> , <font_type> , <actions> , <list_of_actions> , <file_name> };

V_T = {use , 0,1....9, a | b | ... | z | A | B | ... | Z |, create template, [,], (,) , . , : , bool, words , chars , 10 , 11 , 12, “ , ” , - , / , . , end , template , until , if , else , do , not , length , begin , end , error , input , + , - , * , / | % , < , > , <= , >= , == , != , and , or , pdf , \u , \i , \center , \b , \color , \line , \space , \t red , blue , black , green , magenta , yellow , brown , gray , center , fontsize , font , right , left , merge , split , replace , Times New Roman , Arial , Georgia , actions , Open , createTemplate , make , createPack , sentences , global , contains , doc , docx , html }

Table 1
Meta notation

Notation (symbol)	Meaning
<word>	nonterminal
word	terminal
[x]	x is optional, zero or one occurrence of x, '[' ']' are terminals
x ⁺	one or more occurrence of x
x [*]	zero or more occurrence of x
	an alternative separation
{‘’}	used for grouping, { } are terminals

$P = \{ \langle \text{program} \rangle \rightarrow \langle \text{import_statement} \rangle^+ \langle \text{template} \rangle^+ \langle \text{actions} \rangle$
 $\quad \langle \text{import_statement} \rangle \rightarrow \text{use} \langle \text{identifier} \rangle$
 $\quad \langle \text{identifier} \rangle \rightarrow \langle \text{char} \rangle \langle \text{nums_char} \rangle^*$
 $\quad \langle \text{char} \rangle \rightarrow a | b | \dots | z | A | B | \dots | Z |$
 $\quad \langle \text{nums_char} \rangle \rightarrow \langle \text{char} \rangle | \langle \text{digit} \rangle | - | _$
 $\quad \langle \text{digit} \rangle \rightarrow 0 | \langle \text{starting_digit} \rangle$
 $\quad \langle \text{starting_digit} \rangle \rightarrow 1 | 2 | \dots | 9$
 $\quad \langle \text{template} \rangle \rightarrow \text{create template} \langle \text{identifier} \rangle : \langle \text{template_body} \rangle$
 $\quad \langle \text{template_body} \rangle \rightarrow [\langle \text{params_declaration} \rangle] \langle \text{main_template_body} \rangle$
 $\quad \langle \text{params_declaration} \rangle \rightarrow \text{params} '[' \langle \text{variable_declaration} \rangle^+ ']$
 $\quad \langle \text{variable_declaration} \rangle \rightarrow \langle \text{identifier} \rangle : \langle \text{variable_type} \rangle$
 $\quad \quad \quad \text{global} \langle \text{identifier} \rangle : \langle \text{variable_type} \rangle = \langle \text{identifier} \rangle$
 $\quad \langle \text{variable_type} \rangle \rightarrow \langle \text{num} \rangle | \langle \text{text} \rangle ['[' \langle \text{starting_digit} \rangle \langle \text{digit} \rangle^* \langle \text{count} \rangle '] | \langle \text{date} \rangle$
 $\quad \quad \quad | \langle \text{money} \rangle | \text{bool}$
 $\quad \langle \text{count} \rangle \rightarrow \text{words} | \text{chars} | \text{sentences}$
 $\quad \langle \text{num} \rangle \rightarrow \langle \text{starting_digit} \rangle \langle \text{digit} \rangle^* | 0. \langle \text{digit} \rangle^+$
 $\quad \langle \text{text} \rangle \rightarrow " \langle \text{char} \rangle^* "$
 $\quad \langle \text{date} \rangle \rightarrow \langle \text{day} \rangle \langle \text{delimeter} \rangle \langle \text{month} \rangle \langle \text{delimeter} \rangle \langle \text{year} \rangle$
 $\quad \langle \text{year} \rangle \rightarrow \langle \text{digit} \rangle \langle \text{digit} \rangle \langle \text{digit} \rangle \langle \text{digit} \rangle$
 $\quad \langle \text{month} \rangle \rightarrow 0 \langle \text{digit} \rangle | 10 | 11 | 12$
 $\quad \langle \text{day} \rangle \rightarrow \langle \text{starting_digit} \rangle \langle \text{digit} \rangle$
 $\quad \langle \text{delimeter} \rangle \rightarrow - | / | .$
 $\quad \langle \text{money} \rangle \rightarrow \langle \text{num} \rangle \$ | \langle \text{num} \rangle \langle \text{text} \rangle$
 $\quad \langle \text{main_template_body} \rangle \rightarrow \langle \text{flow_control} \rangle^* \langle \text{text_action} \rangle^+ \text{end template}$
 $\quad \langle \text{flow_control} \rangle \rightarrow \langle \text{until_statement} \rangle | \langle \text{if_statement} \rangle$
 $\quad \langle \text{until_statement} \rangle \rightarrow$
 $\quad \quad \quad \text{until} \langle \text{expression} \rangle \{$
 $\quad \quad \quad \langle \text{statements} \rangle$
 $\quad \quad \quad \}$
 $\quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad \text{do} \{$
 $\quad \quad \quad \langle \text{statements} \rangle$
 $\quad \quad \quad \}$ **until** $\langle \text{expression} \rangle$
 $\quad \langle \text{if_statement} \rangle \rightarrow \text{if} \langle \text{expression} \rangle \langle \text{statement} \rangle^+$
 $\quad \quad \quad | \text{if} \langle \text{expression} \rangle \langle \text{statement} \rangle^+ \text{else} \langle \text{statement} \rangle^+$

```

<expression> → <method_fun>
    | <identifier>
    | <expression><bin_op><expression>
    | not <expression>
    | (<expression>)

<method_fun> → <identifier>.<method_op> [ (<identifier>+| <num> |<text>) ]
<method_op> → length | begin | end | contains |
<bin_op> → <arithm_op> | <relational_op> | <equal_op> | <conditional_op>
<arithm_op> → + | - | * | / | %
<relational_op> → < | > | <= | >=
<equal_op> → == | !=
<conditional_op> → and | or
<statement> → <identifier> . <method_call>+
    | <identifier>=<expression>
    | error(<text>)
    | input(<identifier>)

<text_action> → <identifier> = { <text> }
    | <identifier> = { ‘‘<text_design><text> \ ’’*
        | ‘‘<text> # <identifier> ’’* }
    | pdf(<identifier>+)
    | <identifier> = { ‘‘<text> # <identifier> ’’* }
    | <identifier> . <method_call>+

<text_design> → \u | \i | \center | \b | \color=<color_name> | \line * <num>
    | \space * <num> | \t * <num>

<color_name> → red | blue | black | green | magenta | yellow | brown | gray

<method_call> → <method_name> [ (<identifier>+| <num> |<text>) ]
<method_name> → center | fontsize | font(<font_type>) | right | left | merge | split
    | replace

<font_type> → Times New Roman | Arial | Georgia

<actions> → actions : <list_of_actions>+
<list_of_actions> → <identifier> = open(<file_name>)
    | <identifier> = createTemplate(<identifier> )
    | make <identifier> [doc, docx, html ]
    | <identifier>.({‘‘<text>, ’’}*)
    | <identifier>.(<identifier>)
    | <identifier>.<identifier> = <text>
    | <identifier> = createPack(<identifier>+)
    | <identifier> = <identifier>.<method_call>+
<file_name> -><text>.{pdf | csv | docx}

```

Example of code and Derivation tree

In the following example of code a basic template named “test” is described. The template has two parameters , abc1 of type num, and abc2 of type money. Then the text is positioned using such keywords as center, and stylised using \b. Also the place of the variables in text is marked with #. Then in action part of the subprogram, the pdf is generated using make keyword. In this case the input will be taken from the console. Additionally, the source code is parsed by an abstract syntax tree. The result of parsing is presented in Figure 1.

```

create template test : params [
abc1 : num
abc2 : money ]
title = { \centre User Credentials \}
main_text = {
\b User\ identified by ID: # abc1
, has the following amount of money: # abc2
}
pdf(title,main_text)
end template
actions : make test

```

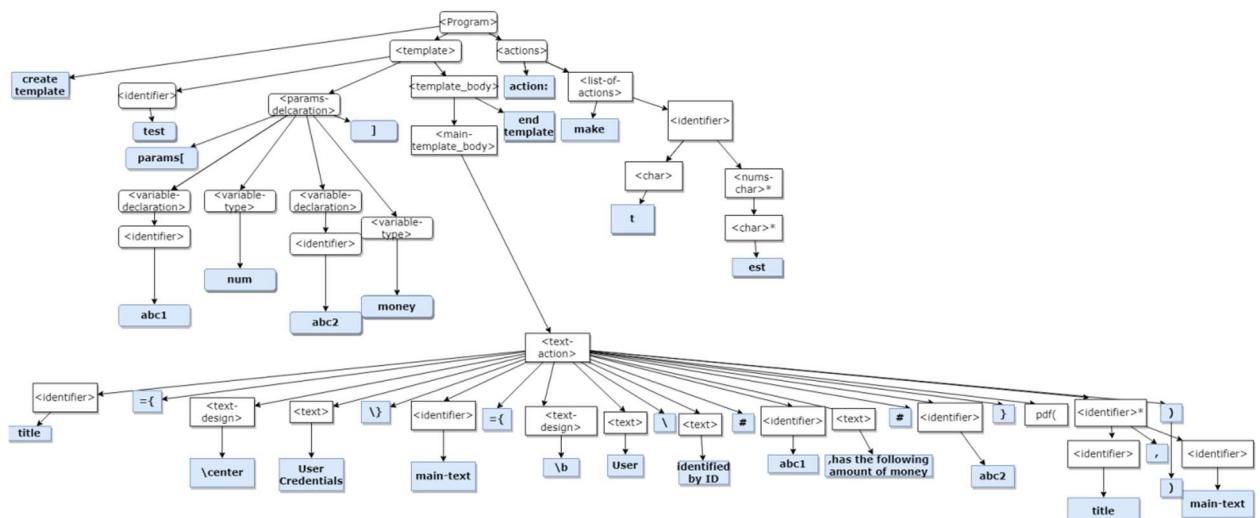


Figure 1. Parsing tree

Conclusion

The intention of this paper is to show that the concepts of Domain Specific Languages can improve and make faster the process of document completing. This DSL's easy syntax will allow people from the domain to easily grasp the language and use it in their daily tasks. This language will eliminate the need for any proofreading of the document as well as manual writing of the same document structure. The main users of our Document Automation DSL will primarily be specialists in the legal field, financial services, logistics, supply chain management.

To top it off, this DSL combines both flexibility of a general purpose language, as well as it is easily understood for non-technical people.

References

1. FOWLER, M. *Domain-Specific Languages*. Boston: Addison-Wesley Professional, 2010.
2. Document automation. [online]. [accesat 09.02.2022].
https://en.wikipedia.org/wiki/Document_automation
3. Legal Document Automation : Why are you waiting? By :"Affinity consulting group". [online]. [accesat 07.02.2022].
<https://www.youtube.com/watch?v=eXi8m3iERUE>
4. What is document automation? [online]. [accesat 07.02.2022].
<https://www.bigtincan.com/what-is-document-automation/>

THE DEVELOPMENT OF A DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR MATRIX OPERATIONS

**Vlada MAGAL^{*}, Iurie CIUŞ, Ana COROLEȚCHI, Xenia-Qin Li WU,
Adrian GHERMAN**

Department of Software Engineering and Automation, Group FAF-203, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chișinău, Republic of Moldova

*Corresponding author: Vlada MAGAL, vlada.magal@isa.utm.md

Abstract. Working with matrices can be difficult, as any mistake leads to failing to get the correct answer. It even becomes more complicated when we think of matrices of bigger sizes. All of the rules and formulas could be converted into something more user-friendly, a language in which more format inputs could be accepted with less rigid syntax, and which would perform lots of matrix operations given by quite simple commands.

Keywords: Domain-Specific Language (DSL), linear algebra, parse tree, grammar, matrices.

Introduction

Matrix analysis is an important aspect of linear algebra. The majority of abstract linear algebra's characteristics and operations may be represented in terms of matrices. In graph theory, incidence matrices, and adjacency matrices, matrices are crucial. There are many computational problems linked with numerical analysis that are reduced to a matrix computation to be solved. That involves often computing with matrices of massive dimensions.

Linear algebra, more than any other undergraduate mathematics course, offers greater potential usefulness for people studying in a variety of scientific and business sectors [1]. It is no understatement to proclaim the applications of linear algebra have revolutionized the world. They range from computer graphics to modeling current flow through electrical networks to machine learning [2].

Even though computing power is more accessible than ever before, linear algebra is still considered a subject only within the reach of brilliant theoretical mathematicians, and university courses do not particularly encourage students to discover mathematical applications besides theoretical considerations. A solution for this problem is a domain-specific language (DSL) for matrix operations.

The DSL will be a useful, free, and open-source tool for beginners to experiment and learn more about linear algebra and its applications without worrying about mindless calculations, and for experts in the field to automate the mind-numbing part of crunching numbers without having to deal with strict syntax. High school students, university freshmen, and all beginners in linear algebra would benefit from this DSL. Furthermore, it could also be used by teachers and mentors to demonstrate different operations to students or to check if their answers are correct. The domain of linear algebra would also benefit from this DSL, firstly because even experts could use a tool to simplify their work, secondly because it will attract more people to the domain.

Language overview

Working with matrices is, of course, most convenient when dealing with arrays. Arrays will be formed either of integers or floats. Other data that might serve as input or output data will be booleans, necessary for control structures. ANTLR is a powerful parser generator that can read, process, execute, or translate structured text or binary files. ANTLR generates a parser from syntax that constructs and walks parse trees.

Implementing a DSL includes multiple steps and vigorous research and planning. Grammar is made up of a set of production rules, each of which has a term and a description of how it is broken down. It does not tell anything about its semantics, that is, what an expression means. [3]. The first step, then, of creating a DSL is creating these production rules that will populate the syntax tree.

A formal grammar is in the form: $G = \{V_N, V_T, S, P\}$. Another step in creating the DSL would be defining the rest of the rules that “validate” a program besides the ones imposed by the grammar. Also, tokens need to be defined: reserved keywords based on the grammar and implement the lexer. The “nested expressions” take the form of an Abstract Syntax Tree. The parser validates the syntax tree, or grammar, and performs the target-language code generation.

Grammar design

In Tab. 1 the meta-notation used in the Extended Backus-Naur Form is described, often used to describe grammar.

Table 1

EBNF Meta-Notation

$\langle x \rangle$	means x is non-terminal
x or ‘x’	means x is a terminal
[x]	means x is optional (0 or 1 occurrences of x)
x^*	means 0 or more occurrences of x
x^+	means 1 or more occurrences of x
“ ”	separates alternatives
“{” and “}”	are used for grouping alternatives

The grammar of the DSL is $G = \{V_N, V_T, S, P\}$ where:

$V_T = \{\langle \text{program} \rangle, \langle \text{statements} \rangle, \langle \text{statement} \rangle, \langle \text{nosemicolon_statement} \rangle, \langle \text{semicolon_statement} \rangle, \langle \text{ctrlflow_statement} \rangle, \langle \text{block} \rangle, \langle \text{comment} \rangle, \langle \text{return_statement} \rangle, \langle \text{expression} \rangle, \langle \text{assignment} \rangle, \langle \text{for_statement} \rangle, \langle \text{if_statement} \rangle, \langle \text{while_statement} \rangle, \langle \text{declaration} \rangle, \langle \text{function_dec} \rangle, \langle \text{parameter} \rangle, \langle \text{variable_dec} \rangle, \langle \text{variable_init} \rangle, \langle \text{type} \rangle, \langle \text{scalar_type} \rangle, \langle \text{multid_type} \rangle, \langle \text{function_call} \rangle, \langle \text{prefix_expression} \rangle, \langle \text{infix_expression} \rangle, \langle \text{postfix_expression} \rangle, \langle \text{bracket_expression} \rangle, \langle \text{paranthesis_expression} \rangle, \langle \text{identifier} \rangle, \langle \text{number} \rangle, \langle \text{integer} \rangle, \langle \text{double} \rangle, \langle \text{character} \rangle, \langle \text{digit} \rangle, \langle \text{nonzero_digit} \rangle, \langle \text{operators} \rangle, \langle \text{infix_op} \rangle, \langle \text{postfix_op} \rangle, \langle \text{prefix_op} \rangle, \langle \text{assignment_op} \rangle\},$

$V_T = \{‘;’, ‘/’, ‘[’, ‘]’, ‘{’, ‘}’, ‘,’, ‘+’, ‘-’, ‘++’, ‘--’, ‘+=’, ‘-=’, ‘!=’, ‘==’, ‘%’, ‘*’, ‘/’, \text{vector}, \text{matrix}, \text{int}, \text{longint}, \text{bool}, \text{double}, \text{break}, \text{for}, \text{if}, \text{else}, \text{while}, \text{void}, \text{returns}, ‘_’, \text{a}, \text{b}, \text{c}, … \text{z}, \text{A}, \text{B}, … \text{Z}, 0, 1, … 9\},$

$S = \langle \text{program} \rangle,$

$P = \{$

STATEMENTS:

```

<program> ::= <statements>*
<statements> ::= <statement>*
<statement> ::= <nosemicolon_statement> | {<semicolon_statement> ‘;’ }
<nosemicolon_statement> ::= <ctrlflow_statement> | <block> | <comment>
<semicolon_statement> ::= <declaration> | <return_statement> | <expression> | <assignment> |
    break
<return_statement> ::= return <expression>
<ctrlflow_statement> ::= <for_statement> | <if_statement> | <while_statement>
<for_statement> ::= for ( <variable_dec> ; <expression> ; <expression> ) <statement>
<if_statement> ::= if (<expression>) <statement> [<else_statement>]
<else_statement> ::= else {<if_statement> | <statement>}
<while_statement> ::= while (<expression>) <statement>
<comment> ::= ‘/’ <character>*
<block> ::= { <statements>* }
<return_type> ::= <type> | void
<assignment> ::= <identifier> <assignment_op> <expression>

```

DECLARATIONS:

```

<declaration> ::= <function_dec> | <variable_dec>
<function_dec> ::= function <identifier> (<parameter>*) returns <return_type> <block>
<parameter> ::= <type> <identifier> [, ]
<variable_dec> ::= <type> <identifier> [<variable_init>]
<variable_init> ::= '=' <expression>
<type> ::= <scalar_type> | <multidim_type>
<scalar_type> ::= int | longint | bool | double
<multidim_type> ::= <scalar_type> {matrix | vector} <bracket_expression>*

```

EXPRESSIONS:

```

<expression> ::= <identifier> | <number> | <prefix_expression> | <infix_expression> |
    <postfix_expression> | <bracket_expression> | <paranthesis_expression> | <function_call>
<function_call> ::= <identifier> ( [<expression> , ] )
<prefix_expression> ::= <prefix_op> <expression>
<postfix_expression> ::= <expression> <postfix_op>
<infix_expression> ::= <expression> <infix_op> <expression>
<paranthesis_expression> ::= (<expression>)

```

IDENTIFIERS, NUMBERS, OPERATORS:

```

<bracket_expression> ::= [<expression>] '[' <expression> ']'
<identifier> ::= <character> {<character> | <digit>}*
<number> ::= <integer> | <double>
<integer> ::= <nonzero_digit><digit>
<double> ::= <integer> '.' <digit>*
<character> ::= a | b | c ... z | A | B ... Z | _
<digit> ::= 0 | 1 | ... | 9
<nonzero_digit> ::= 1 | ... | 9
<operators> ::= <infix_op> | <prefix_op> | <postfix_op>
<infix_op> ::= + | - | && | || | % | == | / | *
<prefix_op> ::= ++ | -- | !
<postfix_op> ::= ++ | --
<assignment_op> ::= += | -= | =
}

```

DSL Program Example

Following is a simple example program for calculating the determinant in the DSL and the parsing tree. In Fig. 1 is represented the parse tree for the example program.

```

//hi
int matrix mx1 = (
    1, 2;
    2, 3;
);
double d;
d = get mx1 determinant;

```

As can be seen in the example program, unique elements of syntax will be introduced by the DSL, such as the “get” command, which will allow the user to call many operations, such as calculating determinants, eigenvalues, etc.

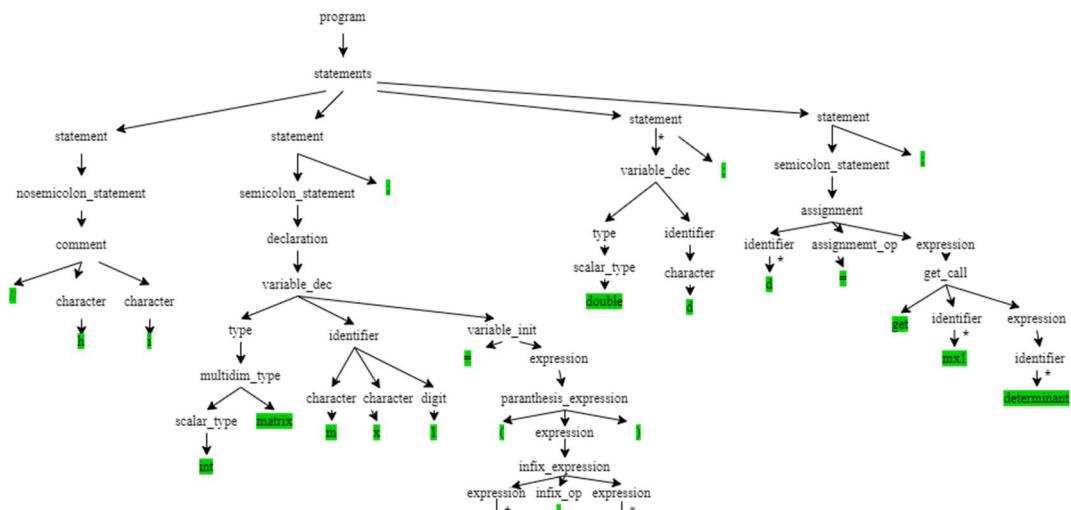


Figure 1. Parsing tree for program example

Conclusion

Domain-specific languages are languages that are designed specifically for a certain application domain. They have many potential advantages in terms of software engineering, ranging from increased productivity to the application of formal methods. This paper introduces a new DSL concept, which is centered around matrix operations. After implementing the language it is essential to consider in the future how intuitive it might be for the end-user, along with making it more specific by adding new variables depending on what works best for the domain that was chosen.

References

1. LAY, D., LAY S., and MCDONALD J. *Linear Algebra and Its Applications*. Washington: Pearson Education, Inc., 2016.
2. BROWNLEE, J. *10 Examples of Linear Algebra in Machine Learning* [online]. 2018.[Accessed: 2022-02-07]. Available: <https://machinelearningmastery.com/examples-of-linear-algebra-in-machine-learning/>
3. FOWLER, M. *Domain-Specific Languages*. Boston: Addison-Wesley Professional, 2010.

DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR WEB GRAPHICS

Anastasia IATCO^{*}, Marius PURICI, Vasile IGNAT, Andrei PĂGĂNU

Department of Software Engineering and Automatics, group FAF-202 , Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chisinau, Moldova

*Corresponding author: Anastasia Iațco, anastasia.iatco@isa.utm.md

Abstract. The aim of this paper is to show a domain-specific language (DSL) that was designed special for web graphics. Moreover, this article describes the grammar of the DSL and how it will work, what are its functions and how this language will relieve the learning and implementing activity for everyone who is interested in web graphics.

Keywords: domain-specific language, grammar, web graphics.

Introduction

The importance of the domain-specific languages in software engineering has significantly expanded in recent times, as a consequence of that fact, that they are designed in order to maintain a specific set of functions from a certain domain [1]. A DSL holds constructs which absolutely suit the issue space, allows people that have no relation with the specific domain acknowledge the general idea and makes it less complex to create a model of the final application.

This article has the purpose to explain the development of a language for creating web graphics, and at the same time reducing the complexity involved in tasks related to WebGL and web graphics in general.

Web graphics in any websites is as significant as the content of the site. Graphics can distract, teach, or emotionally influence the user, and are decisive for coherence of illustration, and ease of utilization for interfaces [2].

A lot of people face some issues while learning and working, because they have insufficient experience that causes the appearance of some difficult moments. WebGL is not the easiest library of JavaScript, and many people struggle with learning it, especially at the beginning.

The problem that the proposed DSL aims to solve is the inability of including interactive web graphics from the point of view of someone with limited experience in the field of computer graphics.

The way in which the domain-specific language aims to solve the given problem as follows: DSL will automate many things that are present in every WebGL JavaScript file. It will provide a much more simplified language and will significantly reduce the number of lines needed for mundane actions by cutting down on the definitions that a user would need to make by generalizing different parts of the process.

Specifications of the DSL

The fundamental features of the described domain specific language are:

- Create and manipulate 2D and 3D objects;
- Move the camera;
- Load images or obj files;
- Apply texture.

Reference grammar

Grammar is a set of rules that grants the programming language a special form. As a rule, a grammar is written in the following way: $G = \{V_T, V_N, P, S\}$ where:

- “ V_T ” - set of terminals.
- “ V_N ” - set of non-terminal.
- “ S ” - start symbol.
- “ P ” - the set of production rules.

In order to have a greater perception of the grammar, in this paper are being specified particular notations. (Table 1. Metanotations).

Table 1

Metanotations

<symbol>	symbol is a nonterminal
symbol	symbol is a terminal (a part of a token).
[x]	x is optional; note that brackets in quotes '[' ']' are terminals
x*	zero or more occurrence of x
{ }	used for grouping
	separates alternatives

$N = \{ \text{<program>} , \text{<statement_list>} , \text{<statement>} , \text{<var_declaration>} , \text{<transform_command>} , \text{<apply_texture_command>} , \text{<transform_matrix_declaration>} , \text{<apply_transform_command>} , \text{<create_command>} , \text{id} , \text{<number_literal>} , \text{<object_type>} , \text{<object_prop>} , \text{<image_link>} , \text{<prop_assignment>} , \text{<prop_name>} , \text{<number_literal>} , \text{<apply_texture_command>} , \text{<transform_command_list>} , \text{<digit>} , \text{<alpha>} \}$

$T = \{ \text{Object, Number, Texture, Create, Create Texture, Image, Triangle, Cube, Sphere, Pyramid, X, Y, Z, Radius, Scale, TranslateX, TranslateY, TranslateZ, RotateX, RotateY, RotateZ, ApplyTexture, matrix, Transform, 0..9, a..z, A..Z} \}$

$S = \{ \text{program} \}$

Rules:

$P = \{ \text{<program>} \rightarrow \text{<statement_list>}$
 $\text{<statement_list>} \rightarrow \text{<statement>} \text{<statement_list>}$
 $\text{<statement_list>} \rightarrow \text{<statement>}$
 $\text{<statement>} \rightarrow \text{<var_declaration>} | \text{<transform_command>} |$
 $\text{<apply_texture_command>} | \text{<transform_matrix_declaration>} |$
 $\text{<apply_transform_command>} | \text{<create_command>}$
 $\text{<var_declaration>} \rightarrow \text{Object } \text{id} = \text{<create_command>} |$
 $\text{Number } \text{id} = \text{<number_literal>} \text{ Texture } \text{id} = \text{<create_command>}$
 $\text{<create_command>} \rightarrow \text{Create } \text{object_type}$
 $\text{Create } \text{object_type} \{ \text{<object_prop>} \} | \text{Create Texture } \{ \text{Image } \text{<image_link>} \}$
 $\text{<object_type>} \rightarrow \text{Triangle} | \text{Cube} | \text{Sphere} | \text{Pyramid}$
 $\text{<object_prop>} \rightarrow \text{<prop_assignment>} , \text{<object_prop>}$
 $\text{<object_prop>} \rightarrow \text{<prop_assignment>}$
 $\text{<prop_assignment>} \rightarrow \text{<prop_name>} = \text{id} | \text{<prop_name>} = \text{<number_literal>}$
 $\text{<prop_name>} \rightarrow \text{X} | \text{Y} | \text{Z} | \text{Radius} | \text{Scale}$
 $\text{<transform_command>} \rightarrow \text{TranslateX}(\text{id}) | \text{TranslateY}(\text{id}) |$
 $\text{TranslateZ}(\text{id}) | \text{Scale}(\text{id}) | \text{RotateX}(\text{id}) | \text{RotateY}(\text{id}) | \text{RotateZ}(\text{id}) |$
 $\text{TranslateX}(\text{number_literal}) | \text{TranslateY}(\text{number_literal}) |$
 $\text{TranslateZ}(\text{number_literal}) | \text{Scale}(\text{number_literal}) |$
 $\text{RotateX}(\text{number_literal}) | \text{RotateY}(\text{number_literal}) |$
 $\text{RotateZ}(\text{number_literal})$
 $\text{<apply_texture_command>} \rightarrow \text{ApplyTexture}(\text{id}, \text{id})$
 $\text{<transform_matrix_declaration>} \rightarrow \text{matrix } \{ \text{<transform_command_list>} \}$
 $\text{<transform_command_list>} \rightarrow \text{<transform_command>} , \text{<transform_command_list>}$
 $\text{<transform_command_list>} \rightarrow \text{<transform_command>}$
 $\text{<apply_texture_command>} \rightarrow \text{Transform}(\text{id}, \text{id})$
 $\text{<number_literal>} \rightarrow \text{<digit>} \text{<number_literal>}$
 $\text{<number_literal>} \rightarrow \text{<digit>}$
 $\text{<digit>} \rightarrow \text{0} | \text{1} | \text{2} | \text{3} | \text{4} | \text{5} | \text{6} | \text{7} | \text{8} | \text{9}$

```

<alpha> → a | b | ... z | A | B | ... Z
<id> → <alpha> <id>
<id> → <alpha> <digit>
<image_link> → <char>* }
```

Code example

A presentation of a code snippet, that was constructed using the DSL described in this paper is shown in Fig. 1:

```

matrix m1 {
    TranslateX(3),
    TranslateY(2),
    TranslateZ(1),
    Scale(2)
};

Object obj1 = Create Cube {
    X = 1,
    Y = 1,
    Z = 0
};

Texture t1 = Create Texture {
    Image = 'D:\img\texture.png';
};

Transform(obj, m1);
Transform(obj, TranslateX(1));
Transform(obj, RotateX(90));
ApplyTexture(obj, t1);
```

Figure 1. DSL code example

Derivation Tree

A derivation tree or parse tree is a graphical representation that illustrates the way in which strings in a language are being derived, taking in consideration the rules of the grammar [3]. Fig. 2 illustrates the derivation tree obtained from an example of code.

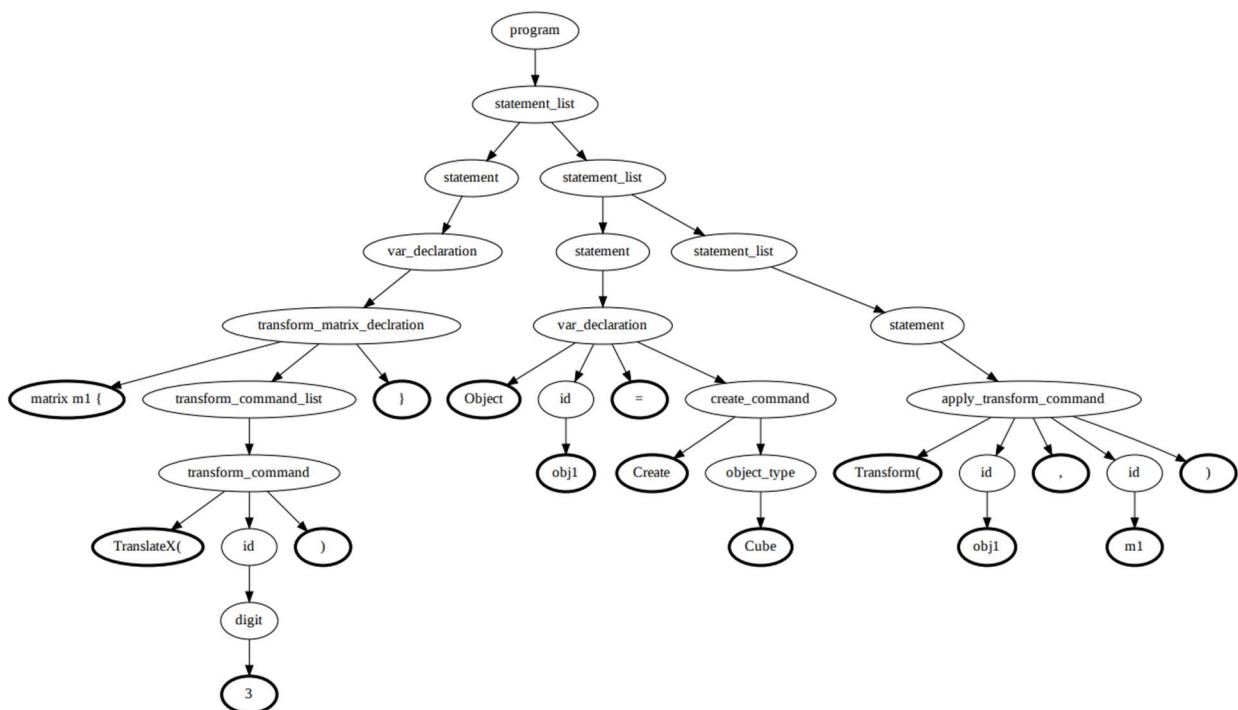


Figure 2. DSL Derivation Tree

Conclusion

This paper presented the Domain Specific Language for Web Graphics that is proposed to solve the problem of learning hard topics and unwillingness of some to work hard, and solution – make the learning process easier and more pleasant. The target niche is not so extensive, having relation on the students of IT faculties and people interested in web graphics.

To summarize everything that was written, the domain specific language that is being developed is a great alternative to that solutions which have already been discovered, but with more advantages and ascendancy sides.

References

1. JET BRAINS, Domain-Specific Languages [online] [accessed 25.02.2022]
Available: <https://www.jetbrains.com/mps/concepts/domain-specific-languages/>
2. WEB DESIGN AND APPLICATIONS, Graphics, [online] [accessed 25.02.2022]
Available: <https://www.w3.org/standards/webdesign/graphics>
3. SCIENCECIRECT, Derivation Tree [online] [accessed 25.02.2022]
Available: <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/derivation-tree>

DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR ACCOUNTING

Egor BABCINETCHI, Daniel POGOREVICI, Iulia ȚĂRUŞ, Rafaela CERLAT*

Department of Software Engineering and Automatics, FAF-202, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chisinau, Moldova

*Corresponding author: Rafaela Cerlat, rafaela.cerlat@isa.utm.md

Abstract: This paper analyzes and describes the implementation of a Domain Specific Language (DSL) in the accounting sector. These days entrepreneurs and business owners spend thousands of euros a year on tax consultants. This DSL would allow users to establish new taxes and to do calculations using real data very quickly with no additional cost.

Keywords: domain specific language, grammar, syntax, parser, lexer, taxes, accounting, finance

Introduction

A Domain Specific Language is a programming language with a higher level of abstraction optimized for a specific class of problems. It uses concepts and rules from the field or domain [1].

Domain-Specific Languages are used for different reasons and by different types of users. Some DSLs are intended for programmers, and for that reason are more technical, while others are targeted towards people with no experience in programming and therefore, they have less technical concepts and syntax. DSLs are viewed as User Interfaces (UIs) because they bridge the gap between the domain experts and the computation platforms.

Accounting is the process of recording financial transactions related to a business. This process includes summarizing, analysing and reporting these transactions to inspection agencies, regulators, and tax collection entities. The financial statements used in accounting are a concise summary of financial transactions over a period, encapsulating a company's operations, financial position, and cash flows.

Accounting may be handled by a bookkeeper or an accountant at a small firm, or by large finance departments with dozens of employees at bigger companies. Because of the increasing market and customer demands, the accounting and finance sector has to explore new ways and strategies to cut back costs and improve efficiency. Thus, accounting automation would take the most manual components of an accountant's work day and perform them instantly [2].

This DSL would represent a financial model, an abstract representation of the real-world financial situation, designed to illustrate a simplified version of a financial asset or portfolio of a business, project, or any other investment.

Introduction in Financial Accounting

Financial statements are written records that contain the financial performance and business activities of a company. Financial statements are often inspected by government agencies, accountants and firms to ensure accuracy and for tax, financing, or investing purposes. These statements include: balance sheet, income or cash flow statement.

A balance sheet shows what a company owns (its "assets") and owes (its "liabilities") as of a particular date, along with its shareholders' equity.

Assets are divided into current assets, which can be converted to cash in one year or less, and non-current or long-term assets, which cannot. A liability is any money that a company owes to outside parties, from bills it has to pay to suppliers to interest on bonds issued to creditors to rent, utilities and salaries [3].

Grammar

This DSL has a grammar defined by the 4-tuple $G = \{V_N, V_T, S, P\}$, where:

V_N - is a finite set of non-terminal variables;

- V_T - is a finite set of terminal variables;
- S - is the start variable (or start symbol);
- P - is a finite set of production rules of the grammar.

$$V_N = \{<\text{program}>, <\text{declaration}>, <\text{classDecl}>, <\text{funcDecl}>, <\text{varDecl}>, <\text{statement}>, <\text{finDecl}>, <\text{balanceSheet}>, <\text{incomeState}>, <\text{bal_equity}>, <\text{bal_assets}>, <\text{bal_liab}>, <\text{assets_ex}>, <\text{liabilities_ex}>, <\text{equity_ex}>, <\text{bal_sheet_assets_ex}>, <\text{special_identifier}>, \text{etc.}\}$$

$$V_T = \{\text{class, fun, of, for, Balance Sheet, Income Statement, SRL, Individual, assets, liabilities, equity, if, print, return, while, and, not equal, true, false, cash, expenses, inventory, accounts, long_term, accounts-liab, others, long-term-liab, capital, retained, exportBalanceSheet, importBalanceSheet, =, >, >=, <, <=, -, +, !, *, 0..9, etc.}\}$$

$$\begin{aligned} P = \{ & <\text{program}> \rightarrow <\text{declaration}> \\ & <\text{declaration}> \rightarrow <\text{classDecl}> \\ & <\text{declaration}> \rightarrow <\text{funcDecl}> \\ & <\text{declaration}> \rightarrow <\text{varDecl}> \\ & <\text{declaration}> \rightarrow <\text{statement}> \\ & <\text{declaration}> \rightarrow <\text{finDecl}> \\ & <\text{declaration}> \rightarrow <\text{balanceSheet}> \\ & <\text{declaration}> \rightarrow <\text{incomeState}> \\ & <\text{classDecl}> \rightarrow \text{class } <\text{identifier}> \{ \} \\ & <\text{classDecl}> \rightarrow \text{class } <\text{identifier}> \text{ extends } <\text{identifier}> \{ \} \\ & <\text{classDecl}> \rightarrow \text{class } <\text{identifier}> \text{ extends } <\text{identifier}> \{ <\text{function}> + \} \\ & <\text{funDecl}> \rightarrow \text{fun } <\text{function}> \\ & <\text{finDecl}> \rightarrow <\text{identifier}> \text{ of } <\text{entities}> \{ <\text{function}> * \} \\ & <\text{balanceSheet}> \rightarrow \text{Balance Sheet } <\text{identifier}> \text{ for } <\text{identifier}> \{ <\text{function}> * \} \\ & <\text{balanceSheet}> \rightarrow \text{Balance Sheet } <\text{identifier}> \text{ for } <\text{identifier}> \{ <\text{balProps}> * \\ & \quad <\text{function}> * \} \\ & <\text{incomeState}> \rightarrow \text{Income Statement } <\text{identifier}> \text{ for } <\text{identifier}> \{ \\ & \quad <\text{function}> * \} \\ & <\text{balProps}> \rightarrow <\text{bal_equity}> | <\text{bal_assets}> | <\text{bal_liab}> \\ & <\text{bal_assets}> \rightarrow \text{assets } \{ <\text{assets_ex}> + \} \\ & <\text{bal_assets}> \rightarrow \text{assets } <\text{identifier}> \{ <\text{assets_ex}> + \} \\ & <\text{bal_liab}> \rightarrow \text{liabilities } \{ <\text{liabilities_ex}> + \} \\ & <\text{bal_liab}> \rightarrow \text{liabilities } <\text{identifier}> \{ <\text{liabilities_ex}> + \} \\ & <\text{bal_equity}> \rightarrow \text{equity } \{ <\text{equity_ex}> + \} \\ & <\text{bal_equity}> \rightarrow \text{equity } <\text{identifier}> \{ <\text{equity_ex}> + \} \\ & <\text{asset_ex}> \rightarrow <\text{bal_sheet_assets_ex}> = <\text{expression}> \\ & <\text{liabilities_ex}> \rightarrow <\text{bal_sheet_liabilities_ex}> = <\text{expression}> \\ & <\text{equity_ex}> \rightarrow <\text{bal_sheet_equity_ex}> = <\text{expression}> \\ & <\text{statement}> \rightarrow <\text{exprStmt}> | <\text{forStmt}> | <\text{ifStmt}> | <\text{printStmt}> | <\text{returnStmt}> | \\ & \quad <\text{whileStmt}> | <\text{block}> | <\text{expression}> \\ & <\text{exprStmt}> \rightarrow <\text{expression}> \\ & <\text{forStmt}> \rightarrow \text{for } ((<\text{varDec}> | <\text{exprStmt}> | ;) \text{ expression?} ; \text{ expression?}) \\ & \quad <\text{statement}> \\ & <\text{ifStmt}> \rightarrow \text{if } (<\text{expression}>) <\text{statement}> \\ & <\text{ifStmt}> \rightarrow \text{if } (<\text{expression}>) <\text{statement}> \text{ else } <\text{statement}> \\ & <\text{printStmt}> \rightarrow \text{print } <\text{expression}> \end{aligned}$$

```
<returnStmt> → return <expression>
<whileStmt> → while (<expression>) <statement>
<block> → { <declaration>* }
<expression> → <assignment>
<assignment> → <identifier> = <assignment> | <logic_or>
<assignment> → <call> . <identifier> = <assignment> | <logic_or>
<logic_or> → <logic_and> ( and <logic_and> )*
<logic_and> → <equality> ( and <equality> )*
<equality> → <comparison> ( ( not equal | == ) <comparison> )*
<comparison> → <term> ( ( > | >= | < | <= ) <term> )*
<term> → <factor> ( ( - | + ) <factor> )*
<factor> → <unary> ( ( / | * ) <unary> )*
<unary> → ( ! | - ) <unary> | <call>
<call> → <primary> ( ( ) | . <identifier> )*
<call> → <primary> ( ( <arguments> ) | . <identifier> )*
<primary> → true | false | null | this | <number> | <string> | <identifier> |
             <special_identifier> | ( <expression> )
<function> → <identifier> ( ) <block>
<function> → <identifier> ( <identifier> ) <block>
<parameters> → <identifier> ( , <identifier> )*
<arguments> → <expression> ( , <expression> )*
<identifier> → <letter> ( <letter> | <digit> )*
<digit> → 0 | ... | 9
<letter> → [a-z ... A-Z]
<entities> → SRL | Individual
<bal_sheet_assets_ex> → <bal_sheet_assets>
<bal_sheet_liab_ex> → <bal_sheet_liab>
<bal_sheet_equity_ex> → <bal_sheet_equity>
<bal_sheet_assets> → cash | expenses | inventory | accounts | long_term
<bal_sheet_liab> → accounts-liab | others | long-term-liab
<bal_sheet_equity> → capital | retained
<special_identifier> → exportBalanceSheet | importBalanceSheet
```

Lexer and Parser

Building a DSL consists of multiple stages. Lexical Analysis is the first step in the compiler designing. Therefore, this DSL will need a lexer that takes the source code (a sequence of characters) and converts it into a set of **tokens**. The lexer will contain a **tokenizer**, also called a **scanner**. In the process of scanning, if it detects that a token is invalid, it generates an error message. So, the role of the lexer would be to read the characters from the source code, check for valid tokens, and pass this data to the next step-the syntax analyzer.

Syntax Analysis is the second step of this process, when the given input of tokens is checked against the production rules and structure of the formal grammar. The parser would analyse the structure of the input, check if it is the correct syntax for the DSL, and detect any errors.

Semantic analysis would be the task of ensuring that the statements and declarations of a program are semantically correct, that their meaning is clear and consistent with the way in which control structures and data types are supposed to be used.

The input for the code generator usually consists of an abstract syntax tree or a parse tree. This tree is converted into a linear sequence of instructions, usually in an intermediate language such as three-address code [4-6].

For this DSL the user would write programs by typing in commands. So, the DSL will require the user to specify the type of fees, taxes or any other services he wants to be evaluated.

After building a parser and an interpreter for this domain specific language, the interpreter would just calculate the values of any field for any entity and the amount of taxes for each entity affected and print them on the screen. So, the output would be the calculated numbers and statistics.

The DSL will evaluate the code from the first line to last line, left to right, if there are no other constraints such as loops or conditionals.

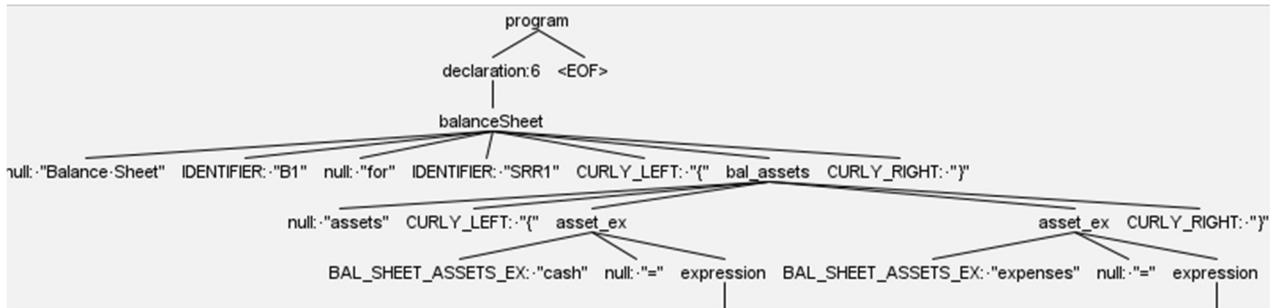


Figure 1. Parsing tree

Conclusions

In this paper the use of DSL in the financial field was analyzed. Such a tool could be used by small companies, agencies, start-ups and business managers with no specific knowledge of accounting, because it would use domain-relevant abstractions and notations.

Automating a range of accounting and financial operations will result in smoother operations, saved time and an overall better work-flow. In other words, the presented DSL would bring greater opportunities for the accounting sector, because it would reduce the complicated, time and money consuming work, as well as allow those interested in accounting and finance to focus more on value and results.

References:

1. *Domain-Specific Languages*. [online] [visited 28.02.2022]. Available: <https://www.jetbrains.com/mps/concepts/domain-specific-languages/>
2. Jason FERNANDO, *Guide to Accounting*. [online] [visited 28.02.2022]. Available: <https://www.investopedia.com/terms/a/accounting.asp>
3. Chris B. MURPHY, *Corporate Finance & Accounting. Financial Statements*. [online] [visited 28.02.2022]. Available: <https://www.investopedia.com/terms/f/financial-statements.asp>
4. Robert NYSTROM, *Crafting Interpreters*, 2021. [online] [visited 28.02.2022]. Available: <https://craftinginterpreters.com>.
5. Mirian HALFELD-FERRARI, *Compilers. Lexical Analysis*. [online] [visited 28.02.2022]. Available: <https://www.univ-orleans.fr/lifo/Members/Mirian.Halfeld>
6. John SMITH, *Lexical Analysis (Analyzer) in Compiler Design*. [online] [visited 28.02.2022]. Available: <https://www.guru99.com/compiler-design-lexical-analysis.html>.

THE MAIN RULE OF THE THEATRE DIRECTING

Serghei BLĂNIȚĂ^{1*}, Maxim CERNETCHI¹, Tudor SÎRGHI²

¹*Department of Software Engineering and Automation, group FAF-212, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics , Technical University of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova*

²*Department of Software Engineering and Automation, group FAF-213, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics , Technical University of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova*

*Corresponding author: Serghei Blăniță, serghei.blanita@isa.utm.md

Abstract. *Theater is a momentary art, where human destinies are decided anew each time and in different ways. The presence of other viewers in general plays a huge role. Theater is not only the art of an actor, director, composer, set designer, but also art of the viewer. Cinema and Internet art are, one way or another, a monologue, broadcasting from the podium. Theatre is not an obsessive art – it cannot come to the viewer as an add on YouTube. The theatre must be spectacular – spectacular from the very entrance in the building.*

Key words: *Theatre, audience, art, directing, drama, author.*

Introduction

The problems of the modern theatres are now extremely actual. The importance of theatres and their places in cultural life of the people was realize exactly when humans had lost theatres due to the pandemics. Suddenly, it appeared that attending performances is essential for the “healthy” life activity. Today audience returns to the foyer, and problem of interaction with it touches directors as never before. Will we be able to renew relations with the audience, will the theater continue to exist at all and if yes, then what is the main rule of communication with people sitting in the hall?

The secret behind the dialogue with the audience

Why does theatre exist, why the culture of theatres still interests the audience, although there is a huge number of other ways to spend time: watching fascinating blockbusters or series, where you can even choose the plot-twists, or playing virtual reality games? The answer is easy and at the same time difficult. The main reason is openness. Theater is a momentary art, where human destinies are decided anew each time and in different ways [1]. When the film is shot and edited, it remains forever in the form in which it was released. When the performance is staged, when the last run is completed, when the premiere is played - a new living organism is born. It changes from show to show, is understood by the artists, the director and the audience in a new way. Intonation, gesture, look - are always born once and die after a bow. If the performance is played three times a week, then three different performances are brought to the audience. The artist improvises, feels differently, the viewer comes in a different mood, the weather outside is different, the conversation with the director before the performance is unique every day. The presence of other viewers in general plays a huge role, it seems to me. The whole hall becomes one organism, the audience breathes together, influences each other [2]. Yesterday the viewer was tensely silent, and an atmosphere of thoughtfulness and breathlessness was born; today the scene did not touch the viewer so much, and sounded simpler. So, the first reason: theater is not only the art of an actor, director, composer, set designer, but also the art of the viewer. Cinema and Internet art are, one way or another, a monologue, broadcasting from the podium, because the artist in the frame does not know about the viewer's reaction, and the theater is a dialogue, a conversation when the interlocutors influence each other, argue, prove their point of view.

So, the point is that nothing but pure, sincere, living human experiences can excite the viewer more. When we consume the information through a screen, we build a wall between us and the characters - we are protected. When we sit in a chair in the theatre – we are vulnerable, as well as are the actors. That's the main reason why theatre will never stop to exist.

Now we move to the next problem which appears on our way: why would spectators at all come to theatre [3]? Theatre is not an obsessive art – it can't come to the viewer as an ad on YouTube. The audience should come to the theatre by itself. How is that possible? By means of competent directing. The theatre must be spectacular – spectacular from the very entrance in the building. It must captivate the spectator – if not, he would never come again. The viewer should not leave the feeling of celebration, solemnity for a second. An ordinary principle works here, when a person "judges a book by its cover." However, this is only luring the viewer inside, and a real miracle should happen inside.

The viewer is sitting in the hall. Now it's important to talk to him. To reason with him. About what? Of course, about today, but better about how today will affect tomorrow. To share with him those questions that during the months of the production - acquaintance with the play, readings, sketches, rehearsals and runs - worried the director and actors. And at this stage, the central question arises - what is the best way to do this? More than one generation of directors has been looking for answers to this answer, and obviously, there simply cannot be a universal answer in nature, because the theater is as multifaceted as life, and it is very important to discover a single method of presenting material to the auditorium that is suitable for this play. It is impossible to apply the same methods to the heroic drama "Egmont" and the commedia dell'arte "The Innkeeper" by Carlo Goldoni, to the song drama "Mother Courage and her Children" by B. Brecht and the satirical comedy "Suicide" by Nikolai Erdman. However, one general rule that would work and be effective in working with any genre and materials can still be formulated, in the opinion of the authors of this article. This rule is extensive, it can be differentiated into several rules, but in general it can be formulated as follows: "the theater should be about human". Next thing we intend to do is to explain this abstract rule.

The first component of this rule consists in respect for the author's text and the modesty of the director as a creative person [4]. This means following the idea of the author - director, as an independent creator, in no case should you try to, as they say, "pull the owl on the globe." The basis of the play, anyway, is drama. It is the playwright who lays the foundations, the foundation of the conflict, the relationship of the characters, the main events [5]. And the director who has taken this or that play into work simply does not make sense to change them, otherwise it will turn out to be the most ordinary surrogate, artificiality, unnaturalness. The personality of the director should appear in the correct finding of the artists' way of existence in the proposed circumstances, in the correct plastic solution of the performance, in the construction of the most comfortable and expressive *mise en scène* (note, in no case spectacular - the effect should not be an end in itself) [6]. A sign of the correct and filigree work of the director is the absolute organicity of everything that happens on stage. Therefore, the most important quality of a director is unselfishness. Theater is a collective art, and therefore it is necessary to think about the disclosure of the author and the artists. And the director's work will not remain unpaid - the audience's reaction will be a consolation and reward for him.

The second part of this rule is the following wording: "to broadcast a thought through an actor." It is impossible to solve a performance through scenography, through bizarre constructions - only through gesture, word, intonation, for the simple reason that only this is understandable to a person sitting in the hall. Therefore, it is also unimaginably important to listen to your emotions - not to overwhelm the performance with metaphors, visual images, not to dress the artists in strange costumes - all this is the prerogative of incompetent vain directors. A real artist works with the word, revealing the meanings in it. The art of the director still consists, at the stage of embodiment, in order to formulate a thought based on emotions, to give emotions a verbal appearance after the fact, and not vice versa. Of course, when working with text, everything is exactly the opposite - to be able to give the text the right sound.



Figure 1 – Hamlet by William Shakespeare



Figure 2 – Tovstonogov G. leads the rehearsal



Figure 3 – Cherry Garden by Chekhov A.

Conclusions

Thus, the performance only excites the viewer when the viewer hears and sees the revelation about himself. Not intricate images and dances, but simple human relationships, feelings, suffering, joy and pain. When he sees on stage a concentration of modern problems, topical and eternal issues, when he observes the birth of new types and characters on stage. Only then the entertainment of the audience's reception and marketing will not be in vain - having touched the viewer's soul, the director can be sure that the viewer will return to him, finding in him a friend and an honest interlocutor.

And summing up, it's worth mentioning that avant-garde directing is a passing thing. Therefore, the main rule of theatrical directing is to listen to life, be a sensitive psychologist and give it an effective, scenic form, modestly hiding your own persona and not giving free rein to your own maximalist and bold ambitions. According to the deep conviction of the authors, only such a director will certainly become great.

References:

1. TOVSTONOGOV, G., *Proscenium opening – the mirror of the stage*, 1948, p.120-121.
2. STANISLAVSKY, K., *Actors's work on himself*, p.89-101.
3. MOCHALOV as *Hamlet*. In the collection: *Belinsky on drama and theater*. M.-L., 1948, p.241-251, p.23-25.
4. BROOK P., *Empty space*. (Any edition)
5. *Pushkin and the theater. Dramatic works, articles, notes, letters*. M., 1953., p.34-36.
6. *Russian Drama Theater*. M., 1976
7. POPOV, A., *On the artistic integrity of the performance*. M., 1959, [5] p.100-104.
8. RUDNITSKY, K., *Vs. Meyerhold*. M., 1981, p.45-48.
9. CHEKHOV, M., *Literary Heritage*. M., 1995, vol. 1,2.

INTRODUCTION TO THE THEORY OF COMPUTER VIRUSES

Andreia-Cristina SIREȚANU¹, Andrei-Cristian SĂRĂTEANU^{2*}, Gabriel GÎTLAN²

¹*Department of Software Engineering and Automation, Software Engineering FAF-211, Faculty of Computers Informatics and Microelectronics, Chișinău, Republic of Moldova*

²*Department of Software Engineering and Automation, Software Engineering FAF-213, Faculty of Computers Informatics and Microelectronics, Chișinău, Republic of Moldova*

*Corresponding author: Andrei-Cristian Sărăteanu, andrei-cristian.sarateanu@isa.utm.md

Summary: This article contains structural descriptions about the most popular viruses that have touched the world. Some of them could damage your computer hardware, steal your money or just have access to your personal data. All viruses are classified in exact types in dependence of their harm effect and way of infection. As technologies are evolving, computer diseases become more dangerous, that's why the world needs higher levels of security and more qualified antiviruses.

Keywords: computer virus, hardware, damage, security

Introduction

The problem with computer viruses started in 1971, when the first virus named “Creeper” was created. Viruses differ from each other with the level of infection and risk that all computer users face. It may happen to people when they receive an email with an attachment to be downloaded, then their computer has slowed to a crawl or a fraudulent charge on credit card could happen. Computer viruses can cause millions or even billions of dollars in economic damage and even information theft.

The worst case of virus aftermath is damaging or even destroying the hardware of the computer, which can lead to data loss. In personal use it does not have very high danger, but when a server computer is damaged it can lead to vulnerability of money stealth and other already known teracts. To avert contact with a virus, people should exercise caution when surfing the web, downloading files, and opening links or attachments. A computer infection can remain numb on the computer, without giving any significant indications or harmful effects. In case it happens When an infection enters your computer Infections can infect other computers in the same organization. Getting passwords or information, logging keystrokes, misinterpreting registration, sending spam emails to your email contacts and taking control of your device are just some of the confusing and annoying things that can cause infection. To assist stay safe, they should never download text or email attachments that you’re not expecting, or files websites that they don’t trust.

The technologies were evolving in a very fast way during the last 50 years, the softs was evolving and computer viruses were doing the same. So, the history of viruses becomes bigger every year and figure 1 represents the most dangerous and famous viruses arranged on the chronological axis.

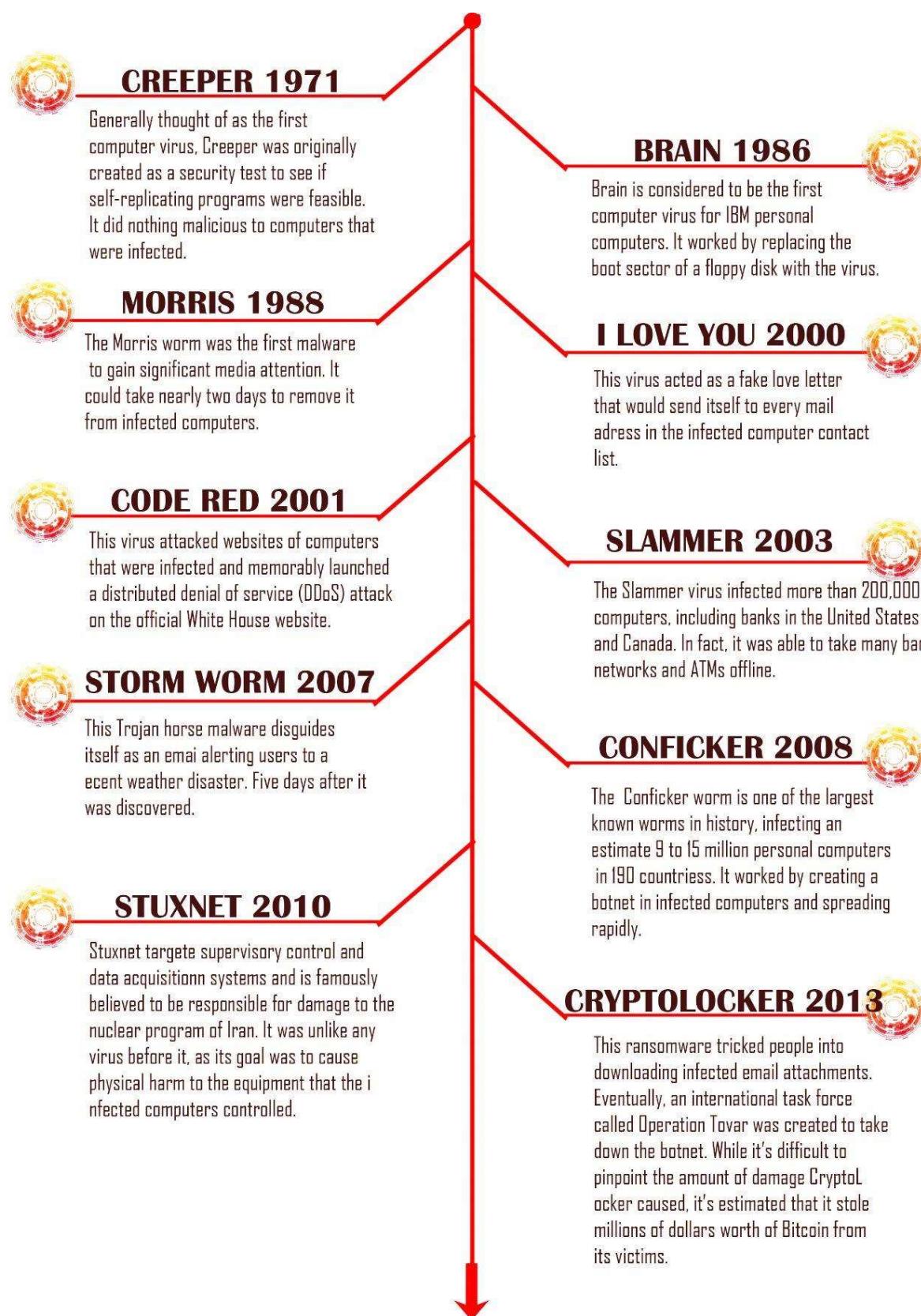


Figure 1. History of Computer Viruses

For years, in the IT sphere appeared a big variety of viruses, each having special features and, of course, having their own target. So it was necessary to divide them in types, that is represented in the following table 1:

Table 1
Computer Viruses Classification

Type	Description
Executable Virus	<i>Viruses are self-replicating programs that are embedded in software programs. Once a virus infects a host program, it waits for a predetermined time to deliver its download while it replicates on the computer or network it has compromised. Executable viruses are no longer as common in modern operating systems as they used to be. Although rare, they are still found in the wild.</i>
Macro Virus	<i>A macro virus is a class of infection that infects Microsoft Office-based products using built-in Visual Basic functionality to spread across a company's network and email system. This class of viruses was seen in the wild in the late 1990s before finally being brought under control by a series of security updates to Microsoft products and improved detection methods from antivirus vendors.</i>
Boot-Sector Virus	<i>In the late 1980s and late 1990s, boot sector viruses were known to be the hardest to detect and remove. Their ability to mount and then camouflage with sophisticated detection techniques has allowed them to flourish longer than other types of viruses. This style of attack has seen a resurgence in nature over the past 2 years and is often not noticed by even the highest rated antivirus providers.</i>
WORM	<i>Computer worms are a class of computer viruses that can spread not only through an internal network but also through external networks such as the internet. A worm can be a standalone program that runs independently of the executing host.</i>
Trojan horse	<i>Trojan horse viruses are so named because the actual malware is programmed into innocent software which is one of the browser's toolbar's many technologies. After the carrier software installs a virus on the host system, the virus delivers its payload. Trojan viruses do not always reproduce, they often expect the end user to initiate an action that allows them to install themselves.</i>
Malware	<i>Malware refers to a category of viruses that appeared in the first decade of the 21st century with the advent of social networks and the everyday use of computers. The damage that can spread and occur over the Internet has increased exponentially. This has caused malicious programmers to create sophisticated programs that take control of your computer, flood advertising systems and other malicious programs, and create chaos. This morphed into another version of malware, sometimes called ransomware, these sophisticated programs would mimic legitimate antivirus and security programs in an attempt to extort money from the computer user.</i>
Browser redirects	<i>Browser redirects are malicious code embedded in websites that govern your browser's website and search standards on websites that are not chosen by the end user, which generates search revenue for the entity responsible for the malicious code.</i>

Worst Computer Viruses

There are a ton of PC infections that show up from one side of the planet to the other. The most well-known are viewed as those that truly hurt more individuals. The absolute most perilous infections are thought of: Morris Worm, njRAT, ILOVEYOU.

1) Morris Worm, a virus that is also considered the most established PC worm appropriated by means of the Internet. It likewise brought about the first lawful offense conviction in quite a while under the 1986 Computer Fraud and Abuse Act.

This worm was composed by an alumni understudy at Cornell University, Robert Tappan Morris, and sent off on November 2, 1988. The expense of the harm was \$100,000-\$10,000,000. Clifford Stoll[1], a frameworks head known for finding and hence following the programmer Markus Hess three years sooner, helped battle the worm, writing in 1989 that, "I studied the organization, and observed that 2,000 PCs were contaminated in fifteen hours or less. These machines were dead in the water, pointless until cleaned. Also, eliminating the infection frequently took two days." [2] Stoll remarked that the worm showed the risk of monoculture, as "Assuming every one of the frameworks on the ARPANET ran Berkeley Unix, the infection would have handicapped each of the 50,000 of them [3]. The Morris worm has in some cases been alluded to as the "Incomparable Worm," because of the overwhelming impact it had on the Internet around then, both in by and large framework personal time and in mental effect on the impression of safety and dependability of the Internet. The name was derived from the "Incomparable Worms" of Tolkien: Scatha and Glaurung. The code of infection can be found on github [4].

2) njRAT is a remote access apparatus (RAT) or trojan which permits the holder of the program to control the end-client's PC. It was first found in June 2013 for certain variations followed by November 2012. It was made by a hacking association from various nations called Sparclyheason and was regularly utilized against focuses in the Middle East [5]. It can be spread through phishing and tainted drives. This device is publicly released at the github page [6].

The main features of njRAT are to:

- Manipulate and change files
- Open a remote shell through SSH, allowing the attacker to use system commands
- Take passes stored in apps and web browsers
- Kill processes with task managers
- Record the computer's microphone and camera
- Manipulate the registry
- Log keystrokes

In the current days it's exceptionally challenging to arrive at documentation[7] on the best way to utilize it, on the grounds that the organization of the most well-known destinations are eliminating the articles about this, to reduce the quantity of robotic assaults. Some of them are:

- A flood of njRAT assaults was accounted for in India in July two thousand fourteen. While trying to handicap njRAT's abilities, Microsoft brought down 4.000.000 sites in two thousand-fourteen while endeavoring to channel traffic through no-ip.com spaces.
- In March two thousand sixteen, Softpedia announced that spam crusades spreading remote access trojans, for example, njRAT were focusing on Discord. In October two thousand twenty, Softpedia additionally announced the presence of a broke VMware download that'd download njRAT by means of Pastebin. Ending the cycle would crash the PC.
- An Islamic State site was hacked in March two thousand seventeen to indicate a phony Adobe Flash Player download, which rather downloaded the njRAT trojan[8].

3) ILOVEYOU, sometimes called Like Bug or Like Letter for you, is a computer worm infecting two out of ten million Windows computers as of May 5, at a cost of two thousand. It started spreading like an email titled "ILOVEYOU" and "LOVE-LETTER-FOR-YOU.TXT.vbs.". Opening the connection initializes the Visual Basic content. First, the worm damages nearby machines by overwriting non-standard documents. (including Office Notes and Picture Notes) but will hide the MP3 recording instead of delete it) Then, at this point, the worm reproduces itself in all Windows address books used by Microsoft Outlook, allowing it to spread much faster than other email worms of the past. The source code of the virus can be found on github[9].

Conclusions

Virus attacks seem simple to expand in a very brief time, can be designed to leave tiny traces in most modern systems, are effective against modern security policies for multi-level , and only require a minimal experience to be implemented. Their potential threat is serious and they can spread very quickly through a computer system. It appears that they can spread through computer networks in the same way as they spread through individual computers, and thus pose a widespread and fairly direct threat to many systems today.

Acknowledgements. We want to show our deepest gratitude for the perseverance, integrity and people-loving nature of Mrs. Gogoi Elena, these are just a few of her qualities that continue to inspire us.

References:

1. GRAHAM, P., "FWIW the article on the worm is mistaken". [online]. [accessed: 05.03.2022]. Available: <https://twitter.com/paulg/status/1323246618326507524>
2. BRENDAN P., "Zen and the Art of the Internet: A Beginner's Guide to the Internet, First Edition". [online]. [accessed: 06.03.2022]. Available: <https://archive.org/details/zenartofinternet00keho>
3. FBI DEPARTMENT, "FBI data about Morris Worm attacks". [online]. [accessed: 01.03.2022]. Available: <https://www.fbi.gov/history/famous-cases/morris-worm>
4. ARIALDO M., "Morris Worm source code". [online]. [accessed: 03.03.2022]. Available: <https://github.com/arialdomartini/morris-worm>, <https://github.com/CSE3320/Morris-Worm>
5. CIMPANU C., "RAT Hosted on PasteBin Leads to BSOD". [online]. [accessed at 03.03.2022]. Available: <http://news.softpedia.com/news/rat-hosted-on-pastebin-leads-to-bsod-509803.shtml>
6. SPARKLY H., "njRAT Source Code". [online]. [accessed at 03.03.2022]. Available: <https://github.com/mwsrc/njRAT>
7. SPARKLY H., "njRAT Documentation". [online]. [accessed at 03.03.2022]. Available: <https://any.run/malware-trends/njrat>
8. SPARKLY H., "njRAT Download Page". [online]. [accessed at 03.03.2022]. Available: <https://github.com/OneParsec/njRAT>
9. ONEL DE GUZMAN, "ILOVEYOU Source Code". [online]. [accessed: 03.03.2022]. Available: <https://github.com/onx/ILOVEYOU>

DIGITAL IMAGE DEBLURRING TECHNIQUES: A COMPREHENSIVE SURVEY

Maxim COJOCARI-GONCEAR

Department of Software Engineering and Automation, group FAF-213, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova

Corresponding author: Maxim Cojocari-Goncear, maxim.cojocari-goncear@isa.utm.md

Abstract. Blur in images is the most challenging issue in image processing, which is caused via multiple external factors. Deblurring is the most important process in restoring the sharpness of the original image, so many approaches and techniques were proposed. This paper covers a spectrum of strategies that are related to software applications for image deblurring restoration. The aim of this research is to reveal the logic behind the current algorithms and techniques in this field, helping the researchers to develop more efficient algorithms for corresponding purposes.

Keywords: digital image, blur, deblurring, noise, filter

Introduction

Nowadays, millions of images are captured at milliseconds, in various conditions and circumstances. Therefore, there is a high probability of blur emergence in visual data. The blur, which is the focus of this paper, may be caused by high-resolution methods degrading obtained picture quality. When distortion and blur are removed, the results of picture deblurring could be a clean image. Blurring may be caused by a range of things, such as noise, dust, the atmosphere, camera movement, object movement [1]. Therefore, image deblurring is of the paramount importance within the field of image processing.

Deblurring methods are classified into non-blind and blind ones. Within the state of blind deblurring, the blurring kernel is unknown while within the variety of non-blind, previous knowledge of the blurred kernel and related parameters are known [2, 3].

The sections in this article are arranged in the following order: in the first section are presented main blur models and their mathematical glance. The section two reveals in detail the deblurring methods: their description, usage cases, some advantages and disadvantages.

Blur Models

The two most common causes of image quality loss in digital imaging is motion blur. Image quality in low-light situations is always a balance between motion blur and noise. Motion blur can occur when the camera or the subject moves during the exposure time. Meanwhile, the subject's picture moves to various sections of the photosensitive surface of the camera sensor. Negligible camera motions soften the image and reduce the number of details, whereas greater movements might render the entire image unreadable [4].

Relevant to our discussion are parameters that define the spatial characteristics of blur. The following are the most common models of blur found in image processing applications.

a. Gaussian blur

When using the Gaussian function in image processing, the picture may seem blurry (also Gaussian use for image smoothing). The Gaussian blur is a filter that gradually combines a set number of pixels in a bell-shaped curve fashion. The majority of Gaussian blur is based on standard deviation.

The probability distribution function of a Gaussian random variable z is given by

$$p(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(z-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1)$$

If we consider an arbitrary image, z axis represents the intensity values along which we distribute the noise pixel values, μ is the mean of the average of z , and σ is its standard deviation. The standard deviation squared, σ^2 , is called the variance of z [3].

b. Average blur

Average blur affects the entire image. It can be spread in horizontal and vertical direction, and calculated by a circular averaging of radius R that can be computed using Eq. (2):

$$R = \sqrt{g^2 + f^2} \quad (2)$$

where g represents the horizontal blurring, f represents the vertical blurring, and R represents the radius of the circular medium blurring [5].

c. Motion blur

The deterioration of an image produced by relative motions between the camera and the object during the capture is known as motion blur. Various forms of motion blur can be distinguished by the relative movement between the camera and the scene. A transition, rotation, or sudden shift in size, or a combination of these, might be the case [6].

d. Out-of-focus blur

Blurring can occur when an object in a photo is outside the depth of the camera owing to exposure. When a camera records a 3D scene on a 2D image plane, certain components of the scene are focused while others are not.

e. Atmospheric turbulence blur

Atmospheric turbulence is one of the most prevalent causes of visual distortion. It arises in the imaging of celestial objects because of random fluctuations in the medium's reflecting index in which the object and the imaging device are immersed. The amount of blur produced by air turbulence is dependent on a number of parameters, including temperature, wind speed, and exposure duration. Stars in outer space, for example, seem blurry when viewed via telescopes because of the Earth's atmosphere layered structure which decreases visual quality of the image [5, 7].

Deblurring Techniques

Deblurring is a technique to remove artifacts from images that are affected by blur. Image deblurring can broadly divide into two classes, specifically blind and non-blind deconvolution, as presented in Fig. 1.

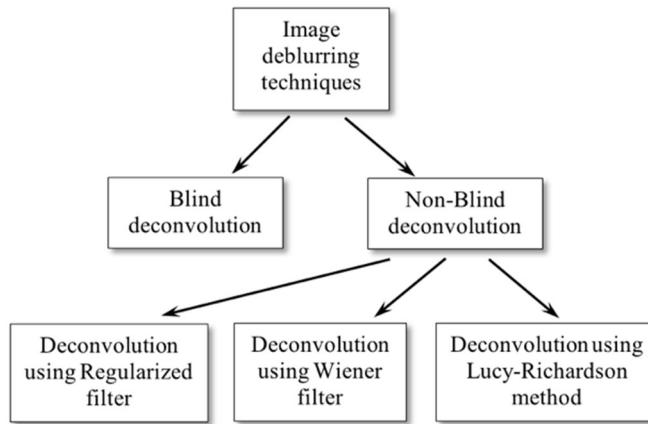


Figure 1. Classification of image deblurring techniques [8]

a. Wiener filter

The best feasible balance of noise smoothing and reverse filtering can be achieved using Wiener filtering. It eliminates additive noise while also reversing picture blurring. It can be used properly only after the frequency characteristics of the image and additive noise are understood to some level. In the absence of noise, the Wiener filter simplifies to the classical inverse filter [9]. This filter reduces the mean square error between the estimated random process and the intended process. The Wiener filter can also be coupled with the fast Hartley transform (FHT) in order to speed up the deblurring process. The results of motion deblurring using this approach are shown in Fig. 2, where a – original image, b – blurred image, c – restored image via Wiener filtering.



Figure 2. Deblurring images using Wiener filter [8]

b. Lucy-Richardson algorithm (LR algorithm)

The Richardson-Lucy deconvolution algorithm is a popular restoration approach used in the digital image industry. In the early 1970s, Leon Lucy and William Richardson developed this algorithm using Bayes's theorem as a reference. When the point spread function (PSF) is known, but there is little or no information about the noise, the LR technique can be employed adequately. Because the LR method is an iterative process, shows up the question how many times the process should repeat. Too many iterations will slow down the algorithm and additional noise, ringing effects can occur. The inclusion of optical device features may be used as input parameters in order to increase the effectiveness of picture restoration [3,8].

c. Regularized filter

The regularized filter is another type of a non-blind deconvolution. When using the Wiener filter, an additional challenge may arise: knowing the power spectra of the degraded image and noise. The regularized filter, together with the constrained least square restoration algorithm is an appropriate solution in this scenario since it simply requires knowledge of the noise's mean and variance, thus producing almost satisfactory results in many situations [3].

In order to summarise, the main advantages and disadvantages of non-blind deconvolution techniques are shown in Tab. 1.

Tabel 1

Non-blind deconvolution techniques

Type	Advantages	Disadvantages
Wiener filter	<ul style="list-style-type: none"> It gives great results when the variation of image parameters is small considering the presence of Gaussian white noise; It's efficient when the PSF is almost known, based on the condition that noise can be easily estimated. 	<ul style="list-style-type: none"> May not give the proper result if there is no given PSF, at least approximately; Great results are reachable only if no noise is present.
Lucy-Richardson alg.	<ul style="list-style-type: none"> It's extremely popular because of its straightforward implementation and the ability to create high-quality reconstructed pictures in the midst of high noise levels [10]; When the PSF isn't known exactly or just an estimate is given, the recovered image is resilient to minor changes or inaccuracies in the PSF. 	<ul style="list-style-type: none"> It's sensitive to kernel miscalculation, so it may produce ringing objects; Images damaged by a convolution kernel and instances which have a non-valid PSF will not be restored by the LR algorithm.
Regularized filter	<ul style="list-style-type: none"> This strategy is perfect when there is just a limited amount of information concerning noise; Together with the constrained least square restoration algorithm, it produces a suitable outcome for every image to which it is applied. 	<ul style="list-style-type: none"> It's too sensible for input parameters: for wrong noise parameters it fails; Because it is an automatically determined restoration filter, it doesn't mean that the optimum restoration will be the best in visual sense: it may yield inferior results to manual adjustment of filter parameters [3].

Blind deconvolution approach

The blind deconvolution method is beneficial when no information about the PSF or blur operator is available. It will restore the picture as well as the resultant PSF at the same time. Blind deconvolution can be classified into two types: projection based and maximum-likelihood method. The first technique restores both the real picture and the PSF parallelly. This begins with preliminary estimates of the original picture and PSF. Consecutively it finds the image estimation and then the PSF estimation. This cyclic approach iterates until the convergence standard is fulfilled. The advantage of this approach is that it appears to be resistant to support size inaccuracy, and it is also unaffected by noise parameters. Nevertheless, some unpleasant difficulties may appear. The risk of a mistake in local minima exploration is a weakness of this strategy. In the second method, the maximum likelihood is identified for the parameters such as PSF and covariance matrices. Because the estimated PSF is not unique, we may examine additional factors such as the size, symmetry, and other characteristics of the calculated PSF. The low computing complexity of this approach is one of its key advantages, and it also aids in the detection of blur, noise, and power spectra in the original picture [11].

The comparison between blurry images that were filtered using non-blind deconvolution and blind deconvolution methods can be clearly observed in Fig. 3.

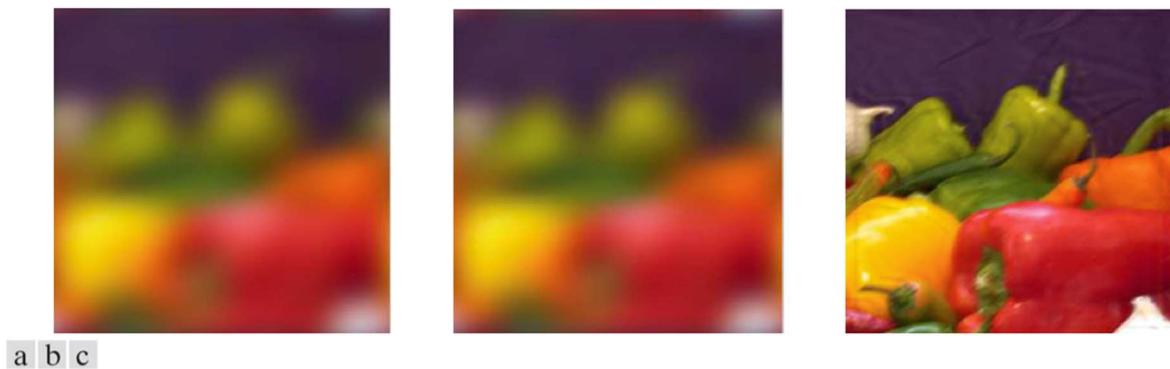


Figure 3. The results of various deblurring filters: a – LR filter,
b – regularized filter, c – blind deconvolution [8]

Conclusion

By analyzing a significant number of methods which have been developed by various researchers for image deblurring and image restoration, we detected some of their advantages and disadvantages and underlined their practical usage and importance. In recent years, the majority of papers covered blind image deblurring algorithms because of their great performance. And this can be proven by a comparative visual analysis of the obtained images in this paper. Of course, the non-blind deconvolution techniques are also great in specific circumstances. But together with blind deconvolution methods they can brilliantly restore the blurred images in an effective way. Future scope is to develop a novel, hybrid model which can deal with a complex deblurring process without huge computational and memory resources.

References:

1. ABDUL, A., DAWOOD, M., SALEH, M. F., Image Deblurring Techniques : A Review. In: *Journal of Scientific and Engineering Research* [online]. 2019, 6 (3), pp. 94–98. [accessed 22.02.2022]. Available: https://www.academia.edu/40363052/Image_deblurring_techniques
2. GOWTHAMI, S., HARIKUMAR, R., Conventional neural network for blind image blur correction using latent semantics. In: *Soft Computing - A Fusion of Foundations, Methodologies and Applications* [online]. 2020, 24, pp. 15223-15237. [accessed 23.02.2022]. Available: <http://doi.org/10.1007/s00500-020-04859-y>
3. GONZALEZ, R., WOODS, R., Image Restoration. In: Gonzalez, R., Woods, R., *Digital image processing*, 2nd Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, 2002, pp. 220-281.
4. KURIMO, E., LEPISTÖ, L., NIKKANEN, J., GRÉN, J., KUNTTU, I., LAAKSONEN, J. The Effect of Motion Blur and Signal Noise on Image Quality in Low Light Imaging. In: *Image Analysis. SCIA 2009. Lecture Notes in Computer Science* [online]. 2009, 5575, pp. 81-90. [accessed 23.02.2022]. Available: https://doi.org/10.1007/978-3-642-02230-2_9
5. JAIN, S., GOSWAMI, M.S. A Comparative Study of Various Image Restoration Techniques with Different Types Of Blur. In: *International Journal of Research in Computer Applications and Robotics* [online]. 2015, 3(11), pp. 54-60. [accessed 23.02.2022]. Available: https://www.ijrcar.com/Volume_3_Issue_11/v3i1111.pdf
6. MARU, M., PARIKH, M., Image Restoration Techniques: A Survey. In: *International Journal of Computer Applications* [online], 2017, 160(6), pp. 15-19. [accessed 23.02.2022]. Available: <https://doi.org/10.5120/ijca2017913060>
7. DEVI, M.K., ASHWINI, R. An Analysis on Implementation of Various Deblurring Techniques in Image Processing. In: *International Research Journal of Engineering and Technology* [online]. 2016, 3(12), pp. 1049-1059. [accessed 23.02.2022]. Available: <https://www.irjet.net/archives/V3/i12/IRJET-V3I12241.pdf>
8. YADAV, S., JAIN, C., CHUGH, A. Evaluation of image deblurring techniques. In: *International Journal of Computer Applications* [online]. 2016, 139(12), pp. 32-36. [accessed 26.02.2022]. Available: <https://doi.org/10.5120/ijca2016909492>

9. TIWARI, S., SHUKLA, V.P., SINGH, A., BIRADAR, S.R. Review of Motion Blur Estimation Techniques. In: *Journal of Image and Graphics* [online], 2013, 1(4), pp. 176-184. [accessed 26.02.2022]. Available: <https://doi.org/10.12720/joig.1.4.176-184>
10. FISH, D. A., BRINICOMBE, A. M., PIKE, E. R., WALKER, J. G. Blind deconvolution by means of the Richardson–Lucy algorithm. In: *Journal of the Optical Society of America A*, 1995, 12(1), pp. 58-65.
11. MANE, M.A. Removing blur from degraded image with blind deconvolution using canny edge detecting technique. In: *International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering* [online]. 2014, 1(11), pp. 50-55. [accessed 26.02.2022]. Available: <http://www.ijirae.com/volumes/vol1/issue11/09.NVEC10112.pdf>

THE SYMBIOSIS OF ART AND SCIENCE

Dan HARITON¹, Mihaela CUŞNIR^{2*}, Alexandru FURDUI²

¹Department of Software Engineering and Automatics, FAF – 211, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chişinău, Republic of Moldova

²Department of Software Engineering and Automatics , FAF – 213, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chişinău, Republic of Moldova

*Corresponding author: Mihaela Cuşnir, mihaela.cusnir@isa.utm.md

Abstract: Over the years we were accustomed to perceive art and science as two completely opposite concepts of the world. You have to choose either you are a scientist, either an artist, there is no between. But the unknown, or the unnoticed, harmony among erudition and artistry is what makes their bond mysterious and fascinating. From reading people's mind through art to da Vinci's sketches of machines used by today's engineers, exists an endless list of meeting points.

Keywords: psychiatry, painting, history, mechanic, engineer.

Introduction

Leonardo da Vinci once said "Principles for the Development of a Complete Mind: Study the science of art. Study the art of science. Realise that everything connects to everything else." The main concept to apprehend is that not only science, but art as well, is about observation and creation. If someone is captivated by both of them, there is no one or another, but a lot of domains to choose from, for instance architectural designer, medical illustrator and animator, industrial designer, digital artist.

Art for human's brain

Psychiatry as a hybrid science that combines both natural and social science, tries to explain abnormalities in human's brain and behavior. And what approach can be more subjectively than art to read someone's mind? Even if in the 20th century was the most distinguished interface between arts and psychiatry, the theory is still available nowadays. Art therapy remains a great approach in therapy for people with mental disorders. Worth mentioning is also, that extreme mental states – the art of the 'outsider' and the mentally disturbed – became an object of interest as another form of 'primitivism'. One of the most popular methods to caricature them is cinematography, movies about the most recognizable disorders, like Rain Man, A Beautiful Mind. At the same time, the most famous way to recognize the changes in mental balance remains painting, drawings, and sketching [1].

But how art can help neuroscience and psychiatry? It's a well-known fact that people suffering from mental illnesses usually have lack of strength of mind and connection with reality, which is essential in communicating their instinctual desires in a coherent way. Art and creating art are indispensable tools for therapists to determine the roots of a person's mental state, because their creations serve as indicators, or even confirmations, of some disorders. Indicators like presence/absence and dominance of movement, contour, repetition, the mixture of colors, saturation, also how clear the work is, can teach a lot about someone's mind stability. It is crucial to understand that a therapist cannot diagnose a person by its art, it is practice to provide information about the clients' inner world. Moreover, it is still a great basis for a person's mental state and focus for treatment if needed.

Architecture and Art: The Known Harmony

Art and architecture are developed employing the same organizational principles, aesthetic aspects, and sensory involvement. Art and architecture both have a role. They are expressive as well as communicative. The artist "shapes" an object to visually express a complex set of ideas, which the audience ultimately accepts. Architects create habitable or usable spaces, but their architectural designs are also significant in their own right.

Art and architecture have a prominent attachment one to another. In her book, "Architecture and Art: A Place Between", Jane Rendell expounds "Architecture's curiosity about contemporary art is in no small way connected with the perception of art as a potentially subversive activity relatively free from economic pressures and social demands; while art's current interest in architectural sites and processes may be related to architecture's so-called purposefulness, its cultural and functional role, as well as the control and power understood to be integral to the identity of the architect." [2]. Art may not be functional, unlike architecture which has a well defined plan, a thoughtful design in response for social needs. But the world started to offer art 'functionality' in an untraditional way, and when it comes to civic projects both of them can approach critical spacial practice. An example of this practice is the famous UNAM campus, located in Mexico City, where are found O'Gorman murals, modernist buildings with bold geometry, abstraction, humanistic design and local lava rocks used as walls, big and colorful metallic sculptures.

Leonardo da Vinci: The artist and the engineer

Best Known for his unprecedeted paintings, as Mona Lisa (1503), Vitruvian Man (1485), The Last Supper (1498) or Madonna and the Child (1490), da Vinci was also ardent about anatomy, aerodynamics, hydrodynamics, geology, zoology, botany, even mechanics. Moreover, in the book "Leonardo da Vinci: Art in Science", written by James S. Ackerman, Leonardo's efforts to build new scientific techniques are described as being elevated to a comparable level by the grandiose scope of his endeavors, making them pertinent to a study of the boundaries between science and other parts of culture.

Leonardo once said: "Non mi legga chi non e matematico." ("Let no one read me who is not a mathematician."). Doubtlessly, geometry played a major role in his work. For instance, "Vitruvian Man", is a proof of the interdependency between his works and an iconogram. Furthermore, the unique mathematical relationship, called "golden ratio", was already used by Da Vinci in his masterpieces even before he had a collaboration with the mathematician Luca Pacioli. Around 1509 was published the "De Divina Proportione", not only illustrated by Da Vinci. After the publication the "golden ratio" became a critical instrument in the matter of accurate proportionality for Renaissance geniuses. As a great example for this is the famous painter Raphael and his masterpiece "The school of Athens".

Da Vinci the inventor was not just a dreamer, his sketches were used centuries after in changing our world. He created portable bridges, mirror-griding machine, diving suits, first odometers and anemometers. Even if he had an animosity for wars, he sketched the first machine gun, an armored vehicle with metal-coverage. Not to mention, the robotic knights, a self-propelled cart, which was the inspiration for robotics expert Mark Rosheim, and later his design of planetary exploration robots – for NASA [3].

In an article posted on a website to honor the master is specified that "One of da Vinci's most famous inventions, the flying machine (also known as the "ornithopter") ideally displays his powers of observation and imagination, as well as his enthusiasm for the potential of flight. The design for this invention is clearly inspired by the flight of winged animals, which da Vinci hoped to replicate. In fact, in his notes, he mentions bats, kites and birds as sources of inspiration" [4].

Leonardo da Vinci may have grasped the psychological consequences of weaponry in combat better than any of his contemporaries. Da Vinci understood that the dread weapons might cause in foes was just as significant (if not more vital) than the destruction they could inflict.

In Figure 1, as an example, it is represented a sketch of a flying machines with the pilot prone.

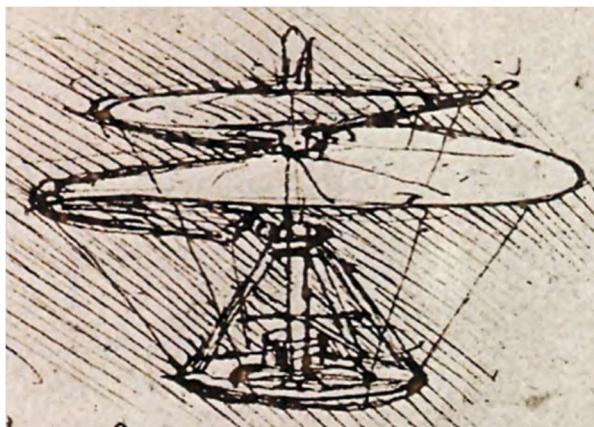


Figure 1 A flying machine [4]

"The Vitruvian Man is a 1480 pen and ink sketch on paper, sketched in Figure 2. The image of a nude guy standing inside a square and a circle eloquently portrays the unusual convergence of art and mathematics – an area in which Leonardo devoted the majority of his time during his life.

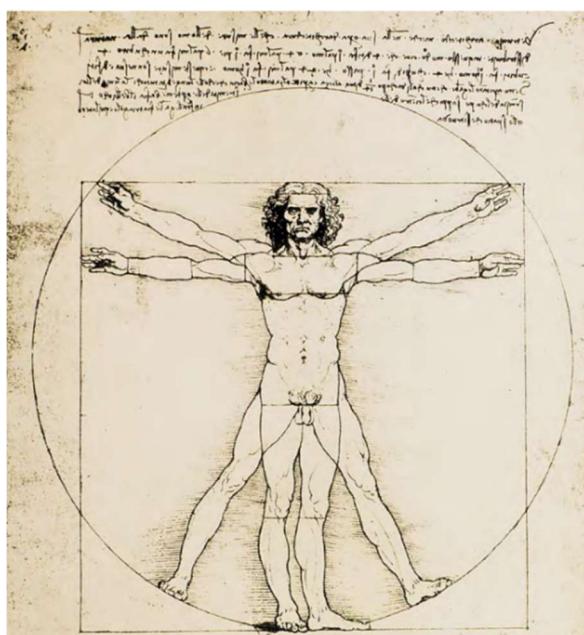


Figure 2. Vitruvian Man [4]

The Golden Ratio is used in the Mona Lisa to portray Leonardo DaVinci's philosophy of interdisciplinary art through human faces. This mathematical relationship in the Mona Lisa captures the divine simplicity and harmony of the Holy Trinity.

The Golden Ratio is used in the Mona Lisa to portray Leonardo DaVinci's philosophy of interdisciplinary art through human faces.

Viewed in figure 3, in the Mona Lisa, it captures the divine simplicity and harmony of the Holy Trinity.

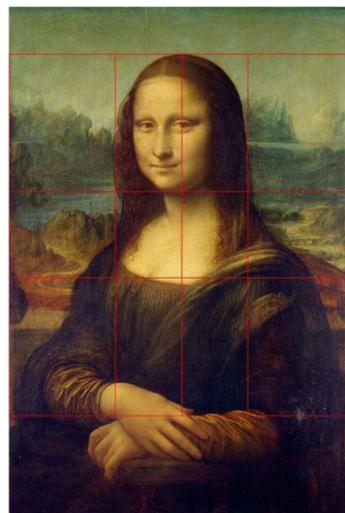


Figure 3: Golden Ratio in Mona Lisa [5]

Conclusion

There can be no doubt that Art and Science can live in a symbiosis. As they working in two absolutely different cultural spheres, they can also complete each other, making the individual's decisions effortless and visions more clearly. Finding that meeting point is what makes people creators, there is no way back. This relation gives the humankind the opportunity to make a permanent contribution to the development and enrichment of human existence through art and science in their broadest dimensions, and it is these endeavors that we students are involved in.

References

1. GREEN, J.: Psychiatry and the arts: new interfaces? In: *Cambridge University Press*, 2018 [online][Accessed:25.02.2022][1]
Available:<https://www.cambridge.org/core/journals/advances-in-psychiatric-treatment/article/psychiatry-and-the-arts-new-interfaces/3B720EBAB5A5D4BFA18900E51D101172>
2. RENDELL, J., *Art and Architecture: A Place Between*, IB Tauris, London, 2006. [online] [Accessed: 03.03.2022] [2]
Available: <https://www.janerendell.co.uk/wp-content/uploads/2009/03/Art-and-Architecture-prepublication.pdf>
3. Museum of Science, Boston, *Da Vinci – The Genius*. [online] [Accessed: 02.03.2022]
Available: <https://www.mos.org/leonardo/> [3]
4. [The flying machine](#), [online][Accessed on: 16.03.2022][4]
5. ISAACSON, W., *Leonardo da Vinci*, Simon & Schuster, 2017.[online] [Accessed: 02.03.2022] [4]
Available: <https://www.fatsnake.com/PDF/LeonardodaVinci.pdf>
6. The Golden Ratio: Phi 1.618. [online] [Accessed: 01.03.2022][5]
Available: <https://www.goldennumber.net>
Photo: https://en.wikipedia.org/wiki/Mona_Lisa

AUTOMATIC MICROEXPRESSION DETECTION. HISTORY AND DEVELOPMENTS

Denis SMOCVIN

Department of Software Engineering and Automation., Group FAF-212, Faculty of Computers Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chișinău, Republic of Moldova

Corresponding author: Denis Smocvin, denis.smocvin@isa.utm.md

Abstract. Emotions govern our life. Through facial expressions we can understand what other people feel. Microexpressions are a special kind of facial expressions that are hard to spot. Interest arises over the development of technologies for their automatic detection. Some problems arise in the development of models for detection microexpressions.

Keywords: *facial expressions, emotion, machine learning, computer vision, FACS*

Introduction

Emotions govern our lives. They are more than fundamental impulses for survival. People may choose not to eat if disgusted by the food at hand. Sexual impulses are vulnerable to emotions too: there are people that are hesitating to make a sexual act because he or she may be disgusted or afraid. Sometimes emotions may drive someone into suicide, stepping over the willingness to live. It doesn't depend how much we want it; we cannot live without emotions. They are an important means of communication and a survival mechanism that can sometimes be inconvenient.

Studying emotions can be useful in many fields like psychology, animation, education, recruitment, law enforcement, childcare etc. One potential application of microexpression analysis is lie detection. When lying more contradictory behaviour could be found in verbal and non-verbal signals.

Emotions are expressed in multiple ways. It may be through facial expressions, voice, gestures, impulses that lead into action (for example it is usual to get closer to someone when we are angry), physiological changes and some invisible clues (like thoughts for example). We will focus on facial expressions. Precisely we will focus on microexpressions, a certain type of facial expressions, and their detection by humans and computers. But before explaining what it means, let us explore how facial expressions were studied.

History

It all started with Darwin's statement that emotions are universal, meaning they are not a cultural phenomenon, but a product of evolution. The question of universality was tackled by many scientists. There were many against it, like the American anthropologist Ray Birdwhistell, who specialized in the study of expressions and gestures. His arguments were based on cultural anthropology - every socially important thing, like facial expressions, are the product of education, therefore they differ for each culture [1]. His idea was indirectly supported by travellers, who thought that the expressions have different meanings across cultures based on their observations.

This problem can be solved by the idea of *display rules*, created by the most famous researcher in the domain of facial expressions Dr. Paul Ekman [2]. He stated that there are certain socially learned rules that vary across cultures. These rules state how you should express your emotions when you are near another person. Hence, in sport competitions we expect the losers to not express their sadness or disappointment. This was further studied in an experiment where people were instructed to watch a movie about chirurgical operations and car accidents. The Americans and Japanese presented the same expressions. But when a researcher was in the same room, the Japanese masked their negative expressions with a smile more than Americans did. This means that the expression of

emotions specifically may be universal, compared to some expressions like shaking the head from right to left as a means of saying “no”.

The study had a vulnerability. It may have been the case that all the persons that were involved in the study had learned the meaning of facial expressions specific to the western culture from movies, or other media. This vulnerability spread to Ekman’s other studies from Chile, Argentina, Brazil, the USA, Indonesia, USSR etc. To solve this problem, Ekman went to study the expressions of the tribes of New Guinea that had a Stone Age-style of life. They had no idea what a camera is. They were isolated from other cultures.

Initially Ekman studied the films of the neurologist Carleton Gajdusek, who studied a local pandemic (and later was awarded the Nobel Prize for discovering ‘slow’ viruses). There were clues that the facial expressions were universal. Ekman didn’t spot any facial expressions he could not recognize from the video tapes. Even the expressions isolated from the social situations were correctly identified by his assistant, along with the context. His assistant’s descriptions of what he had seen were the same as what Gajdusek described. Later, Ekman went to New Guinea to conduct a series of studies that indicated that facial expressions are universal. His results were accurately reproduced by the anthropologist Karl Heider. Other studies reflected the same results - facial expressions are universal [3-7].

The intercultural studies raised a series of questions: How many expressions do people have? Do the expressions contain frank or deceptive information ? Can every facial movement be considered an expression ? Can we lie with facial expressions like we do with words ? Now, these questions have answers thanks to the Facial Expression Coding System (FACS) developed by Paul Ekman [8]. With this tool Ekman found that a human can express more than ten thousand expressions and identified the ones that are relevant to emotions. FACS describes facial movements in anatomical terms using words, images and videos. It is currently used to study facial movements by researchers and by animation studios. Also, there is an interest in the domain of informatics for automating and accelerating the measurements.

We are to find how computers detect facial expressions, and specifically microexpressions. Before doing that, let’s explore what kind of facial expressions exist.

Types of facial expressions

There are 4 types of facial expressions. A *complete* expression is visible on the whole face. A *partial* expression is visible on a part of the face. It may appear when people try to hide their feelings. A *diminished* expression happens when an emotion of low intensity is expressed. Here, the muscles don’t contract much. When we have a partial or diminished expression it means that we are starting to express an emotion or we hide our feelings. The attempt to hide any emotion on the face may lead to a *microexpression* - a type of facial expression that lasts less than a fifth of a second. Microexpressions appear when someone consciously tries to inhibit the expression of any emotion. The inhibition may be unconsciously as well, when a person isn’t aware of his or her sentiments.

Microexpressions may be complete and very short or very short and/or diminished. The combination of the three - micro (very short), partial (registered in a single zone of the face), and diminished (minimal muscular contraction) is the hardest to recognize [9].

Even people trained to detect microexpressions may find it hard to do so. Their more accurate detection happens not in-person, but by studying footage. One of Ekman’s studies show that the majority of people don’t seem to use the information from the more subtle facial expressions. In some conversations subtle expressions appear more often than the intense ones. Often, the subtle ones are more important, because they inform about the things not spoken yet that may not even be spoken [10-11]. Here arises the interest in the automatic detection of facial expressions and microexpressions.

Automatic microexpression detection systems

There are seven fundamental emotions: happiness, sadness, fear, anger, surprise, contempt and disgust. The figure below, represents the facial expressions of each of these emotions:

The Seven Universal Facial Expressions of Emotion

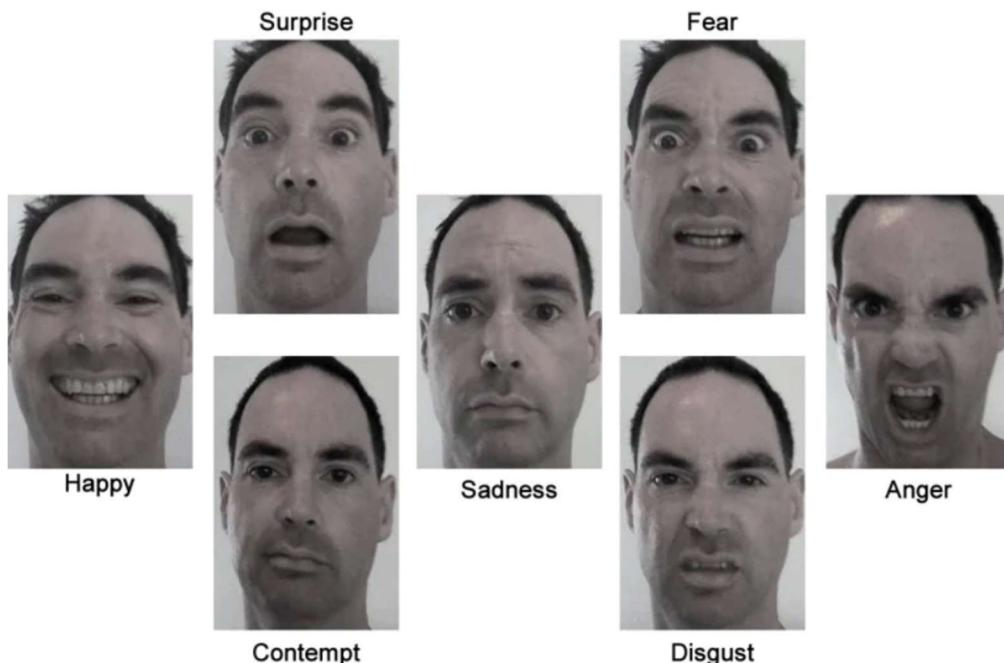


Figure 1: Facial expressions of the seven fundamental emotions [12]

Humans are trained to detect the subtle versions of the expressions above. The important aspect is that for each of the expressions you are allowed to look at them for a very short amount of time. Then you should write which emotion did the observed expression represent. There are a lot more configurations that may express the same emotion, but for training computers these basic ones are reproduced in order to train models for detection.

Microexpressions are too short and subtle for human eyes to perceive. According to Ekman, for microexpression recognition tasks, ordinary people without training only perform slightly better than chance on average. This is why automatic methods are being developed. Machine learning and computer vision algorithms play a big role in this process. Computer vision and deep learning techniques such as convolutional neural networks are used to create models for detecting emotion on human face.

Pfister et al (2011) [13] pioneered the research on spontaneous microexpression recognition with the first publicly available spontaneous microexpression dataset SMIC and achieved results that favourably compare with the accuracy of humans. Li X. et al (2018) [14] developed a system integrating microexpression recognition and detection toward reading hidden emotions in videos that achieved 80.28% for three classes: positive, negative and surprise. For five classes - happiness, disgust, surprise, repression, and other - 57.49% accuracy has been achieved. This is already a better accuracy than that of humans.

Instead of directly recognizing a certain number of prototypical expressions as in most of the previous research, Action Units (AU) can provide an intermediate meaningful abstraction of facial expressions, and carry lots of information which can help better detect and understand people's feelings. Action units are the fundamental actions of muscles (individual or group of muscles). AUs were used for macroexpression analysis including pain detection and pain intensity estimation. It may be beneficial to use them in microexpression analysis as well.

Another aspect is the datasets. When training a machine learning model for a specific task, a specific dataset should be composed. There have been some microexpression datasets collected for research: SMIC, CASME, CASME II, SAMM, MEVIEW, CAS(ME)2. There are hundreds of microexpression videos from 30 to 40 subjects in these datasets and there is still a need for higher

quality, including naturally collected and well-annotated microexpressions large scale datasets. Creating such a dataset from scratch is time-consuming and very challenging. A possibility is to use the publicly available online videos from different platforms and mining with video tagging techniques followed by manual annotation. Another option could be collaborative and parallel data collection and labelling through cloud sourcing. For lie detection purposes, audio may be necessary along video footage.

The available datasets do not represent realistic situations, because the expressions are represented from the frontal view with stable and bright light conditions, with no lighting variations, faces fully visible. In real-world applications it is unlikely to have such conditions. Algorithms must be developed in such a way as to adapt to different conditions.

Conclusions

Automatic Microexpression Detection Systems are being developed for improving the speed and quality of microexpression detection. The problems that we are facing today is the quality of algorithms, dataset quality and data volume, dataset creation, applicability of samples from available datasets. Solving these problems will give us the opportunity to create powerful models for detection microexpressions that can be used in lie detection, interviews, education and other fields.

References

1. BIRDWHISTELL, R. L. . *Kinesics and Context*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1970.
2. EKMAN, P. *Emotions Revealed, Second Edition: Recognizing Faces and Feelings to Improve Communication and Emotional Life*, 2003
3. EKMAN, P. "Universals and cultural differences in facial expressions of emotions"
4. THOMPSON, J., "Development of facial expressions of emotion in blind and seeing children", *Archives of Psychology*, 1941, 37.
5. FULCHER, J. S.. "'Voluntary' facial expression in blind and seeing children" *Archives of Psychology*, 1941, 38.
6. EIBL-EIBSEFELDT, I.. *Ethology, The biology of behavior*, 1970.
7. HOLT, REINHART and WINSTON. GALATI, D., SCHERER, K.R. & RICCI-BITTI, P/E. "Voluntary facial expression of emotion: Comparing congenitally blind with normally sighted encoders" *Journal of Personality and Social Psychology*, 1997, 73:1636-79
8. Paul Ekman Group, Facial Action Coding System. [online]. [accessed 03.03.2022]. Available: <https://www.paulekman.com/facial-action-coding-system/>
9. EKMAN, P., "Emotions Revealed. Understanding Faces and Feelings", 1997, 321-2
10. EKMAN, P., O'SULLIVAN, M. & FRANK, M. "A few can catch a liar" *Psychological Science* , 1997, 10:263-66
11. EKMAN, P. & O'SULLIVAN, M. "Who can catch a liar?" *American Psychologist*, 1997, 46:913-20
12. Try not to smile. The seven universal facial microexpressions of emotion. <https://www.pinterest.com/pin/9049427373711288/> . [online]. [accesed 03.03.2022]
13. PFISTER, T., LI, X., ZHAO, G., and PIETIKAINEN, M. "Recognising spontaneous facial micro-expressions," in *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision 2011* (Barcelona)
14. LI, X., HONG, X., MOILANEN, A., HUANG, X., PFISTER, T., ZHAO, G., et al. Towards reading hidden emotions: a comparative study of spontaneous micro-expression spotting and recognition methods. *IEEE Trans. Affect. Comput.* 2018, 9, 563–577. doi: 10.1109/TAFFC.2017.2667642

BURNOUT - THE THIEF OF JOY AND PERFORMANCE.

Ciprian BOTNARI, Dinu GUȚU*

Department of Software Engineering and Automation, Group FAF-213, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chișinău, Republic of Moldova

*Corresponding author: Dinu GUȚU, dinu.gutu@isa.utm.md

Abstract. This article seeks to analyze the importance between burnout and its cognitive costs from a better angle as well as answer the question of how it is possible to return to the normal state. Looking through the lens of modern-day life and the increase in stress sources and their unpredictability we can anticipate the spike in the rise of mental illnesses and exhaustion. Furthermore, understanding stress and its crucial role in our attention and memory systems has never been more valuable as it can help us achieve an equilibrium. The article will also address the idea of a balance between boredom and anxiety and how it might be possible to reach maximum performance.

Keywords: burnout, stress, cognition, workplace, emotional exhaustion

Introduction

In 1974 when the term “burnout” was coined by the American psychologist Herbert Freudenberger and brought into the research lexicon it was defined as a loss of motivation, growing sense of emotional depletion, and cynicism [1]. Nowadays it is a well-known fact that burnout is a valid medical disorder and has its ICD-10 code (Burn-out state of vital exhaustion). Recent research showed that 2.7 million workers in Germany were affected by burnout. Also, a 2013 survey of human resource directors showed that 30% of their organizations reported burnout symptoms [2].

Still, it is a mistake to consider burnout only as an emotional response to the long hours or challenging job that we are experiencing. Scientific evidence shows that burnout takes a physical toll that influences us well beyond our professional lives. Burnout is not just a state of mind but a condition that leaves marks on the brain and the body of the person that is affected by it. In addition to numbing professional growth, it has been shown to impair people’s social and personal functioning and overwhelm their cognitive skills, eventually leading to significant changes to the functioning of their brains [2].

Burnout Concept

As burnout got more attention, a specific trend was observed among workers: profound emotional exhaustion, negativity directed at clients and patients, and a crisis in feelings of professional competence. Furthermore, similar to depression it inhibits the sense of worth and the ambitions of the individual. Emotional exhaustion being the primary effect is described as having all the emotional capacity drained by one’s work [3]. Cynicism is also a prevalent trait for those that experience burnout as it manifests as a negative or detached response from work or the members with whom the affected person interacts. Last but not least, is the lack of accomplishments inferring the decline of achievements and competence at work [4]. In addition to that, these individuals experience high levels of chronic fatigue and are also more likely to report a range of physical and psychological problems, including depression, anxiety, memory impairment, and sleep deprivation [5]. Burnout disorder has been also found to be an independent risk factor for infections and type 2 diabetes [6,7]. Consequently, burned-out workers are susceptible to withdrawal behaviors such as lateness, absence, or turnover [8].

Taking into account the state that the person enters when he/she is subjected to burnout can bring us closer to improved methods of analyzing the systems in which we work and study most of our lives. That being said, the main causes of burnout are of 2 types: individual and situational factors [9]. Individual factors are concerned with personality and how it influences how people perceive their

work or study medium, and as a consequence how they deal with job demands and resources. The difficulty may arise from the misalignment of work and personality, leading to the neglect of individual needs. Due to a lack of synergy between inner ambitions and the requirements of a job, serious reactions may result, particularly when employees are often exposed to demands that do not fit with their skills and preferences. For example, when an introverted person becomes a leader, he will need to act in situations he is not used to such as, giving presentations for a group of co-workers. Moreover, people who reported being high on optimism, self-efficacy, and self-esteem were more likely to be able to deal with job demands, since they most often feel in control of their work and proactively solve problems and seek resources when faced with these demands.

On the other hand, situational factors take place when there is a lack of job resources but an increase in demands. As a consequence, job demands are associated with physiological and psychological costs, such as an increased heart rate and fatigue. This may lead employees to feel exhausted and to psychologically distance themselves from work [10].

The accomplishment of work objectives, stimulation of personal growth, or reduction of job demands and their costs is eased by job resources. These are the physical, psychological, social, or organizational aspects of a job [11]. Furthermore, the cynicism that emerges from burnout and its relation with job resources is reported to be negative where higher levels of burnout are correlated by lower levels of job resources [12]. The Demands-Resources theory proposes that job resources play a mitigating role in the connection between job demands and burnout [13,14]. It was also found that when workers experienced autonomy, received feedback, had social support, or had a high-quality relationship with their co-workers, leaders, tutors the intrusion of work overload and emotional distress did not seem to result in high levels of burnout. Thus, burnout is more likely to develop when high job demands are combined with low job resources [15].

Burnout Reversal

Cataloging the symptoms of burnout is one thing but reversing the effects is another that requires the same if not more effort. A research paper in 2009 concerned with the inner workings of stress and how it exhausts the mind and the body, revealed the fact that intense stress over prolonged periods impacts the functioning of specific areas of the brain involved with learning, memory, and mood regulations, which are also distinctive signs of burnout [16]. The same research team also found promising evidence with regards to reversing burnout effects. In an experiment that sought to demonstrate the aforementioned findings, the team brought 40 medical students in total, 20 that were preparing to take the medical license exam, and 20 that were proportionately less stressed and which were taken as a control group. From the beginning, it was hypothesized that the pressure of the upcoming exam will lead to stress-related changes in the brain. More specifically, impairments in the brain areas concerned with attention shifting such as the dorsolateral prefrontal cortex (PFC). The area is concerned with “superordinate control functions for various cognitive tasks such as decision making, novelty detection, working memory, conflict management, mood regulation, theory of mind processing, and timing” [17]. After all, the medical students completed an attention-seeking task and at the same time underwent an fMRI scan, it was confirmed that the connection between the PFC and other regions related to the attention network was weaker compared to normal brain functioning [16]. It appeared as though stress disrupted the neural wirings of the affected students. Despite that, after 4 weeks the groups did not show any relevant difference between their scores on attention shifting tasks. Neuroimaging data also revealed that the stress-related effects have been reversed. Even though 4 weeks is incomparable to the years of strenuous stress and burnout that some individuals experience, it is still a step forward for further advancements and research.

Optimal Stress

Although most often than not stress helps us function and be prepared for flight or fight situations, we only recognize its presence when it is in large quantities and already affecting us. Moreover, it is also active when we take a test, make an important decision, or even choose our

garments for a night out. Nevertheless, here comes into play the theory of the inverted “U”, which demonstrates how the lack of stimuli leads to boredom but its opposite to anxiety, and only in the middle does it bring forth the optimal cognitive efficiency that helps us solve intricated systems of problems. Figure 1 below illustrates graphically the relationship between the levels of stress and mental performance.

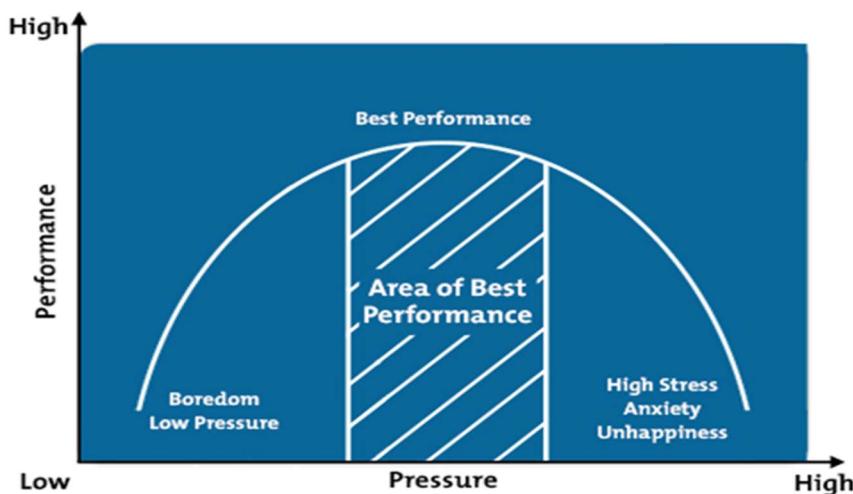


Figure 1. The Inverted-U Graph [18]

At low levels, little to no curiosity creates disinterest, but while the challenge increases so does motivation and attention which at the optimal level produces the maximum efficiency and success. Likewise, at the end of the spectrum, the pressure being too overwhelming brings the collapse of the ability to study and perform.

As we get fearful and panic settles in, the brain secretes high levels of cortisol and norepinephrine which in turn block the normal functioning of its neuronal pathways for learning and memory. The hormones in increased quantities also intensify the function of the amygdala and interfere with the prefrontal cortex and, thus there is no rationality in place to stop the emotional impulses from overloading ourselves. As everybody knows, before an exam or an important task the mind begins to focus and motivate itself to succeed, as time progresses and the term gets closer, importance increases and the tension abruptly explodes. Focused attention means that our short-term memory functions at a higher capacity and with increased potency. So that in the end it can culminate with a return to a relaxed state of mind. In today's context, the aforementioned concepts prove to affect our work, study, and research places equally likely. If we feel upset or furious, we will probably lose interest even in the things that previously mattered to us. This weakness troubles professors, leaders, and students in the same way, and as a consequence it is crucial for understanding unexpected behavior as it affects the empathy of the individual and how he cares for others. We give our all when the levels of stress are moderate to intense, but our mind gets disconnected as soon as the pressure gets extreme [19].

Conclusions

Most processes that are built within the confines of our body have valid and vital functions for our survival and wellbeing, only in extreme cases can it overthrow the central command unit. As a consequence, it is pivotal to know how to avoid and foresee the effects of burnout and other major stress factors. Building an understanding of them will boost our performance and the resistances that help us cope with the everyday stressors. Eventually, the habits will tend to spread and influence the entirety of the institution in which we work. This feedback loop should matter not only to students and co-workers but also to tutors, leaders as they have a better grasp on the matters at hand and should preemptively be familiar with it. The faster we take the initiative and start spreading information and awareness the more people can avoid burnout and intense stress and the better they will perform most of the time.

References:

1. Bookshelf. [online]. [accessed 03.03.2022]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279286/#:~:text=The%20term%20E2%80%9Cburnout%20was%20coined,ideals%20in%20E2%80%9Chelping%20professions>.
2. Association for Psychological Science, APS. [online]. [accessed 06.03.2022]. Available: <https://www.psychologicalscience.org/observer/burnout-and-the-brain>
3. ARNOLD B.BAKKER, PATRÍCIA L.COSTA. (2014). Chronic job burnout and daily functioning: A theoretical analysis. <https://doi.org/10.1016/j.burn.2014.04.003>
4. SCHAUFELI W. B., LEITER, M. P., & MASLACH, C. (2009). Burnout: 35 years of research and practice. *The Career Development International*, 14(3), 204–220 <https://doi.org/10.1108/13620430910966406>
5. PETERSON U., DEMEROUTI E., BERGSTRÖM G., SAMUELSSON M., ASBERG M., NYGREN A. Burnout and physical and mental health among Swedish healthcare workers. *Journal of Advanced Nursing*, 62 (2008), pp. 84-95, <https://doi.org/10.1111/j.1365-4632.2008.05417.x>
6. DANIELLE C. L MOHREN, GERALD M.H SWAEN, IJMERT KANT, LUDOVIC G. P. M VAN AMELSOORT, PAUL J.ABORM, JOCHEM M.D GALAMA. Common infections and the role of burnout in a Dutch working population. *Journal of Psychosomatic Research*, 55 (2003), pp. 201-208, [https://doi.org/10.1016/S0022-3999\(02\)00517-2](https://doi.org/10.1016/S0022-3999(02)00517-2)
7. S. MELAMED, A. SHIROM, S. TOKER, I. SHAPIRA. Burnout and risk of Type 2 diabetes: A prospective study of apparently healthy employed persons. *Journal of Psychosomatic Medicine*, 68 (2006), pp. 863-86, <https://doi.org/10.1097/01.psy.0000242860.24009.f0>
8. FREDERICK P. MORGESON, H. AGUINIS, SUSAN J. ASHFORD. Burnout and work engagement: The JD-R approach. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, 1 (2014), pp. 389-411
9. ARNOLD B. BAKKER, W. B. SCHAUFELI, HERMAN J. SIXMA, WILLEM BOSVELD, DIRK VAN DIERENDONCK. Patient demands, lack of reciprocity, and burnout: a five-year longitudinal study among general practitioners. *Journal of Organizational Behavior*, 21 (2000), pp. 425-441, [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1379\(200006\)21:4<425::AID-JOB21>3.0.CO;2-%23](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1379(200006)21:4<425::AID-JOB21>3.0.CO;2-%23)
10. ARNOLD B. BAKKER, EVANGELIA DEMEROUTI. The Job Demands-Resources model: state of the art. *Journal of Managerial Psychology*, 22 (2007), pp. 309-328, <https://doi.org/10.1108/02683940710733115>
11. S.T. FISKE, D.L. SCHACTER, C. ZAHN-WAXLER (Eds.), Annual review of psychology, Vol. 52 (2001), pp. 397-422, <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.397>
12. DEMEROUTI, E., BAKKER, A. B., NACHREINER, F., & SCHAUFELI, W. B. (2001). The job demands-resources model of burnout. *Journal of Applied Psychology*, 86(3), pp. 499–512. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.86.3.499>
13. P.Y. CHEN, C.L. COOPER(Eds.), Work and wellbeing: Wellbeing: A complete reference guide, Vol. III, Wiley-Blackwell, Chichester, UK (2014), pp. 37-64 <https://doi.org/10.1002/9781118539415.wbwell019>
14. BAKKER, A. B., DEMEROUTI, E., & EUWEMA, M. C. (2005). Job Resources Buffer the Impact of Job Demands on Burnout. *Journal of Occupational Health Psychology*, 10(2), 170–180. <https://doi.org/10.1037/1076-8998.10.2.170>
15. ARNOLD B. BAKKER, PATRÍCIA L. COSTA. (2014). Chronic job burnout and daily functioning: A theoretical analysis. <https://doi.org/10.1016/j.burn.2014.04.003>
16. LISTON, C., MCEWEN, B. S., & CASEY, BJ. (2009). Psychosocial stress reversibly disrupts prefrontal processing and attentional control. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, 912–917. <https://doi.org/10.1073/pnas.0807041106>
17. Frontiers in Human Neuroscience, frontiers. [online]. [accessed 17.03.2022]. Available: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2021.645209/full#:~:text=The%20dorsolateral%20prefrontal%20cortex%20has,of%20mind%20processing%2C%20and%20timing>.
18. Mind Tools. [online]. [accessed 03.03.2022]. Available: <https://www.mindtools.com/pages/article/inverted-u.htm>
19. GOLEMAN D. Un “U” Rasturnat. In GOLEMAN D. ed II *Inteligenta Sociala*. Curtea Veche Publishing, 2018, pp 375-378.

NEURAL NETWORKS IN OUR LIFE

Diana BELAIA

Department of Software Engineering and Automation, group FAF-213, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova

Author correspondent: Diana Belaia, diana.belaia@isa.utm.md

Abstract: The article is dedicated to the study of definition of neural networks and spheres of their application. Nowadays neural networks help people in lots of spheres and let people solve extremely complicated tasks. Their role in economy is high: they are used for market prediction and creating the applications for real business.

Keywords: neural network, algorithm, economics, prediction, neurons, process.

Introduction

Nowadays, information technologies are gaining more and more influence. The use of neural network is becoming more and more popular every year, especially in the field of economics and business. New models of neural networks are being developed. Despite the fact that neural networks are used in wide variety of narrow fields, soon we will have an opportunity to implement neural networks in our everyday life.

The history of neural networks

The definition of neural network firstly was described in the middle of the XX century. The scientists who managed to develop the first works in the field of neural networks were McCulloch and Pitts. The computer model of a neural network based on mathematical algorithms and the activity of human brain was created in 1943. This model laid the foundations for two different directions to neural network research. One branch was devoted to the exploration of processes in the human brain, the other - on the use of neural networks as a part of artificial intelligence to solve different tasks and problems.

The Canadian physiologist Hebb described the link of brain neurons and their interaction in 1949. Firstly, the idea that learning consists in changes in the strength of synaptic connections was suggested by him.

In 1954, Farley and Clark developed an imitation of the Hebb network with the help of computers at the Massachusetts Institute of Technology. In 1957, Rosenblatt developed mathematical and computer models of information perception by the brain based on a two-layer learning neural network. During training, this network used arithmetic operations of addition and subtraction [1].

Interest in the study of neural networks faded after the publication of the work on machine learning by Minsky in 1969. He discovered the main computational problems that arise during the computer implementation of artificial neural networks. The main disadvantage was that neural networks could not perform the operation of exclusive or [1].

Research on neural networks slowed down until the time when computers reached high computing power. Later a method of error back propagation was developed. This method effectively solved the problem with the exclusive or operation.

Modern tasks of high complexity require the use of several methods, and now neural networks are gaining more and more popularity in different areas.

The concept and classification of neural networks

An artificial neural network is a mathematical model which is built on the principle of organization and functioning of biological neural networks and which consists of artificial neurons and nodes.

Neural networks are classified onto two categories: synchronous and asynchronous. In synchronous neural networks, only one neuron changes its state once. In asynchronous networks, the states of a group of neurons or usually the entire layer change at the same time.

Two basic architectures of neurons can be distinguished - layered and fully connected networks. In layered neural networks, neurons are divided into separate classes so that information processing is carried out in layers. Layered networks are classified onto single-layer and multi-layer [1].

In a multi-layer network, the first layer is an input, and the subsequent layers are internal or hidden, the last one is the output. The input layer of the multilayer network, respectively, organizes communication with the given data, and the output layer - with the output data. That is, neurons are separated into three groups: input, output and hidden. The input layer is organized from incoming neurons, which receive data for processing and distribute it to the inputs of the hidden layers of the network. A hidden neuron is a neuron located in a hidden layer of a neural network. Output neurons, from which the output layer of the network is organized, and the results of the entire neural network are output [1]. Figure 1 represents the multi-layer neural network:

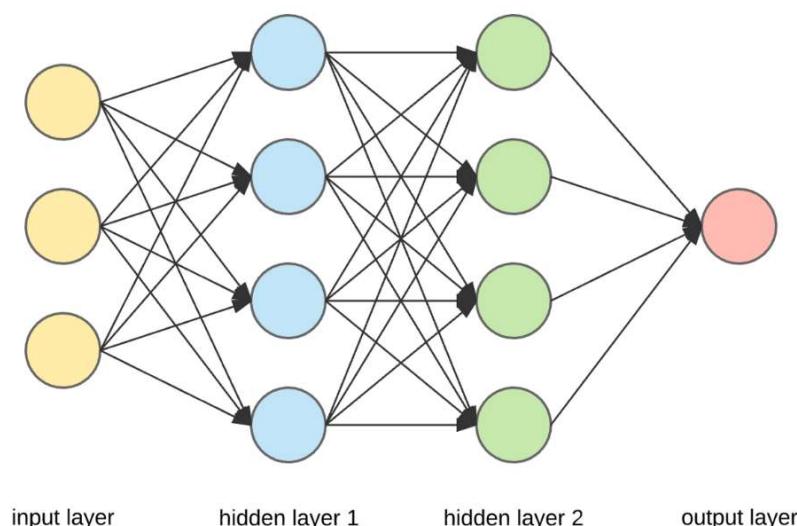


Figure 1. Multi-layer Neural Network [2]

In fully connected networks, the organization process works as follows: each neuron sends its output signal to other neurons, including itself. After several cycles of network operation the signals of output (all or some of them) might become the output signals of neurons. All input signals are fed to all neurons.

A neural network is used when the types of connection between the input and output are unknown, if there were accurate data on the connections, it would be possible to simulate the connection. There is also some significant feature of neural networks, the very dependence between input and output can be found in the process of network training.

To train the network, an algorithm of two types is selected: controlled, that is, "learning with a teacher" and unmanaged, respectively, "learning without a teacher".

Most often, learning with a teacher is used to train neural networks. A user who wants to manage network training should prepare some training data set. That is, for the input signals, paint the corresponding output signals. The neural network begins to learn how to create a connection between input and output, looks for matches and remembers them. The training data is taken from any historical information [3].

Figure 2 represents the recurrent neural network:

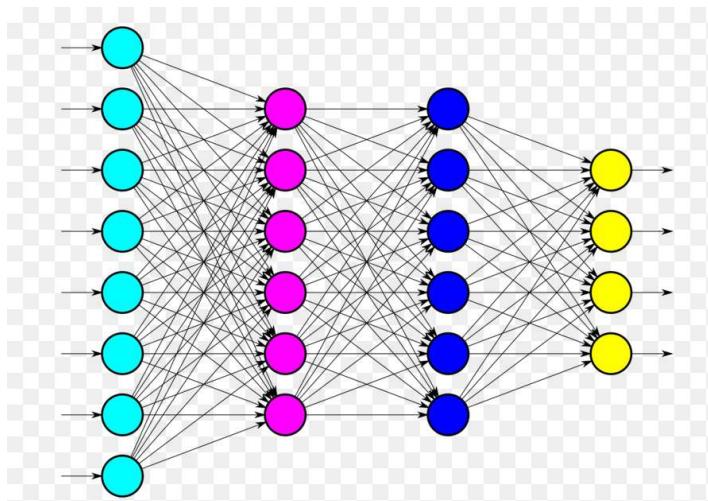


Figure 2. Recurrent Neural Network [4]

Neural networks in Economics

The role of neural networks is increasing in the field of economics.

Now the prediction of the market, optimization of commodity and cash flows, analysis and generalization of various social surveys, prediction of the dynamics of political ratings, optimization of the production process, comprehensive diagnostics of product quality is the main purpose to use neural networks in economy [3].

Neural networks are often used in real business applications. The effectiveness of its use in forecasting systems and marketing research systems is constantly growing.

The tasks where neural networks are used are similar in many aspects to the tasks that can be solved by conventional statistical methods. However, economic systems are very complex, as they depend on the actions of different people and events. This makes the process of creating an accurate mathematical model that could fully meet all the requirements, sometimes impossible.

In such complex systems, it is advisable to use models that can directly create a complete imitation of the behavior of the economy as a whole. This can be done by using neural network technologies.

Neural networks in other spheres

Today neural networks are used in many areas of human life:

1. Diagnosis of diseases of agricultural crops and other plants;
2. Images and videos processing is the application of artificial neural networks. Nowadays, artificial neural networks are also widely used in biometrics, like face recognition or signature verification [4];
3. Developers from Oxford University managed to train neural networks to recognize speech by lips. Studies have shown that the neural network correctly recognizes speech in 93% of cases. This achievement should significantly help people with hearing impairment [5];
4. Neural networks in Natural Language processing can be divided into two branches:

Text Classification and Categorization: Neural networks are actively used for text classification online web searches, language identification, sentiment analysis and recognition of parts of speech.

Language Generation and Document Summarization:

Their applications for generating text-based reports from data tables, automated reports writing, summarizing medical reports, generating stories and jokes are also created using neural networks' methods.

Conclusions

Why have neural networks become so popular nowadays? Because the capacities allow even not big companies to create neural networks. Moreover, pre-trained can be used for developing your own applications. It is also possible to use the algorithm of the same neural network for similar projects.

By the way, we should not forget that neural networks have to be studied for a long time. Methods based on neural network technologies are already used in many fields today, but it is necessary to explore the possibilities of neural networks. Also we can not say that neural networks will be able to completely replace a human in problem solving process, because a lot of things should be under control of people. The combination of human source and high-level technologies is the efficient solution for modern world with its needs.

References

1. История возникновения нейронных сетей. [online]. [accesed 25.03.2022] Available: <https://neuronus.com/history/5-istoriya-nejronnykh-setej.html>
2. Image classification with Convolutional Neural Networks. [online]. [accesed 25.03.2022] Available: <https://medium.com/@ksusorokina/image-classification-with-convolutional-neural-networks-496815db12a8>
3. ТРОФИМОВА Е. А., МАЗУРОВ В. Д., ГИЛЁВ Д. В. *Нейронные сети в прикладной экономике*. [online]. [accesed 25.03.2022] Available: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/46988/1/978-5-7996-2018-9_2017.pdf
4. Introduction to Application of Neural Networks. [online]. [accesed 25.03.2022] Available: <https://www.educba.com/application-of-neural-network/>
5. 17 применений машинного обучения в 5 отраслях бизнеса. [online]. [accesed 25.03.2022] Available: <https://mcs.mail.ru/blog/17-primerov-mashinnogo-obucheniya>

GASLIGHTERS - WHO ARE THEY?

Iuliana STETENCO

Department of Software Engineering and Automation, group FAF-211, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chișinău, Republic of Moldova

Corresponding Author: Iuliana Stetenco, iuliana.stetenco@isa.utm.md

Abstract. Gaslighting is a manipulative technique used to make someone question their perception of reality. The name of “gaslighting” comes from the title of British playwright Patrick Hamilton's play „Gas Light” and people who use this technique are called “gaslighters”. There are several ways to spot a gaslighter like the fact that they never take responsibility for their actions and do everything to isolate you from everyone else. Nobody is born a gaslighter but becomes them due to social circumstances. However, it is important to understand how to deal with one if you had the misfortune to meet them in your life.

Keywords: gaslighting, human relationships, psychology, manipulation.

Introduction

According to Oxford English Dictionary, “to gaslight” means “to manipulate (a person) by psychological means into questioning his or her own sanity” [1]. This psychological manipulation is designed to expose the individual as “defective”, “weird” or “abnormal”. The name of “gaslighting” comes from the title of British playwright Patrick Hamilton's play "Gas Light". Later on, a homonymous movie starring Ingrid Bergman was shown on the screen, in which the paradigm of gaslighting was clearly displayed.

Gregory (played by Charles Boyer) consciously tries to drive his wife Paula (played by Ingrid Bergman) crazy by manipulating her. Gregory's goal is to hospitalize Paula for her mental instability and give himself access to her very expensive jewels. Over the course of months, we see him engage in one manipulative tactic after another. He steals a brooch from Paula's purse to make her doubt her memory of putting it there. He accuses her of stealing his watch, and then "discovers" the watch in her purse, after secretly putting it there on his own while she is in the presence of friends who had been warned about Paula's instability. The title of the movie is inspired by the following manipulative move: Gregory looks for Paula's jewels in the attic on a regular basis, and when he does, the lights in the attic diminish the gaslights throughout the home. Paula always questions him about the gaslights dimming when this happens. And each time, Gregory claims Paula is hallucinating, implying that this, too, is a symptom of her mental illness. All the while, Gregory is full of phrases of claimed concern like “why don't you rest a while”, “do you really want to go out? You know you haven't been well”, etc.

In our lives and therapy, this term applies to behavior that typically differs from Gregory's in two important ways. First, those who participate in this sort of emotional manipulation are generally not consciously trying to drive their targets crazy. Second, they frequently appear to lack a clear goal in mind: they are not attempting to drive their audience 'mad' for the sake of something as simple as precious diamonds [2].

The Portrait of a Gaslighter

Well, how do we identify a gaslighter? In her book “Gaslighting: Recognize Manipulative and Emotionally Abusive People -- and Break Free”, Dr. Stephanie Sarkis list all the qualities present in these kinds of people [3]. It is important to mention that you may think “My friend did that to me once” or “Am I a gaslighter?” while reading some of the points provided below. Everyone can gaslight someone without knowing it. What is important is that you should be conscious of these behaviors and try to get rid of them or people who are gaslighting you. Also, just one matching point

isn't enough to call someone a gaslighter. When a person shows more of these characteristics over time, you're probably dealing with one. Here are some of them:

Their Apologies Are Always Conditional

Gaslighters are masters of the "conditional apology". They will apologize only if they're trying to obtain something from you or if you or someone else confronted them publicly and asked for an apology. In any other cases, they will not truly apologize but rather say something like "I'm sorry you're feeling that way", "Sorry, it was just a joke.", "I'm sorry I screamed, but you provoked me" etc. which can be translated as "I'm sorry but we both know it's your fault" or "You're overreacting". It is always someone else's fault. Remember: Just because a sentence has "sorry" in it, doesn't make it a true apology. Pay attention if they're willing to take personal responsibility.

They Isolate You from Others Using Lies

Gaslighters often turn people against one another. It offers them a feeling of control and power. As an example, let's say Anne is a gaslighter. She will go to Laura and lie that Jessica has said something unpleasant behind Laura's back. Now Laura has a conflict with Jessica. People are enraged and fight with one another and the gaslighter receives a power boost as a result of their victory. This move will make you closer to the gaslighter and will make you want to isolate from others. They're trying to separate you from the person they're setting you against. Remember: If someone doesn't say anything to you explicitly, presume that what they're saying isn't true and avoid third parties in your communication with others.

They Tell Others Something Is Wrong with You

That is another way to isolate you but, in this case, it's not your choice but others'. Gaslighters will use a variety of tactics to put a wall between you and everyone else. Probably you don't know if someone's talking behind your back and what they're saying but if you noticed a person telling you someone is "weird" or "crazy", chances are they might be doing that to you too. For example, if your significant other is telling you all of their exes were crazy and manipulative, there is a high probability you're going to be the next "toxic" ex. Telling people that you are insane is the most efficient approach to discredit you. That's when the Baader-Meinhof phenomenon starts to work. This is a cognitive bias where something you recently learned suddenly appears "everywhere". People learned that you're "crazy" and now everything you do will seem bizarre so they will be more tempted to stop communicating with you or doubt you.

They Use Your Weaknesses and Mistakes Against You

In a good relationship, it's absolutely normal to share private thoughts and feelings with your significant other. Unfortunately, while you're trying to establish a strong bond, the gaslighter would rarely divulge as many personal details. In the meantime, if you're dealing with a gaslighter, the knowledge you offer will soon be used against you in fighting as "evidence". For example, if you shared something about a past conflict you had with your colleague, they may use it in your next fight as "See, no wonder why your colleagues at work hate you.". All your actions will be meticulously scanned in order to find as many weaknesses as possible. They also tend to hyperbole your past mistakes so it seems like you're so stupid or that something is fundamentally wrong with you: "How could you possibly do it?", "Isn't it obvious?" etc.

Their Don't Really Compliment People

Gaslighters are extraordinary when it comes to backhanded compliments – compliments that either intentionally or unintentionally also may be taken as an insult, like "That dress is great! It makes you seem less fat." or "I didn't expect you to get the job — Congratulations!". They don't truly compliment you because everything is a way to remind you that you're not perfect.

They often tease you

Gaslighters are the worst kind of teasers. It starts with some minor things like your accent in a foreign language or the way you presented your homework during the class. Then it escalates to them teasing you in front of your peers. When you express your dissatisfaction with their statements or impersonation, they accuse you of being overly sensitive. This isn't your typical sibling teasing or joking with your friends because it can get cruel. Also, gaslighters will never tolerate any kind of

teasing from you. Of course, some people can tease you just for fun, not meaning to hurt you in any way. Remember that if something is insulting you should immediately ask them to cease this sort of statement and explain why it was damaging for you. “It was just a joke” and the fact that “others don’t react like that” it’s not a valid reason. Most people will (truly) apologize and do their best to not harm you in the future. Regretfully, gaslighters won’t do that but you still have to set your own boundaries and not just accept it as it is.

They always brag about their accomplishments

Gaslighters frequently brag about their accomplishments, such as receiving a scholarship, good grades or a raise at work. They often exaggerate or may even tell you multiple times about an accomplishment that was like five years ago. They will get angry with you if you don't respond with enthusiasm and admiration and will try to minimize your success. Gaslighters place a high value on their own accomplishments and traits, no matter how irrational these accomplishments and attributes may be. It's important for them not only to feel superior but to make everyone think that way so they can get some authority or attention. They also can get into “mansplaining” (or the female version – “femsplaining”) – explaining to you something you already know but as if they have more knowledge than you in a particular field. For example, if you’re a professional graphic designer and they just made a good poster in high school and received a good grade for it but they will try to tell you how to better do your job, even though you didn’t ask for their advice,

They Invalidate Your Feelings

“You’re overreacting”, “You’re too sensitive”, “Don’t be so dramatic” etc. These are just the most frequently used phrases to invalidate your feelings. In this way, they are telling you indirectly something is wrong with you and that your perception of reality is wrong. The illusory truth effect tells us if we hear the same information repeated over and over again, we typically believe it to be true. Thus, if they tell you you’re “too emotional” not just once or twice, you’re going to fall into the trap. Especially if the gaslighter has some “allies” that may appear due to the previous point. You’ll start questioning yourself, your feelings, and your actions so you become easily manipulated. If you already think that way, it’s better to ask a psychotherapist for help cause they’re more qualified. Also, the very definition of “overreacting” implies there is a “correct” way to react which is not true. Everyone is coping differently.

Why Gaslighters Gaslight?

In her book, “The Gaslight Effect” [4], dr. Robin Stern stipulates that people use this tactic as a way to regain control of the relationship, relieve some anxiety, and feel "in charge" once more. It helps to shift the blame and tear down someone else while keeping them hooked, especially if what they're hooked on is the overwhelming need to please someone else — or prove that person wrong. Nobody is born a gaslighter. People become them because of social circumstances. They see it, experience its effects, or come upon it and realize it is a powerful instrument that works wonderfully. Some mimic their parents' behavior and end up using the same manipulations because that's just their normal way of interaction with others within their family. The gaslighter may be completely unaware that he is engaging in any kind of strategic or manipulative act. He may lack self-awareness and believe he is just expressing himself directly. Some started developing that behavior for self-preservation and “escape” from abusive parents and just carried it on in their adult life without changing or questioning that way of “survival”.

What Should I Do?

In the article “If Your Partner Keeps Gaslighting You, Here's What You Can Do” by Madeleine Burry [5], the author gives great advice for those who are gaslighted by their romantic partners but it can also be applied in all sorts of relationships.

React calmly

It's hard sometimes to keep calm when you know you're being manipulated but it's important to understand gaslighters use your anger against you. The moment you look frustrated and not

confident enough – you seem to be the problem and the guilty one, especially if you’re in public. “I think we didn’t understand each other correctly, may we talk things through?” could be a great conversation starter where you can expose your point of view and listen to theirs.

Trust Your Guts

Gaslighters may be really persuasive and great at pressuring people. You should always ask yourself “What I actually believe is going on?”. Keeping a diary or notes where you constantly analyze your days and emotions, not feeling judged, may help you find the answer to that question.

Go To a Specialist If the Gaslighting Doesn’t Stop

You tried to talk to the gaslighter and they didn’t change their behavior? Therapy might help you overcome gaslighting and define the next steps that should be taken. Furthermore, it’s an excellent way to rebuild your ruined confidence. If it’s possible, it would be beneficial to bring the gaslighter to therapy (e.g., couple therapy) so you could sort things out and work on building a healthy relationship.

Leave

If they’re not willing to put the effort to change – you’re powerless. The best thing you can do for your mental health is to leave or at least to minimize the communication. It’s not an easy or pleasant process but it’s totally worth it.

Conclusions

Gaslighting is a widely used technique. In fact, it’s so common that it was shortlisted as Word of The Year 2018 from Oxford Dictionary. (Spoiler: the word “toxic” won the competition.) However, a lot of people don’t know what it is or can’t recognize gaslighting as well as not being gaslighters themselves. Sadly, most of us don’t understand that some of our actions may be toxic even if we didn’t mean them to be. If any of you identified themselves as a gaslighter after reading this article and are willing to change – congratulations! You’re one step closer to a better life. If you identified a gaslighter in your life – I hope they’re willing to put in some effort and change their behavioral patterns. In any case, gaslighting became rooted in our life but this fact doesn’t make it any less harmful. Therefore, it’s extremely important to know what is it and educate ourselves as well as our environment about it.

References:

1. Oxford English Dictionary [online]. [Accessed: 26.02.2022]. Available: <https://www.oed.com/viewdictionaryentry/Entry/255554>.
2. ABRAMSON, K. Turning up the lights on gaslighting. In: *Philosophical Perspectives*, 2014, 28, Ethics, pp. 1-31.
3. SARKIS, S. *Gaslighting: Recognize Manipulative and Emotionally Abusive People - and Break Free*. New York: Da Capo Press, 2018.
4. STERN, R. *The Gaslight Effect*. New York: Morgan Road Books, 2007.
5. BURRY, M. *If Your Partner Keeps Gaslighting You, Here's What You Can Do* [online]. [Accessed: 05.03.2022]. Available: <https://www.health.com/relationships/how-to-deal-with-gaslighter>.

PRIME NUMBERS: HISTORY, THEORIES AND APPLICATIONS

Georgeana GLOBA*, Dorin OTGON

Software Engineering and Applications Dept., FAF-211, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics,
Technical University of Moldova, Chișinău, Moldova

*Correspondent author: Globa Georgeana, georgeana.globa@isa.utm.md

Abstract. As many properties of the primes started being discovered, so did the interest in them grow as time went on. The very existence and purpose of prime numbers has been justified by their increased usage in various scientific fields. Although many questions about them (primes) are still unanswered, their usefulness is undoubted as they are one of the founding pillars of Modern Security. Patterns involving primes have also found use in physics, engineering, and have even been part of an evolved trait in nature.

Key words: primes, number theory, application, algorithms

Introduction

Prime numbers - one of the many wonders of mathematics, are a category of numbers that have the property that they cannot be divided by anything other than 1 and themselves (i.e. they are not a product of two smaller natural numbers). They have been a topic for discussion in a lot of mathematical conferences and countless people have tried solving the mystery of their uniqueness, and thus numerous conjectures and open questions have been formed – one of them being the famous Goldbach Conjecture. Fortunately, their mystery is what keeps a lot of modern Security afloat – prime factorization is one of the main components of it.

Although many may be restricted to think that they have uses only in the field they originated from – mathematics – that is not necessarily true. They have a vast variety of applications in Biology, Cryptography, Engineering, and even Arts because of their distinctive features.

A Prime Look in the Past

One of the earliest studies of prime numbers has been discovered in ancient Greece. Euclid's Elements (a mathematical treatise) demonstrated the fact that there are infinitely many prime numbers (infinitude of primes) and it formed a stable basis for the fundamental theorem of arithmetic. Another important discovery of the Greeks was the Sieve of Eratosthenes - an algorithm that finds all prime numbers up to any given limit [1].

Around the year 1640, Pierre de Fermat - a renowned French mathematician - published one of his theorems called “Fermat’s little theorem”(1) which stated that if p is a prime number, then for any integer a , the number a^p is an integer multiple of p .

$$a^p \equiv a \pmod{p} \quad (1)$$

A distinctive group of numbers that has been questioned for their primality (i.e. whether they are prime or not) were the Fermat numbers - they are of the form:

$$F_n = 2^{2^n} + 1 \quad (2)$$

out of which only the first 4 have been determined to be prime - the rest, up to $n = 32$, were proven to be composites. There are still some open questions which are yet to be answered, such as: “Is F_n composite for all $n > 4$?”; “Are there infinitely many Fermat primes?” “Are there infinitely many composite Fermat numbers?” or even “Does a Fermat number exist that is not square-free?”.

Another interesting group of primes that were discovered in the 17th century by the polymath Marin Mersenne were the Mersenne primes (or the Mersenne numbers without the primality requirement). The primes are of the following form:

$$M_n = 2^n - 1 \quad (3)$$

where n is any prime. The reason why n is prime is because a composite n will provide a composite result. Even so, there has been found a smallest counterexample to that theorem:

$$M_{11} = 2^{11} - 1 = 2047 = 23 \times 89 \quad (4)$$

The largest known prime number is also a part of this set: $2^{82,589,933} - 1$ which is a Mersenne prime. Up to date, it has not been proven whether there are finitely or infinitely many Mersenne primes.

In number theory, Euler's totient function counts the positive integers up to a given integer n that are *relatively prime* to n (i.e. the only positive integer that is a divisor of both of them is 1). He introduced the given function in 1763, which he later denoted by $\varphi(n)$. This is one way of computing $\varphi(n)$:

$$\varphi(n) = n \prod_{p|n} \left(1 - \frac{1}{p}\right) \quad (5)$$

where the product is over the distinct prime numbers that divide n.

Nowadays, primes remain relevant within discussions regarding mathematics as there are still plenty of problems and conjectures that are yet to be solved or proven otherwise. Many uses and applications have been proposed as their properties continue to be found, ensuring improvements of our society's quality of life.

Primes: Modern Applications

The most prominent contemporary use for primes comes in the domain of cybersecurity. They are used in the generation of public and private keys (used for file encryption and decryption), and play an essential role in the RSA encryption algorithm, named after the scientists that have described it: Ron Rivest, Adi Shamir and Leonard Adleman [2]. This algorithm is commonly used almost anywhere on the Internet: sending emails, forming secure connections with websites or VPNs, online chat rooms, even digital signatures.

Another common use of primes is within mathematical theories and statements. They lie at the base of the Fundamental Theorem of Arithmetic, which states that any positive integer can be represented in a unique product of primes. Other principles related to prime numbers include the aptly named "Prime number theorem" and Dirichlet's theorem on arithmetic progressions. Prime numbers are also related to a number of conjectures - theories that are yet to be proven or disproven. The Riemann hypothesis is directly related to primes, as the zeroes of its associated function can help describe their distribution [3]:

$$\zeta(s) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^s} = \prod_p \frac{1}{1-p^{-s}} \quad (6)$$

Problems of similar nature include the following: the Goldbach conjecture, Fortune's conjecture and Polignac's conjecture.

Prime numbers have managed to find their use in physics as well, as gears within machinery usually have co-prime numbers of teeth, resulting in even wear throughout the gear. Another application, which is just as important, is for avoiding resonance within systems with multiple oscillators, whether it be the number of spokes on a car wheel (which are most commonly 5) or the

number of blades on a rotor or a turbine. This way, one can avoid the generation of vibrations or excessive noise within a system. A more intriguing use for primes is within quantum mechanics, where the series of prime numbers can represent the energy eigenvalues of a potential [4-5]. The sequence of prime numbers, due to their aperiodic order, can help form quasicrystals - crystals with no translational symmetry at an atomic level, which tend to possess unusual properties [6].

Scientists concerned with looking out for extraterrestrial life were debating for a way to communicate with possible intelligent life through some method which did not rely on language. Frank Drake came up with a system to send messages similar to Morse code, where the dots would represent parts of an image instead of a letter. The number of signals to be sent would be a product of 2 prime numbers, as one could arrange the signals in only 2 possible rectangular layouts. Such a sequence was sent from the Arecibo Observatory in Puerto Rico to the star cluster M13 back in 1974, the code now known as the “Arecibo message” [7] (Fig. 1).

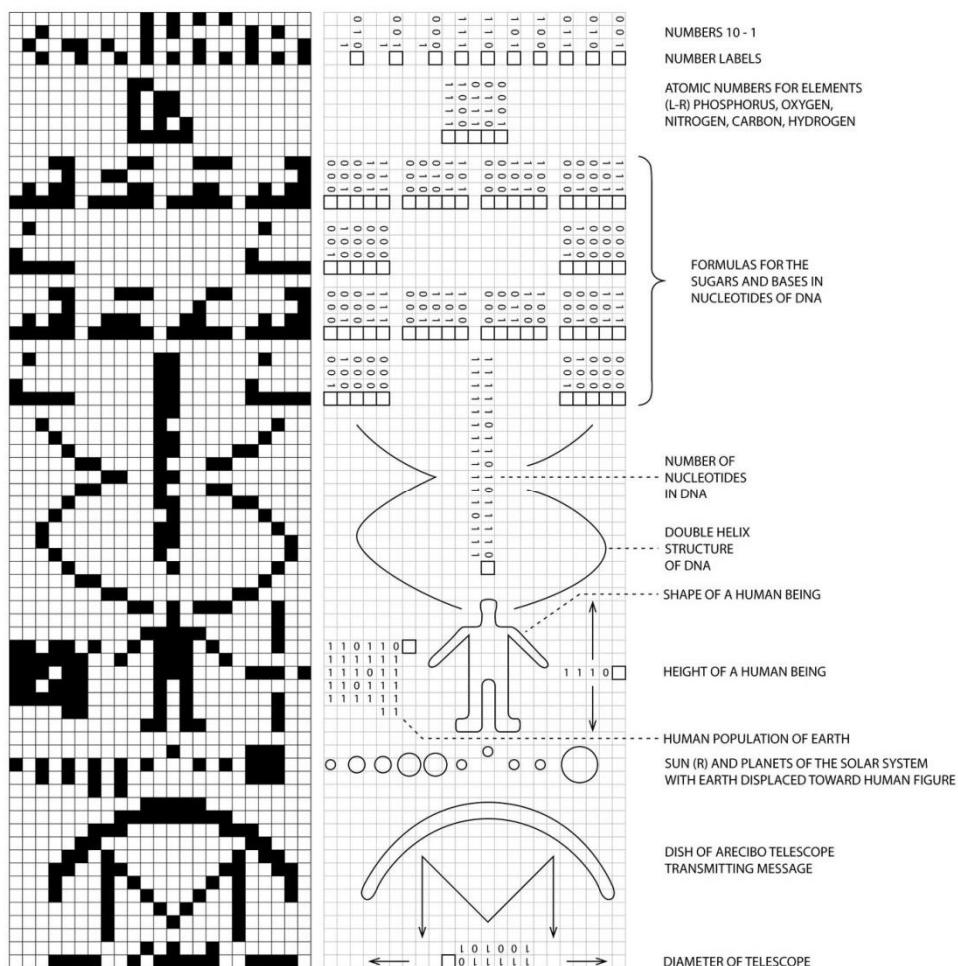


Figure 1. The Arecibo message on the left, with an interpretation of each corresponding part [8]

Prime numbers also influence the living creatures around us, as some species of animals have developed survival strategies based on the property that prime numbers do not have any factors other than 1 and itself. Seven species of cicadas in North America have developed a 13 or even 17 year long life cycle, where they emerge from their nymphs within their last year of their life. Scientists speculate that this particularity was evolved to avoid the development cycles of the predators of the cicadas, as to minimize the number of years when both are active [9].

Conclusions

People have been interested in the peculiar set of prime numbers ever since Antiquity, this curiosity being propagated throughout the ages by various great minds to the present day. Lying at the foundations of algebra, primes have great influence over different domains of science and even have an impact in our day-to-day life, being at the core of cryptography, finding applications within engineering, and posing questions of great interest within the fields of mathematics, even being witnessed among nature. By understanding the properties of the sequence of prime numbers, we can further our knowledge within various scientific fields.

Acknowledgements

We would like to thank Cojuhari Elena, Associate Professor at the Department of Mathematics, Technical University of Moldova, for a thorough scientifical check and for her suggestions with reference to the topic, and Gogoi Elena, univ. lect., Department of Software Engineering and Automatics, Technical University of Moldova, for providing extensive feedback on the paper.

References

1. O'CONNOR, ROBERTSON, E., F.: *Prime Numbers*, 2018, [online]. [accessed 22.02.2022]. Available: https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/HistTopics/Prime_numbers/
2. MICHAEL, C. *The RSA Cryptosystem: History, Algorithm, Primes*, 2007, [online]. [accessed 22.02.2022]. Available: <http://www.math.uchicago.edu/~may/VIGRE/VIGRE2007/REUPapers/FINALAPP/Calderbank.pdf>
3. ENRICO, B. *Problems of the Millennium: the Riemann Hypothesis.*, 2000, [online]. [accessed 23.02.2022]. Available: https://www.claymath.org/sites/default/files/official_problem_description.pdf
4. BARRY, C. A Prime Case of Chaos. In: *What's Happening in the Mathematical Sciences, Volume 4*, 1999, pp. 2-17
5. MUSSARDO, G. *The quantum mechanical potential for the prime numbers.*, 1997, [online]. [accessed 24.02.2022]. Available: [arXiv:cond-mat/9712010v1](https://arxiv.org/abs/cond-mat/9712010v1)
6. NATALIE, W. *A Chemist Shines Light on a Surprising Prime Number Pattern.*, 2018, [online]. [accessed 24.02.2022]. Available: <https://www.quantamagazine.org/a-chemist-shines-light-on-a-surprising-prime-number-pattern-20180514>
7. CARL, P. *Prime Numbers and the Search for Extraterrestrial Intelligence*, 2004, [online]. [accessed 24.02.2022]. Available: <https://math.dartmouth.edu/~carlp/PDF/extraterrestrial.pdf>
8. *Areibo message and decoded key*, Science Photo Library, United States, [online]. [accessed 24.02.2022]. Available: <https://www.sciencephoto.com/media/520525/view/arecibo-message-and-decoded-key>
9. PAUL, L. *Prime Numbers*, 2008, [online]. [accessed 22.02.2022]. Available: https://arachnoid.com/prime_numbers/index.html

INCLUSIVITY AND ACCESSIBILITY IN UX DESIGN

Valeria COZLOV^{1*}, Maxim-Andrei ZADOROJNII²

¹Department of Software Engineering and Automation, FAF-213, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chișinău, Moldova

²Department of Software Engineering and Automation, FAF-211, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chișinău, Moldova

* Correspondent author: Valeria Cozlov, valeria.cozlov@isa.utm.md

Abstract. In the design industry, the start of a new decade means a greater emphasis on inclusive design. As a result, UX specialists throughout the IT sector are increasingly being drawn to design truly inclusive products and experiences. Don't think that inclusive design is an "advanced topic" if you're new to the realm of UX design! The history of UX design is replete with examples of inclusion. If your users feel excluded from the experience, whether it's a login screen, a search experience, a purchase procedure, or anything else you can think of, they're likely to abandon it totally. Inclusive design is one of the most powerful and successful methods to improve user experiences for people of all backgrounds, identities, and experiences.

Keywords: UX design, accessibility, inclusive design, assistive technology, next billion users.

Introduction

Author Vale Querini puts it in her article that "If we don't intentionally include, the risk is to unintentionally exclude." [1]. There are a lot of features that have to be considered when designing a mobile application, a website, like the branding, colors, fonts, readability, or ease of access. In our opinion though, one of the most important aspects is considering the needs of people with special needs and making sure that their experience on the product they're designing is no less satisfactory than that of an average person. This concept can be shortened to accessibility and inclusivity and it is what our article will be focused on.

From universal to inclusive design

Let's begin at the very beginning. Universal design was coined when designers began thinking about how to involve a wider spectrum of individuals in their designs. Universal design is the process of producing a single product that can be used by people of all abilities and in a variety of contexts [2]. Consider it a one-size-fits-all solution. Designers propose a single solution for all. The issue is that when they focus on producing a single answer for everyone, the designs become ineffective. When designers have a large number of targeted consumers, it can be tough to meet any goals with their product.

There are many different user design frameworks, and they evolve a lot over time, but they all have one thing in common: they prioritize the user before everything else (business, money, etc.). Universal design, inclusive design, and equity-focused design are three strategies to put the user first as a designer. The approach to including people began to alter when UX designers learned that universal design didn't suit the demands of every user. This is when designers began to consider the concept of inclusive design, which focuses on developing solutions that address a variety of demands.

Inclusive design refers to creating design decisions that consider personal characteristics such as ability, race, economic background, language, age, and gender [3]. Researchers and designers from traditionally marginalized groups are included in the process of inclusive design, so they can contribute their unique insights at all stages of the design process. If universal design is a one-size-fits-all approach, inclusive design may be summed up as "solve for one, extend to many." When you solve for one type of user with inclusive design, the benefits of that solution can be extended to many other types of users.

For example, while creating, they pay greater attention to the requirements of persons who are blind or deaf than to those who rely on their sight or hearing to communicate. Then, when they construct new versions of a product, they design for those populations that are left out, such as people with physical or cognitive limitations. Inclusive design encompasses several aspects, including accessibility. Accessibility refers to the process of creating products, gadgets, services, or places that are accessible to individuals with impairments. However, designers have to keep in mind that the concept of "solve for one, extend to many" primarily benefits the design's intended audience and existing users. Many groups have yet to be included. With time, UX designers understood that inclusive design wasn't always enough, and UX designers have arrived at the point where equity-focused design is becoming a new industry aim.

Equality-focused design vs equity-focused design

Equity-focused design expands on the concept of inclusive design. It asks designers to concentrate on creating products for groups that have been historically underrepresented or ignored. The purpose of equity-focused design is to empower historically marginalized populations.

To design with equity in mind, we must first understand the distinction between equality and equity. Although the two words sound similar, they refer to two distinct topics. Equality entails offering equal opportunities and support to all members of society [4]. To put it another way, everyone receives the same thing. To achieve fair outcomes, equity requires giving varying levels of opportunity and assistance to each person. Equity-focused design is considering all parts of a product and ensures that it is both accessible and equitable to people of all genders, races, and abilities. Furthermore, the designers must take into account underrepresented and excluded populations.

Because they frequently involve gathering sensitive data from users, job applications and census forms are one area where gender and race require special consideration. You may have previously heard how important it is to use gender-neutral pronouns on these types of forms, but when creating these forms, it is important to think about whether or not a particular inquiry is necessary in the first place, and if gathering this information really is required. A question on gender identity, for example, is typically unnecessary in a job application. If a question must be included on the form, such as in a census that collects population data, the wording has to be carefully analyzed to ensure that it is not biased toward what is deemed the culturally accepted norm. Consider a survey that asks respondents to indicate their gender preference. A variety of options should be included, including male, female, gender-nonconforming, nonbinary, and a blank field for a written response.

The impact of assistive technology on people with disabilities

Next off, we'll look at some of the different assistive technologies that can help people with disabilities. Assistive technology, or AT for short, refers to any products, equipment, or systems that help people with disabilities learn, work, or go about their daily lives [5]. They have to look at color modification, voice control, screen readers, and alternative text as examples of assistive technologies, then at a few design considerations to keep in mind when creating accessible content.

It's crucial to note that there are many people who do not identify as disabled but utilize assistive technologies. That's because assistive technology makes our lives easier and contributes to a better user experience. Computers, tablets, and smartphones come to mind when we think of assistive technology. However, AT encompasses a broad range of devices, including prosthetics, pointing devices, electric wheelchairs, power lifts, eye gaze, head trackers, and much more. The UX design process must take into account how individuals with impairments use your product.

To begin with, let's take a look at color modification. The contrast of colors on a screen is increased via color modification, such as high contrast mode or dark mode on a device. High contrast can be seen in black text on a white backdrop or white text on a dark background. The interface's high contrast makes it easier for persons with low vision to view. Anyone who suffers from eye strain when watching displays in the dark or during the midday hours, when the sun creates an intense glare, can benefit from color alteration. It's used by a lot of individuals simply because it's easier on the eyes.

Next, we move on to voice control and switch devices. Both of these devices assist folks with limited dexterity and can be used instead of a keyboard or mouse. Voice control allows users to navigate and interact with their devices' buttons and screens solely by speaking. This feature is available on a variety of devices. A switch is a piece of assistive technology that takes the role of a computer keyboard or mouse. Users can utilize switch devices to operate technology such as a computer or smartphone. Switch devices come in a variety of shapes and sizes, but they all assist people with limited motor skills, who utilize technology effortlessly.

Screen readers are up next. For those with reduced eyesight, screen readers are one of the most used assistive tools. The software is compatible with mobile and web devices, and it reads any text on the screen aloud. Screen readers also interpret non-visible text such as button names and alternative text for images, as well as any interactive elements such as buttons. Alternative text (also known as alt text) aids in the conversion of a visual user interface to a text-based user interface. It essentially employs words to describe any relevant visual to someone who cannot see it. Alt text is also quite useful for folks with slow internet connections. If a device is unable to sustain an internet connection, it may have trouble loading a large file or image. When an image fails to load, the alt text provides context.

People don't need to be disabled to take advantage of assistive technology. A good example is speech to text. A user composes text using speech to text by speaking into their phone or computer. The voice recording is turned to text automatically. Many people find it much easier to text by talking to their device because it eliminates the need for their hands and minimizes the amount of mental energy required to type.

The next billion users: ultimate solutions

User experience does not only consider the experiences of current users; it also considers the experiences of those who are going to become internet users. These are folks from all over the world who are getting online for the first time. Did you know that a billion people around the world are just getting started with the internet? These people are known as the Next Billion Users, or NBUs [6].

To begin, let's look at the major difficulties that the Next Billion Users are facing, as well as what these issues entail for them from a designer's point of view. The first major concern is the expense. People may not be able to purchase pricey phones with large screens and large storage capacities. The following issue is that of connectivity. Users may not have constant or unlimited Internet access. Others may be unfamiliar with certain design patterns, calls to action, and iconography that they take for granted. They might not know what a swipe means in the context of a touchscreen, for instance. They may not even be aware of the existence of a touchscreen. This could affect their self-confidence and drive to experiment with new technology. The final point to consider is literacy in general. Some users are unable to read, others may need to switch languages depending on their objectives.

Let's take a closer look at each of these four challenges. Let's start with the price. People with lower resources, for example, are more likely to purchase less expensive gadgets with limited RAM and storage. When a phone's RAM is low, it means that web pages will load more slowly and customers will have trouble downloading things. A corporation is unlikely to cut its usual price to tackle this problem. Instead, it's up to us, the UX designers, to find out how to improve storage without raising the price, with a lot of help from engineers. One method UX designers and programmers can accomplish this is by allowing users to temporarily stop apps.

Let's talk about connectivity next. Many of the Next Billion Users do not have constant internet connectivity. This could be because the data they purchased has expired, or that their network coverage is irregular or erratic. Designers of user interfaces should look for ways to make the offline experience as rich as the online one. Allowing customers to watch videos offline and ensuring that this function and experience are well-designed.

Then there's digital literacy. It's worth noting that some of their consumers may not know how to operate a phone, download an app, or create an account. They may only utilize the parts of the app

that they are already familiar with if there is no clear guidance, or they may stop using the app altogether if there is no clear direction. It is important to keep it simple while creating for their Next Billion Users. Designers can consider using video lessons to help new users learn how to install and utilize an app and explore new features more confidently.

Finally, there's the general issue of literacy. Some users are unable to read or type, while others may choose to change the language on their device based on their needs. A user might, for example, want to read in Russian while typing on an English keyboard. UX designers may make life easy for the Next Billion Users by designing a bilingual keyboard option and employing widely recognized iconography, such as an icon with a currency sign for a financial app.

There's a lot more to consider when designing for the Next Billion Users than these four frequent issues.

Conclusion

Our goal is to make every user feel as if the experience was tailored specifically for them, regardless of who they are, where they live, how much money they make, or how well educated they are. Gaining a thorough grasp of a user's context is a good place to start, and as a UX designer, it is already the first step in the realm of inclusive design.

References

1. QUERINI, V., *What is inclusive design? A beginner's guide* [online]. 2021 [Accessed: 28.02.2022]. Available: <https://careerfoundry.com/en/blog/ux-design/beginners-guide-inclusive-design/>
2. CONNELL, B., JONES, M., MACE, R., MUELLER, J., MULLICK, A., OSTROFF, E., SANFORD, J., STEINFELD, E., STORY, M., VANDERHEIDEN, G. *The principles of universal design* [online]. 1997. [Accessed: 19.02.2022]. Available: https://projects.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_ud/udprinciplestext.htm
3. *Inclusivity in Design Microsoft Toolkit Manual*. [online]. 2016 [Accessed: 09.01.2022]. Available: <https://www.microsoft.com/design/inclusive/>
4. DEDRICK, M. *Foundations of user experience (UX) design*, [COURSERA lecture]. 2020. [Accessed: 17.12.2021]. Available: <https://www.coursera.org/learn-foundations-user-experience-design/lecture/9XHGZ/the-importance-of-equity-focused-design>
5. RUDNICKI, T., et.al, *What is AT?* [online]. 2015. [Accessed: 10.02.2022] Available: <https://www.ata.org/home/at-resources/what-is-at/>
6. ARORA, P., *Next billion users. Digital life beyond the west*, Cambridge, Massachusetts Harvard University Press, 2019.

JAMES WEBB SPACE TELESCOPE

Vladislav CRUCERESCU

Department of Software Engineering and Automation, group FAF-212, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chișinău, Republic of Moldova

Autorul corespondent: Vladislav Crucerescu, vladislav.crucerescu@isa.utm.md

Abstract. The James Webb Space Telescope (JWST) is the latest Space Observatory that features advanced cutting edge technology, including infrared light detection instruments that capture images of distant objects which wavelength elongated due to the expansion of the universe, faint young stars and exoplanets.

Key Words: infrared light, redshift, cryogenic temperatures, heat radiation, fine alignment, alignment correction, nominal course.

Introduction

The James Webb Space Telescope (JWST) is a joint project between NASA, European Space Agency and the Canadian Space Agency. Its first mention was in 1989 as a replacement for the Hubble Telescope and its launch being planned for 2005. The construction began only in 2004. With several delays, it finally got launched after nearly three decades in 2021. The James Webb Space Telescope was launched on an Ariane 5 rocket from French Guiana on the 25th of December 2021 at 12:20 GMT. The key feature of the telescope is detecting infrared light. The primary goals of the Telescope is to study the formation of galaxies, stars and planets in the universe, to see through dense dust nebulae and to study objects that are redshifted into the infrared spectrum.

The Second Lagrange Point

James Webb Space Telescope will orbit the second Earth-Sun Lagrange point or L2. This point is in itself empty, yet it is a mathematical deduced point where an object can orbit the sun with the same period as the earth, even though it is situated at a greater distance. This is possible due to the overlap of both sun's and earth's gravitational force that cancels out the centripetal force. Earth and moon reflected light from the sun, is strong enough to damage satellite's equipment. L2 provides a perspective from where the sun, earth and moon are seen in the same direction, therefore the telescope will only have to shield that one direction.

The general equation of forces at L2:

$$F_{\text{sun}} + F_{\text{earth}} = F_{\text{centripetal}} \quad (1)$$

From this we can deduce that:

$$\frac{M_{\text{sun}}}{(R+r)^2} + \frac{M_{\text{earth}}}{r^2} = \frac{M_{\text{sun}}(R+r)}{R^3} \quad (2)$$

Solving for r we get a distance of approximately 1.6 million km.

F_{sun} - gravitational force of Sun

F_{earth} - gravitational force of Earth

$F_{\text{centripetal}}$ - centripetal force at the L2

M_{earth} - mass of earth

M_{sun} - mass of sun

R - distance from earth to sun

r - distance from earth to L2

The Telescope is powered by solar energy, therefore it needs to adopt an orbit around L2 in order to not stay in Earth's shadow. L2 is an unstable equilibrium point and if the telescope passes L2, the centripetal force will overcome the forces of gravity throwing its orbit off, therefore the satellite must orbit slightly away from L2, closer to the Earth.

Deployment of The Space Telescope and its Instruments

After its launch and shedding off the booster rocket, an automatic process of two days begins. First step is the deployment of the solar array. The telescope will then go off of battery power and start generating its own power. The Mid Course Correction Burn 1a compensates for the intentional underburn of the Ariane rocket. The underburn is by design due to the possibility of too much thrust from Ariane 5 that would require the satellite to turn around, which would expose all the instruments and optics to the heat of the sun. The last step is the deployment of the Gimbaled Antenna Assembly, pointing back to Earth, allowing all the other deployments to be controlled manually from the ground. After 30 days from its launch, JWST executes the insertion burn into the orbit around L2.

James Webb Space Telescope is designed to capture infrared light. Infrared light is heat energy. In order to detect the faint light coming from space, the telescope itself must be very cold, otherwise its own heat emmisions will interfere with the readings.

Webb's sunshield allows the telescope to passively cool down bellow 50 K, by radiating its heat into space and reflecting sun's light. The sunshield consists of five layers, the first one being the hottest. The vacuum from the gaps is an excellent insulator and will allow for the heat radiated by the membranes to be reflected back into space (figure 1).

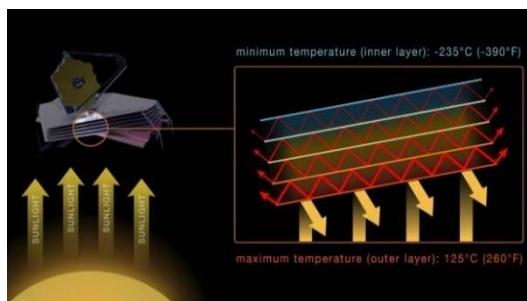


Figure 1. Here it shows how heat is reflected and dissipated back into space [1]

The sunshield is made out of thin lightweight material of Kapton E with specific coatings. Kapton is a polyimide tape that has high heat-resistance and tolerates a wide range of temperatures from 4 K to 673 K. Each layer is coated with aluminum for its high reflectivity. The first two layers facing the sun have a doped-silicon coating. Doping is a process where a small amount of a different material is mixed in during the Silicon coating making it electrically conductive. It is therefore grounded to the rest of JSWT to not build up static electric charge. Silicon also has a high emissivity [2]. The role of the fifth layer is mostly for the margin of error, to account for imperfections and micro-meteoroids that can tear through one of the membranes [3].

The membrane material is durable, but even a small hole can get bigger. By using a special process called a Thermal Spot Bond, where areas are melted together, it reinforces strips of membrane material and stops the tears from „spreading”. This way a grid-like pattern of „rip-stops” is created that isolates the area of damage [4].

JWST is too large to fit into a rocket in its functioning state, therefore it was designed to unfold as an origami. The deployment of the sun shield takes eight days, firstly, the two forward and aft pallet structures are unfolded to their full length. The aft momentum flap is deployed to stabilize the telescope's orbit and rotation by using the photon pressure of the sun. The protective membranes covers of the sunshield are unfolded. The mid-booms are deployed expanding the sunshield to its full kite shape. After tensioning the membranes, the sunshield is fully secured into position finalizing the sunshield deployment step 10 days after launch.

JWST includes a primary, secondary, tertiary and a Fine Steering Mirror (FSM). Three strong struts of about 8 meters, fixate the secondary mirror right in front of the primary mirror. They are made out of carbon fiber composite, hollow, with a thickness of about one millimeter. The secondary mirror is perfectly rounded in a convex shape with a diameter of 0.74 m. The secondary mirror plays an important part in reflecting and focusing the light from the primary mirror to the concave aspheric tertiary mirror (figure 2). The light will then be reflected to the FSM which is a high quality mirror used to stabilize the image [5].

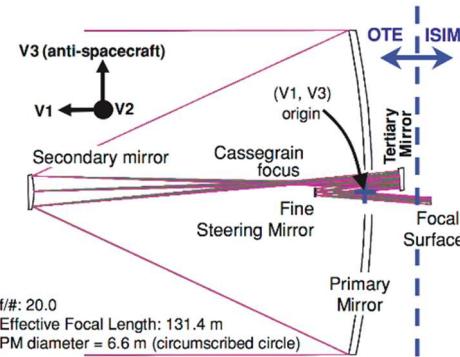


Figure 2. How light is redirected into the instrument system [5]

JWST's primary mirror has a diameter of 6.5 m and an area of 25.4 m^2 , comprised out of 18 hexagonal shaped mirrors. The primary mirror segments are mounted on a graphite-composite backplane structure. Two „wings” both supporting three mirror segments, deploy and latch firmly into their permanent positions on the first few weeks.

Each of the primary mirror segments possess six actuators which are tiny mechanisms composed of precision motors and gears. They are used to move the mirror surfaces so that all 18 can be aligned to each other. Each primary mirror segment has one special „force” actuator. The force actuators enable the segments to have the same center of curvature [6].

The mirrors themselves are made out of beryllium, lightweight, stiff and good at holding its shape to temperature changes. Each mirror substrate is nearly 5 centimeters thick. The reflective side is polished to an average roughness of 20 nm. It is coated with a 100 nm thin layer of pure gold due to its efficiency of reflecting infrared light. By putting the mirrors inside a vacuum chamber and vaporizing a small quantity of gold, it is deposited finely on the mirror. A thin layer of amorphous glass is deposited on top of the gold to protect it from scratches. One mirror segment has a mass of 20 kg, while a full segment assembly is about 40 kg [6].

Periodic Wavefront Sensing and Control (WS&C) keep the primary mirrors aligned and in phase. Due to the stable space environment, the wavefront sensing system architecture is different from large telescopes on the ground. The Space Telescope does not suffer from atmospheric disturbances and gravity-induced deformations, instead JWST only needs corrections to temperature changes that cause slight thermal expansion or contraction. After launch and deployment, the segments and science instruments will be misaligned up to several milimeters. An iterative process will bring the mirrors to an alignment of nanoscale accuracy. WS&C will begin once the telescope and instruments have cooled sufficiently toward their operating temperatures. The first high quality images will be first achieved by NIRCam, it being the main wavefront sensing sensor. During routine science operations, the wavefront will be monitored periodically taking about 1%-2% of observatory time [7].

JWST houses four different infrared light detection instruments: Near Infrared Camera (NIRCAM), Mid-Infrared Instrument (MIRI), Fine Guidance Sensor/Near Infrared Imager and Slitless Spectograph (FGS/NIRISS), Near Infrared Spectograph (NIRSPEC).

NIRCAM is Webb's primary imager covering a wavelength range from 0.6 to 5 μm (figure 3). It can detect light from the earliest stars and galaxies in the process of formation, the population of stars in nearby galaxies, young stars in the Milky Way and Kuiper Belt objects. NIRCAM is equipped

with coronagraphs that allows to detect faint objects near a central bright object, such as stellar systems by blocking the brighter object's light. With this, astronomers can detect exoplanets and determine their characteristics [8].

MIRI provides observers with coverage of mid-infrared wavelengths from 4.9 to 28.8 μm (figure 3). Imaging can be obtained with 9 broad-band filters. The sensitive detectors of the camera will be able to see the redshifted light of galaxies, newly forming stars, faintly visible comets and objects in the Kuiper Belt. The spectograph will provide new physical details of the distant objects it will observe. The nominal operating temperature of the MIRI is 7 K, which cannot be reached using passive cooling by radiating heat into space, therefore Webb carries a cryocooler dedicated to cooling MIRI's detectors [9]. The cooling is a two-step process, a pulse tube precooler lowers the instrument's temperature to 18 K, and then a Joule-Thomson Loop heat exchanger cools it to the desired 7 K. The cooler requires a low vibration in order to not disturb the optical alignments. The cooling system has only two moving parts, two 2-cylinder horizontally opposed piston pumps that are finely balanced and tuned, being in nearly perfect opposition, vibration is mostly cancelled-out, therefore minimized. FGS allows Webb to fixate the telescope precisely, for obtaining high-quality images [10].

NIRISS is used for first light detection, exoplanet detection and characterization, and exoplanet transit spectroscopy. FGS/NIRISS detects a wavelength range of 0.8 to 5 μm (figure 3), it is a specialized instrument with three main modes that are specialized to address different wavelength ranges [11].

NIRSPEC functions over a wavelength range of 0.6 to 5 μm (figure 3). The spectograph disperses light from an object onto a spectrum. By analyzing its spectrum, it can tell us a lot about its properties, temperature, mass, chemical composition. JWST must stare for hundreds of hours at faint distant galaxies so it collects enough light to form a spectrum. NIRSPEC is designed to observe 100 objects simultaneously in order to optimize the time spent [12]. For this, engineers developed a new microshutter technology which controls how light enters the NIRSPEC. The microshutters can be opened and closed individually by use of a magnetic field to view or block a portion of the sky. With this kind of control over the light, the instrument can do multiple spectroscopies on so many objects simultaneously. Using the microshutters, the instrument can block brighter light to „give way” for the fainter light [13].

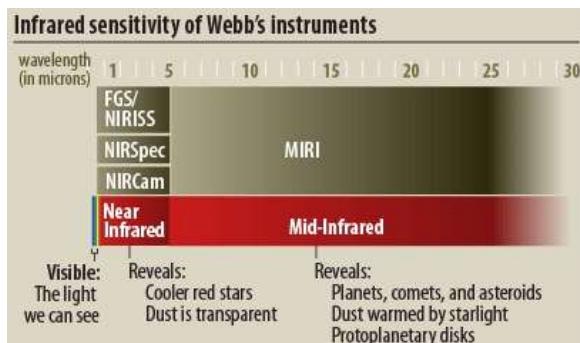


Figure 3. Wavelength Covering of Webb's Instruments [14]

Conclusion

JWST is unique through its design, innovative technologies and time spent for its construction and preparation. Due to its size, the telescope had to be folded up as an origami, and deployed through an iterative process that takes 6 months. Scientists had to equip the observatory with several cryogenic resistant technologies and make sure that the functionality of the telescope does not diminish when put in practice. The telescope needs to identify objects that are so far, their light has shifted into the infrared spectrum. That means, it has to be extremely stable and precise on nanometer level, in order to capture usable information. Scientists will be able to study the formation of galaxies, stars, identify exoplanets, study dark matter behaviour, etc.. James Webb Space Telescope can discover things we have never thought could be possible, it can completely turn around our understanding of physics.

References:

1. Cross-Section of Webb's Five-Layer Sunshield. [online]. [accessed 09.03.2022]. Available: <https://webbtelescope.org/contents/media/images/01F6R9720QP9Q16YR3FRZ1MQGF?Category=08-webb-mission&page=1&keyword=sunshield&filterUUID=ef24fd3f-003b-4ec2-8f6b-f799c444d092>
2. Sunshield Membrane Coatings. [online]. [accessed 09.03.2022]. In: *Material Make-up*. Available: <https://webb.nasa.gov/content/about/innovations/coating.html>
3. About the Sunshield. [online]. [accessed 09.03.2022]. In: *Why Five Layers*. Available: <https://webb.nasa.gov/content/observatory/sunshield.html>
4. About the Sunshield. [online]. [accessed 09.03.2022]. In: *Special Seaming*. Available: <https://webb.nasa.gov/content/observatory/sunshield.html>
5. JWST Telescope. [online]. [accessed 09.03.2022]. In: *Optical design and components*. Available: <https://jwst-docs.stsci.edu/jwst-observatory-hardware/jwst-telescope>
6. The Amazing Anatomy of James Webb Space Telescope Mirrors. [online]. [accessed 09.03.2022]. In: *Actuators*. Available: <https://www.nasa.gov/content/goddard/the-amazing-anatomy-of-james-webb-space-telescope-mirrors/>
7. JWST Wavefront Sensing and Control. [online]. [accessed 09.03.2022]. Available: <https://jwst-docs.stsci.edu/jwst-observatory-hardware/jwst-wavefront-sensing-and-control>
8. Near Infrared Camera (NIRCAM). [online]. [accessed 09.03.2022]. Available: <https://webb.nasa.gov/content/observatory/instruments/nircam.html>
9. Cryocooler. [online]. [accessed 09.03.2022]. Available: <https://webb.nasa.gov/content/about/innovations/cryocooler.html>
10. Mid-Infrared Instrument (MIRI). [online]. [accessed 09.03.2022]. Available: <https://webb.nasa.gov/content/observatory/instruments/miri.html>
11. Fine Guidance Sensor / Near Infrared Imager and Slitless Spectograph (FGS/NIRISS). [online]. [accessed 09.03.2022]. Available: <https://webb.nasa.gov/content/observatory/instruments/fgs.html>
12. Near Infrared Spectograph (NIRSPEC). [online]. [accessed 09.03.2022] Available: <https://webb.nasa.gov/content/observatory/instruments/nirspec.html>
13. Microshutters. [online]. [accessed 09.03.2022] Available: <https://webb.nasa.gov/content/about/innovations/microshutters.html>
14. Infrared sensitivity of Webb's Instruments. [online]. [accessed 09.03.2022]. Available: <https://webb.nasa.gov/images3/instrumentranges.jpg>

THE EVOLUTION OF ASCII ART IN THE AGE OF COMPUTERS

Maria PROCOPII^{1*}, Călin RADU²

¹*Department of Software Engineering and Automation, FAF-212, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chișinău, Republic of Moldova*

²*Department of Software Engineering and Automation, FAF-213, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chișinău, Republic of Moldova*

Correspondent author: Maria Procopii, maria.procopii@isa.utm.md

Abstract. The art was a milestone in the raising of intellectual individuals. This is where the willingness of creating beautiful drawings appeared. With the beginning of the computer era a lot of branches in art have slightly changed, some of them had a great improvement and even new branches of art have appeared. In the case of ASCII Art, a great improvement. The concept remained the same, it was used to represent graphical images, figures by the use of characters as the unit. Despite the fact that ASCII Art has found its use more with the appearance of the computers its history begins long time ago, when there wasn't such a thing as text.

Key words: evolution, ASCII, art, computers, history, images, characters, style.

Introduction

A long time ago, when computers weren't a thing, even before the common understanding of the *text*, there was Ancient Egypt's hieroglyphic writing. The same approach was used in other ages, and over time the concept was evolving. In the era of computers, it became a great instrument in the hands of professionals. They used this concept to create and represent graphical figures, because old computers couldn't render images, only text, and mainly the information was stored as text. To use a computer back in the day, you had to use a programming language. Thus, the use of characters as lines, and dots for graphical representation, came in handy for modeling an electrical circuit, a map, or something similar on paper.

What is ASCII Art?

ASCII art is a computer-based visual concept that comprises of visuals created from characters (95 printable out of 128) specified by the ASCII Standard in 1963, as well as ASCII compatible character sets containing proprietary extra characters (beyond the 128 characters of standard 7-bit ASCII). The word is sometimes applied broadly to all types of text-based visual art. ASCII art is easily created in any text editor and is commonly utilized in free-form languages. Most ASCII art requires a fixed-width font, such as Courier, for display (usually for these purposes the monospaced fonts).

Basic text characters are used to produce ASCII art and other *keyboard* art. Long ago, there was no such thing as *text* in the written word. The first written documents, ironically, were made out of drawings that represented thoughts and things rather than letters or text characters. With time, the writing evolved into symbols that resembled modern-day writing. Perhaps the first text art images were handmade. Ornamental handwriting was employed to make stunning papers and images. The monastery monks made stunning manuscripts that blended text letters into their work. However, there were only a few more pieces of art constructed using text characters.

The picture in figure 1 represents hieroglyphics on a tomb in the Valley of the Kings in Luxor, Egypt, while a fragment from the Illuminated Manuscript is revealed in figure 2.



Figure 1. Ancient Egypt's hieroglyphic writing. [1]



Figure 2. Illuminated Manuscript, Cathedral Canterbury, England, UK ca. 1917-1996. [2]

Individuals continued to hand-create word art graphics. *Gwang Hyuk Lee*, a particularly successful Korean, created a hand-drawn text graphic picturing Jesus during the Korean War (around 1950). To produce this multi-colored artwork, he used the full text from the Bible's *Book of John*. According to rumors, he was assassinated by North Korean communists for making this

16" by 20" painting. This piece of art is stunning, and it was made totally by hand. When automated methods for creating text were developed, people were freed of writer's cramp. The Chinese are widely acknowledged as the creators of the stamp/ink printing method (2nd Century AD) and the movable-type printing technology (11th Century AD).

Johannes Gutenberg (together with businessmen Johann Fust and calligrapher Peter Schoeffer) did not create the printing press in Germany until 1450. It was designed after a wine press and could produce 300 pages per day. As a result, books were created faster and for less money. It's possible that the art of typography will begin. Lewis Carroll's *Alice in Wonderland*, published in 1865, is a good example of typography. It can be considered as one of the first printed text art creations.

Since 1867, humans have utilized typewriters to create works of art in addition to printing documents. Typewriter manufacturers and secretarial agencies held public speed typing competitions in the 1890s. Competitions for typewriter drawings were also held. Flora Stacey created the oldest example of typewriter art, which was saved in 1898. Flora Stacey was presumably a secretary, according to what is known about her [2]. Pitman's Phonetic Journal published a framed photograph of a butterfly in its October 15th, 1898 issue. Figure 3 is showing the butterfly created by Stacey.

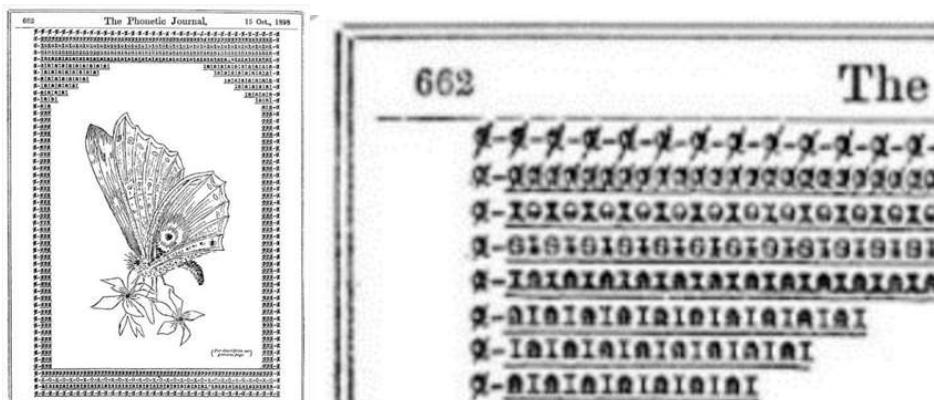


Figure 3. Flora Stacey butterfly [3]. Fragment of Figure 3

The brilliance of an old concept in a new environment

Ken Knowlton created the ASCII coding scheme in order to standardize how computers display letters, numbers, punctuation marks, and some control codes. He also popularized the backslash and escape keys in the computer industry, and he was among the first to warn about the hazards of the millennium bug.

ASCII was created from telegraph code. Wherever text can be printed or transferred more easily than visuals, or if the transmission of pictures is not feasible, ASCII art is utilized. This covers typewriters, teleprinters, non-graphic computer terminals, printer separators, email, and Usenet news bulletins in early computer networking. ASCII was first used commercially in 1963 as a seven-bit teleprinter code for the TWX network of the American Telephone and Telegraph Company. TWX was the first to employ the five-bit ITA2, which was also used by the Telex teleprinter system. The escape sequence, for example, was introduced by Bob Bemer. Hugh McGregor Ross, a British colleague, was instrumental in popularizing this. Bemer has been dubbed "*the father of ASCII*" [4] for his substantial work on the standard.

President Lyndon B. Johnson mandated that all computers purchased by the US Federal Government support ASCII on March 11, 1968, stating, "*I have also approved recommendations of Secretary of Commerce Luther H. Hodges regarding standards for recording the Standard Code for Information Interchange on magnetic tapes and paper tapes when they are used in computer operations*" [5].

All computers and related hardware configurations brought into the Federal Government inventory on or after July 1, 1969, should be able to use the Standard Code for Information Interchange and the layouts prescribed by the magnetic tape and paper tape standards when the magnetic tape and paper tape standards are used.

Style of ASCII Art

Newskool is a popular ASCII graphics style that makes use of character strings such as "\$#Xxo.". Despite its name, the style is not *new*; in fact, it is rather ancient and has since been supplanted by *Oldskool* and *Block* style ASCII art. When it resurfaced and regained popularity at the end of the 1990s, it was nicknamed *Newskool* [6].

As a result of the introduction of expanded proprietary characters, *Newskool* underwent substantial changes. Although the basic 7-bit standard ASCII characters are still widely utilized, the extended characters are frequently employed for *fine tuning* and *tweaking*. After the introduction and adoption of Unicode, the style evolved even further. Another view on the ASCII conversion is by the use of the *Block* style, which uses the combination of ☐, ☑, ☒, ☓ in order to process the image [7].

Other tools enable you to transform an image to text characters automatically, which is a subset of vector quantization. One approach is to sample the image to grayscale with less than 8-bit accuracy and then assign a character to each value. Such ASCII art converters frequently allow users to customize the image's intensity and contrast. Usually, for grey scaling a picture from black to white,

with 10 levels of grey, the following string of characters is used “.:-=+*#%@” which is a slice from the original string with the length of 69 characters long.

There are three factors that describe the type of the conversion:

- depth (options include decreased line spacing, a strong style, block components, a colorful backdrop);
- sharpness (solutions: a longer text, with a smaller font; a greater set of characters; variable width fonts);
- proportion (solutions with compatibility issues: font with a square grid; stylized without extra line spacing).

Examples of converted images are given in figures 4 and 5.



Figure 4. Original Image. [8]

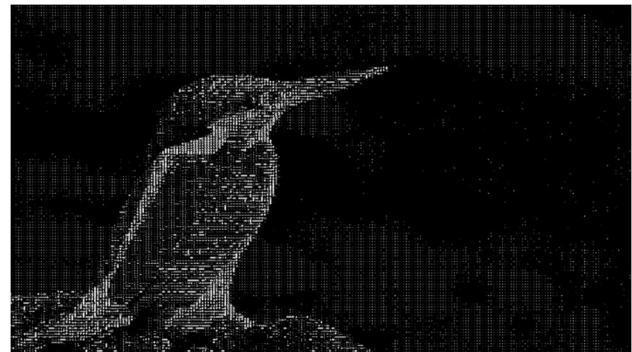
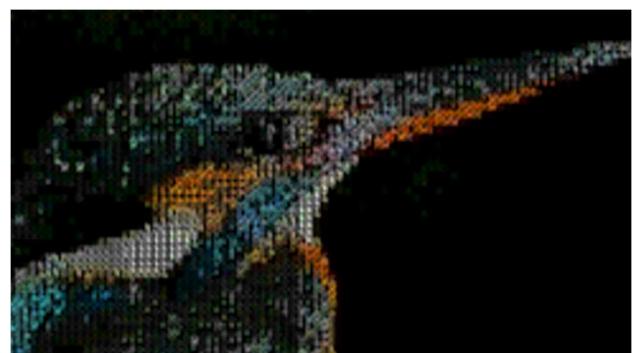


Figure 5. Converted image to ASCII Art.

For converting the original image was used a program written in Python to read in the image, access its underlying data, create and modify it. The result can be presented in two formats: colour, black-and-white.



Figure 6. Converted image to ASCII Art. Colour variant.



Fragment of figure 6.

Animated ASCII graphics began in 1980 with the creation of so-called VT100 animations on VT100 terminals. These animations were merely text with cursor movement instructions, with the characters required to seem animated being deleted and erased. They usually reflected a protracted, painstakingly produced procedure by a single individual to communicate a tale.

A modern web browser has resurrected animated ASCII graphics. Animated ASCII art may now be shown using JavaScript or Java applets. The animation is created by loading and displaying static ASCII art pictures one after another [9], similar to how movie projectors unreel film reels and present individual pictures on the huge screen at movie theaters.

Many tools and applications exist currently that can convert raster pictures into text symbols; some of these technologies can even work with live video.

Examples of converted videos are presented in a video which can be seen by scanning the QR code below:



Figure 7. "ASCII and Pixel Art"

Conclusion

The beauty of Art shapes sharp minds from the early ages of our existence, and as an artist is using the colours of his palette, an ASCII Art artist is using characters to shape and give another meaning and perspective to the text. Hopefully, by presenting all information about the past of ASCII we achieved the goal of emphasizing the beauty of this branch of Art, born in the century way, before the appearance of computers, that had a big improvement in the later centuries.

References:

1. Donvour, A., *Hieroglyphics Language: The History of Ancient Egypt*, [online]. [Accessed: 10.02.2022]. Available: <https://medium.com/@alex.dovr00/hieroglyphics-language-the-history-of-ancient-egypt-5a6385185952>
2. PANATI, Ch., *Browser's Book of Beginnings*, 1984, Houghton Mifflin Company, [online]. [Accessed: 11.02.2022]. Available: <https://www.oocities.org/spunk1111/history.htm>
3. <https://flashbak.com/typewriter-art-a-rich-visual-history-of-words-as-images-1893-now-44074/> [online]. [Accessed: 12.02.2022].
4. SULLIVAN, P., *Computer Pioneer Bob Bemer*, 2004, [online]. [Accessed: 15.02.2022]. Available: <https://www.histo.cat/sabies/Bob-Bemer>
5. LYNDON, B., J., *Memorandum Approving the Adoption by the Federal Government of a Standard Code for Information Interchange*, 2010, [online]. [Accessed: 17.02.2022]. Available: <https://www.presidency.ucsb.edu/documents/memorandum-approving-the-adoption-the-federal-government-standard-code-for-information>
6. CUMBROWSKI, C., *The three ASCII Art Styles of the Underground Art Scene*, 2014, [online]. [Accessed: 20.02.2022]. Available: http://www.roysac.com/roy-sac_styles_of_underground_text_art.html
7. UNICODE, *The Unicode Standard Version 14.0*, 2021, [online]. [Accessed: 19.02.2022]. Available: <https://www.unicode.org/charts/PDF/U2580.pdf>
8. <https://www.wallpaperflare.com/blue-and-brown-king-fisher-bird-color-sitting-animal-themes-wallpaper-hxgf> [online]. [Accessed: 20.02.2022].
9. HOLSAAPLE, S., *VT100 Animation*, 2020, [online]. [Accessed: 26.02.2022]. Available: <https://www.ibiblio.org/archive/2020/04/vt100-animations/>

UNCOVER YOUR CREATIVE GENIUS

Cristina ȚĂRNĂ, Tudor SCLIFOS*

Department of Software Engineering and Automation, Group FAF-211, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chișinău, Republic of Moldova

*Corresponding author: Tudor Sclifos, tudor.sclifos@isa.utm.md

Abstract. Have you ever met a creative person? You want to be like him? We encourage you to read until the end. You will find the reason you are not creative anymore. Since creativity is a skill, you can reveal your potential too by learning how to be creative. Step by step, practicing and practicing, you are going to improve your creativity skill during the process. Discover techniques and tools that are going to help you in this interesting adventure. Don't be afraid of failing. It is also part of the learning process.

Keywords: creativity, benefits, myths, tools, techniques, ideas

Introduction

This article is for you if you want to constantly generate new ideas and if you are eager to find and learn new tools and techniques to become more creative. In this article, you are going to understand what are the benefits of a creative mind and how to train your brain in order to enrich your ideas. The most frequent myths about creativity will be debunked, allowing you to rediscover its worth.

You may ask why the creativity level has decreased since you were a child, why you cannot dream anymore as you did before. You could blame the school, the government, the boss, the society, but the answer is somewhere in the middle. Continue to read the following lines to understand why?, when? and how?

Creativity defines our existence. It is one of the most significant characteristics that makes us superior as a species and as individuals. Nevertheless, 3 out of 4 people feel they are not achieving their creative potential [1]. However, creativity is a skill and it can be easily learnt.

Creativity Myths

There are plenty of myths that are stopping people from trying to become creative thinkers. Some of the most popular are the following ones:

Myth 1. You cannot learn to be creative

Creativity can and has to be learnt. Like other skills, some people get more talent than others, but this does not mean that you cannot improve your basic level by actively practicing and learning. This article is full of methods and techniques that can help you become a creative person. The aim of the papers is to inspire generations to move forward and make people find new ways for solving problems [2].

Myth 2. Being creative requires a lot of time and freedom

Creativity doesn't need a lot of time, but it demands focus. Your innovative potential can be efficiently stimulated by operating under pressure. As strange as it might sound, creativity treasures limitations. Too much freedom it's overwhelming and can significantly decrease your ability to focus. Constraints can help you unlock your creativity by making the subject you are working on more explicit. The more restrictions you overpower, the easier it will be for you to link seemingly unrelated concepts and ideas [2].

Myth 3. People don't want me to be creative

The only person who decides how and when to use your creativity is YOU. There might be surroundings that are more stimulating than others or people that regress your ability to be creative, but that shouldn't prevent you from achieving your true potential. Instead, you have to think about it as a challenge to overcome. Feel free to sparkle with creativity [2].

The Level of Creativity is Decreasing

Based on the UK Government's report on creativity, education and the economy, young people lose their capacity to think abstractly or in a non-linear way once they are growing up. From 1600 children between three and five years who were tested, 98% thought in an abstract way. Only after five years the percentage dropped drastically to 32%. By the time they were aged 13 to 15, only 10% of children were able to think divergently. When the test was applied to two hundred thousand adults, only 2% were creative enough to pass the examination [3]. Ken Robinson declares that the poor creativity is because of the education system. Every education system on earth has the same hierarchy of subjects. At the top there are mathematics and languages, then the humanities and at the bottom are the arts. The main reason for that is to meet the needs of industrialism [4]. But the world changes and, nowadays, the creative people are the most valuable.

Techniques to Boost Your Creativity

Many people don't know how to start to become more productive and creative. To make this problem vanish, we suggest some tricks, techniques and tools that will change your thinking perspective:

- *Find Time To Go for a Walk.* Based on a Stanford study, after a walk, the participants' creativity was boosted by 81% [5]. Just take a break, go outside and feel how the thoughts begin to flow.
- *Open Yourself to New Experiences.* Read some difficult books or solve some hard puzzles. Push yourself into learning new things, evolving, creating. You may fail sometimes, but that is the way you should change your life, becoming more creative in the process.
- *Surround Yourself With Green.* According to a study on Personality and Social Psychology, only a brief look at green colour increases the creative performance being the most arousing colour [6]. The easiest thing you can do is to set a flower on your working table. Let it grow and enjoy.
- *Make Time To Relax.* It is, maybe, the most pleasant activity. As stated in a 2007 research [7], relaxed people find creative solutions faster. The idea is that people with clean minds flow between thoughts easily rather than focus on unique ideas and get stuck. Give your brain time to free itself of unuseful material and make space for creative thinking [8].

Design Thinking For Creative Ideas

It is a methodology for creative problem solving. This methodology consists of tools that eases the thinking process:

- *Brainstorming.* It starts with problem definition. All participants are encouraged to say as many ideas as they can. Crazy ideas are welcomed. After ideas have been shared, new ideas should be formed by combining the existent ones, in order to generate solutions.
- *MindMapping.* That is a powerful tool that represents a graphic representation of ideas around a theme. Just try it and you will have a visualization of your thoughts in minutes.
- *SCAMPER or Substitute, Combine, Adapt, Modify, Put to another use, Eliminate and Reverse.* This method helps you bring new ideas by asking yourself questions around the words. It is a good tool because it can be used individually and helps with evaluating the existing ideas.

You can find these tools and many others on Miro - the best online platform for creative sessions where you or your team is able to visualize the ideas and work on the projects more productive [9].

Benefits of a Creative Mind

Just working constantly and improving day by day you can discover the benefits of being creative:

1. Creativity improves your mood and boosts your self-esteem

Your brain is loaded with dopamine after you complete a creative activity, which empowers you, makes you feel amazing and relieves stress and anxiety. Nothing surpasses that feeling of personal fulfillment after you are done, not to mention the sense of accomplishment that comes from producing something from nothing. As you begin to observe your development in creativity, you will undoubtedly notice a boost in your confidence [10]. Creativity can also help trauma survivors cope with feelings of humiliation, rage, and despair [11].

2. Creativity supports innovation and improves productivity

Companies acknowledge the weight of innovation, which is facilitated by encouraging people to play and improvise. Working with various crew associates and doing diverse activities allows promoting creativity which is the mother of innovation. Routine can indeed sabotage productivity, but mixing up the daily habits and creating more thinking patterns brings creativity and increases productivity [12].

3. Creativity encourages problem-solving

The left side of the brain is in charge of logic, while the right side is in charge of creativity. If a person is never exposed to creativity, half of their brain is not being used to its full potential. This implies that they are missing out on creative cognitive processes like intuition, which are extremely helpful in problem-solving [13]. CEOs ranked innovation as the most crucial leadership attribute, followed by ethics and global thinking, according to the research done by Fast Company [13].

4. Better teamwork and bonding

Many organizations give their workers a creative team building activity because it is the most advantageous way to help fellows of their group to work together. Most states of creativity are not competitive, which diminishes the concept of rivalry in the place of work and promotes a team to work together [12].

Conclusions

Knowing that creativity can be developed is merely the first step toward becoming more creative. The next step is to utilize science to your advantage in order to gradually but steadily uncover your creative potential. So go outside, surround yourself with green, take a walk, stand out, be a little chaotic, remain open to new experiences, and be on the lookout for patterns. Whatever you do, keep pushing yourself to think in new, unconventional, and creative ways because the benefits are remarkable. Creativity was proven to reduce stress, and improve the mental health state. In addition, it improves your productivity and problem-solving skills.

References:

1. GHOSH, Shreya. Creativity and Imagination: Facts and Stats. [online]. [accessed 24.03.2022]. Available at: <https://thecreativeshour.com/creativity-facts-and-stats/>
2. BYTTEBIER, Igor, VULLINGS Ramon. Creativity Today. [online]. Amsterdam: BIS Publishers, 2009. [accessed 23.02.2022]. Available at: https://issuu.com/bis_publishers/docs/creativity_today
3. BARTEL, Marvin. Stereotypes and Divergent Thinking. [online]. [accessed 01.03.2022]. Available at: <https://people.goshen.edu/~marvinpb/11-13-01/Effects-of-Stereotypes.html>
4. ROBINSON, Ken. Do schools today kill creativity? [online]. [accessed 03.03.2022]. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=iG9CE55wbtY>

5. OPPEZZO, Marily, SCHWARTZ Daniel L. Give Your Ideas Some Legs: The Positive Effect of Walking on Creative Thinking. In: Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition – 2014, Vol. 40, No. 4, pp. 1142–1152. [online]. [accessed 02.03.2022]. Available at: <https://www.apa.org/pubs/journals/releases/xlm-a0036577.pdf>
6. JAFFE, Eric. The Fascinating Neuroscience Of Color. [online]. [accessed 03.03.2022]. Available at: <https://www.fastcompany.com/3027740/the-fascinating-neuroscience-of-color>
7. SANDKUHLER, Simone, BHATTACHARYA Joydeep. Deconstructing Insight: EEG Correlates of Insightful Problem Solving. [online]. [accessed 03.03.2022]. Available at: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0001459>
8. CANVAS Team. Yes, creativity can be learned. [online]. [accessed 03.03.2022]. Available at: <https://www.canva.com/learn/creative-learning/>
9. ARROYO, Agustín. Develop your creativity: 5 tools to create new ideas. [online]. [accessed 03.03.2022]. Available at: <https://wikifactory.com/+wikifactory/stories/develop-your-creativity-5-tools-to-create-new-ideas>
10. Brightwater Team. 5 big benefits of creative expression. [online]. [accessed 03.03.2022]. Available at: <https://brightwatergroup.com/news-articles/5-big-benefits-of-creative-expression/>
11. FIELD, Barbara. How Creativity Positively Impacts Your Health. [online]. [accessed 03.03.2022]. Available at: <https://www.verywellmind.com/how-creativity-positively-impacts-your-health-5113162#toc-creativity-improves-mental-health>
12. HUNTER, Rebecca. 6 Benefits Of Creativity In The Workplace. [online]. [accessed 03.03.2022]. Available at: <https://popuppainting.com/2019/01/6-benefits-of-creativity-in-the-workplace/>
13. CARR, Austin. The Most Important Leadership Quality for CEOs? Creativity. [online]. [accessed 03.03.2022]. Available at: <https://www.fastcompany.com/1648943/most-important-leadership-quality-ceos-creativity>

IT INDUSTRY: THE DIFFERENCE BETWEEN CODER, PROGRAMMER, DEVELOPER, ENGINEER

Cristian BRÎNZA

*Department of Software Engineering and Automation, Group FAF-212, Faculty of Computers, Informatics and
microelectronics, Technical University of Moldova, Chișinău, Republic of Moldova*

Corresponding author: Cristian Brînza, cristian.brinza@isa.utm.md

Abstract: *The confusion about the difference between these titles, appear even in experts discussions, in the field of agreement or disagreement on whether or not the terminologies distinct. What's important to know they aren't the same thing. The "branches" of Computer Science - from Machine Learning to Cybersecurity, Computer Engineering to Human Computer Interaction - all offer high-growth career paths and fascinating academic areas of study [1]. This article will get into more detail about what each path includes to assist you make an objective view to define, devise and compare them.*

Keywords: *programmer, developer, engineer, coder, differences, similarities*

Introduction

The joke „A software engineer, a developer, and coder walk into a bar. — Here come the programmers! — says the bartender. „, or the questions many of us heard „— Can you help me with something? ... it's something from your profession”, make a big confusion regarding the concept of IT specialties, so let's look into it.

As diverse as the era of technology is, so too is the range of jobs available inside of it.

Computer science is a complex subject. Many positions that appear to be identical might have small variations that make them unique.

The big issue is, does it matter which terminology you use in your job descriptions? Or do these three job titles need a variety of tasks? Or do you need to generate job descriptions for them. Let us dive into it.

Let's clarify the distinctions between them.

The defining division

All of them are very important, they contribute to the operation of all computers and equipment, science, and humanity development. So, it is critical to know the correct name for the job when you go to solve an IT problem.

There really is no official differentiation between jobs, with organizations defining definitions that suit their requirements based on their own expertise and knowledge. To further confuse things, there might be geographical discrepancies, with unique differences in schooling. To draw conclusions, however, a range of data sources can be reviewed and analyzed. The variation of role titles did not occur due to fundamental distinctions in how these functions function. Instead, that was a historic process of industry growth and maturation. The collision of foreign words contributed to the diversity.

There is no incremental difference in the way these jobs of digital production perform in their specific environment. Nevertheless, there are small distinctions in methods to completing technical jobs that may give you an idea of how the relationship will proceed if you agree on a certain nomenclature.

Who are Programmers?

Programmer - a person who writes a program so that data may be processed by a computer [2]. The generally accepted definition of a programmer is somebody who writes, tests, debugs, and maintains the source code for programs without significant participation in the user experience or design.

Programmers are capable of converting ideas to clear, error-free code. They generally know a variety of programming languages, data structures, and algorithms. If you see someone in a programming job on their CV, it is likely that they are primarily concerned with translating specs into code.

They are similar to developers, however those who implement are not the same as those who can design or create a well-structured class structure inside the software. They can do a variety of tasks.

Who are Coders?

Coder - a person or thing that codes [3]. People outside of the tech field frequently refer to anybody who can write the syntactic writing in a text editor as a coder, typically the least well-trained and performance typing writer that implement methods, in order to code a task, and compile an application.

Because they are frequently new to the profession and only know one coding language, these individuals do not have the same algorithmic understanding as a programmer or developer. Coders are typically tasked with writing straightforward bits of code that developers may readily delegate.

Since some people are put off by the moniker, its often referred to as "Junior Developer" or "Junior Programmer."

Coders can develop software that can be utilized in a variety of applications, including apps, video games, social networking platforms, and more. Coders aren't always able to participate in all stages of software development, such as design or testing; instead, they usually focus on producing the base code.

Who are Software engineers?

A software engineer is a person who applies the principles of software engineering to design, develop, maintain, test, and evaluate computer software [4]. They are the highest level among all, who are most experienced around.

Shortly, in the IT business, a software engineer is a jack-of-all-trades. Software engineers, also known as "software architects," have a wide range of duties and skills. Software engineers use engineering concepts/principles to create software.

An engineer role typically implies that you are a developer with a specific type of degree, some engineering knowledge, and the ability to create a system.

These engineering ideas are a particular way of approaching a problem. Software engineers examine hardware and software platforms to develop software which will perform well in that context, just as civil engineers analyze the river bed before creating a bridge foundation.

Who are Developers?

Software developers have a less formal role than engineers and can be closely involved with specific project areas — including writing code. At the same time, they drive the overall software development lifecycle — including working across functional teams to transform requirements into features, managing development teams and processes, and conducting software testing and maintenance [5].

Although the terms developer and programmer are frequently interchanged, usually, developers are referred to as project overseers who are accountable for the complete design of the application from start to end.

Software developers are the brains behind all kinds of computer software.

Developers, as opposed to Programmers, might be more specific when it comes to development software.

Although some programmers concentrate on a single program or app, others build massive network systems or foundational systems can help trigger and fuel other applications. That's why, they are divided into two classifications/categories of developers: applications software developers and systems software developers.

The clear terminologies difference

Having a clear understanding of the differences between such terminologies will help you understand IT specialties more quickly. It will assist you in determining what should be prioritized in your learning. It will also allow you to take a fresh look at the entire process of choosing.

	Coders	Programmers	Developers	Engineers
Skills	None/Low	Medium	Medium	Extra High
Learning	Low	Medium	Medium	High
Knowledge	Googling Basic logic Compiling ability	Programming languages	Project management Teamwork	Science High Math Physics
Learning methods	On your own Courses	College Professional school Internship	Company Freelancing Projects	University Academies Science facilities
Responsibilities	Coding Debugging Interface designing	Algorithm implementations Logical flow Failure proofing	Building a project Mentioning the software solution Client relations	Creating logical methods and scientific implementation
Approach	Beginner approach	Professional approach	Project approach And/or Team approach	Scientific approach
Salary	Low	Medium	High	Extra High

Another method to grasp the distinctions between a Coder, a Programmer, a Developer, and a Software Engineer is to see them as a hierarchy or as a stair, with the Coder at the bottom and the Software Engineer at the top.

Perhaps all of these job titles may mean, because some Developers that could do everything a Software Engineer can or a Coder may find a new way if solving a problem, or do a more important task than other, there are really some differences between them that are worth knowing, and that affects their viewing as a job and as importance.

You can also pass from one to another, if adapting to new approaches, environments, and knowledges. It doesn't matter whether certain organizations pay extra attention to their employees' names or not; what counts is understanding what you can accomplish and how effectively you can do it.

In a broad sense, all software engineers are already programmers or developers, that were at the beginning coders too. They need coding experience to become capable of larger and larger tasks, and need to learn how to structure and adapt the product to the customer and maintain, test, proof and sell it.

Additionally, software engineers often have a wide range of employment duties. It is their role as software developers to transform a concept into a marketable software product. On the other hand,

programmers often have a narrow scope. They often take instructions from a software engineer, developer, or designer and convert them into code. Clients, design requirements, and other broad-scope issues are seldom a priority for programmers. Coders are the ones that do the base of the program, and implement already existing pre-made methods so solve problems, that are based on solving algorithms.

Conclusions

In conclusion, distinguishing programmer, coder, developer, and software engineer job titles can get complicated. They are often used interchangeably but from many differences persist.

The natural defense mechanism is avoidance of the unknown. People typically stick to what we are acquainted with to save time and effort. Being conscious of many kinds of things, groups, and occurrences is a matter of experience in this circumstance.

Even if you are working in the technology industry, you might not know the meaning of all these job titles. So, if you will have to face a tough time distinguishing, this article you definitely help you a lot.

It is tremendously beneficial for a business owner, a startup entrepreneur, a student or a person that is searching for a job to be able to spot patterns and make experience-based judgments... But first, a team must be chosen. To prevent being overwhelmed by the names, you need at least be familiar with the nuances of each function this article offers you a good understanding of what each title do and some description to for a base knowledge of them.

Thanks/Acknowledgements. I would like to express my very great appreciation to ms. Gogoi Elena, for the helpful review, valuable and constructive suggestions and commenting that improved the article.

References

1. RICE.EDU *Computer Science vs Software Engineering: What's the Difference?*[2021], [accessed 09.03.2022], Available at: <https://csweb.rice.edu/academics/graduate-programs/online-mcs/blog/computer-science-vs-software-engineering>
2. Definition from Collins *English Dictionary – Complete and Unabridged*, 12th Edition 2014 © HarperCollins Publishers 1991, 1994, 1998, 2000, 2003, 2006, 2007, 2009, 2011, 2014
3. Definition from Collins *English Dictionary – Complete and Unabridged*, 12th Edition 2014 © HarperCollins Publishers 1991, 1994, 1998, 2000, 2003, 2006, 2007, 2009, 2011, 2014
4. Wikipedia *Software engineering* [online]. 2022, [accessed 09.03.2022], Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Software_engineering
5. IBM *Software Engineer vs. Software Developer – What's the Difference?* Fullstack Academy. Available at: <https://www.ibm.com/topics/software-development> (link resides outside of ibm.com) <https://www.fullstackacademy.com/blog/software-engineer-vs-software-developer>

THE DISJOINT-SET DATA STRUCTURE AND ITS PERFORMANCE

Alexandru ANDRIEŞ^{1*}, Alexandra KONJEVIC², Maria AFTENI²

¹Department of Software Engineering and Automation,, FAF-211, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chisinau, Moldova

²Department of Software Engineering and Automation,, FAF-213, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chisinau, Moldova

*Corresponding author: Andrieş Alexandru, alexandru.andries@isa.utm.md

Abstract. Disjoint-set data structure is a data structure that stores a collection of disjoint (non-overlapping) sets. The Disjoint-Set data structures (also called Union-Find) is a very elegant and efficient way of analyzing connectivity in a graph. It makes use of the concept of dynamic programming to reach its running speed. Using splitting or halving with union by size or by rank, or using path compression, we can reduce the running time of these operations.

Keywords: algorithms, inverse Ackermann function, amortized constant time, graph, optimization, shortest spanning tree, union-find

Introduction

A disjoint-set data structure, also known as a merge–find set or a union–find data structure, represents a data structure that contains a set of disjoint subgraphs. The main usage of this data structure is to detect cycles in graphs/ subgraphs and group elements into disjoint graphs. Three operations that are supported by disjoint-set data structures: creating a new set with a new element, detecting the root element of a subgraph containing an element and merging two sets.

Algorithm concept

The *Union* operation makes one of the groups that we want to merge (usually the smaller one) point to the other as its root, thus also leading all its children there for a further *Find* operation, as shown in *Figure 1*.

The most common and simple way to store the vertices is through an array of size V, where V is the vertex (node) count. Another array of pointers will take care of storing the parent of each vertex, leading to the root vertex of the group. The pointer leading to the same vertex means that the vertex we are searching is its own root. Walking along this path of pointers until we reach a self-referencing one is the *Find* operation itself, and if two vertices have the same root, connecting them would make a cycle [1].

In Disjoint-set forest implementations with *Find* operation that doesn't update parent pointers and with *Union* operation that does not control the heights of trees, there can be trees with height O(n). In this case, the *Find* and *Union* operations will take O(n) time.

The combination of path compression optimization, as well as union by size or union by height reduces the running complexity to $\Theta(\alpha(n))$ [2], where $\alpha(n)$ is the inverse Ackermanm function, the running time also being called *amortized constant time*.

Figure 1a, 1b represents the union operation without path compression.

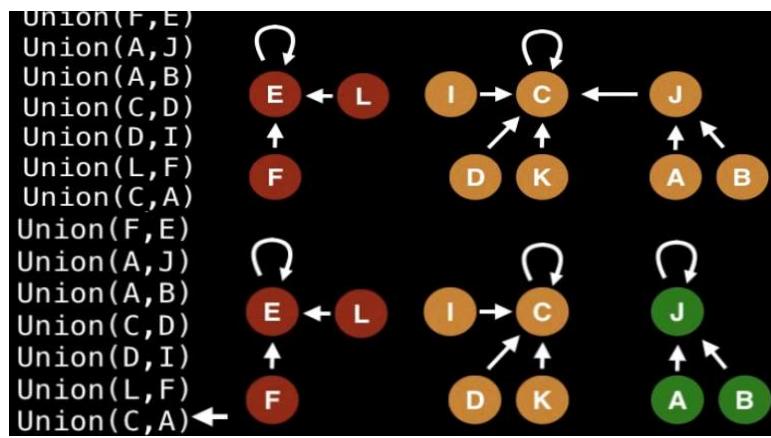


Figure 1a,1b. Union operation of the graph [1]

Method I of the algorithm -The Naive method

Method I represents the unoptimized and not compressed version of the algorithm. The shown functions union() and find() unoptimized for demonstrational purposes and have the time complexity of ($O(n)$)..

```

5   int find(int parent[], int i){
6       if(parent[i]==-1)
7           return i;
8       else return find(parent, parent[i]);
9   }
10
11  void Union(int parent[], int x, int y){
12      int x_p=find(parent, x);
13      int y_p=find(parent, y);
14      parent[y_p]=x_p;
15  }

```

Figure 2. Naive method C++ code [3]

Method II of algorithm optimization -The Union by rank

Method II can be optimized to $O(\log n)$ worst case running time. The smaller depth tree must be attached under the root of the deeper tree. This is known as union by rank. In path compression technique, rank is not necessarily equal to height – that's why the term “rank” is used instead of “height”. Using the size of the tree instead of the rank yields the same time complexity of the algorithm – $O(\log n)$.

Figure 3 represents a graph on which we apply union operations.

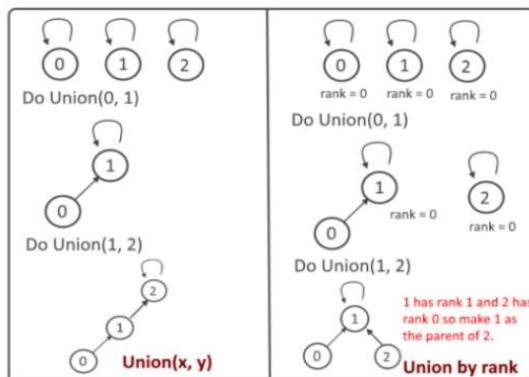


Figure 3. Method II Graph [4]

Figure 4 represents the pseudo-code for the union operation shown in Figure 3.

Pseudo Code:

```

function Union(x, y)
    xRoot := Find(x)
    yRoot := Find(y)

    // x and y are already in the same set
    if xRoot == yRoot
        return

    // x and y are not in same set, so we merge them
    if xRoot.rank < yRoot.rank
        xRoot.parent := yRoot
    else if xRoot.rank > yRoot.rank
        yRoot.parent := xRoot
    else
        xRoot.parent := yRoot
        yRoot.rank := yRoot.rank + 1

```

Figure 4. Method II Pseudo Code [4]

Method III of algorithm optimization - The Path compression

The best optimization for the find() function is path compression. The idea is to flatten the tree in the process of finding the root node, highly reducing the height of the tree in the process. The find() function goes up the reference tree to find the root node. Once the root node is known, the function goes the same path again, assigning the parent of every node to the root one directly, making a direct reference and thus reducing the running time of the subsequent calls of the function to any node along this path or that are added to it.

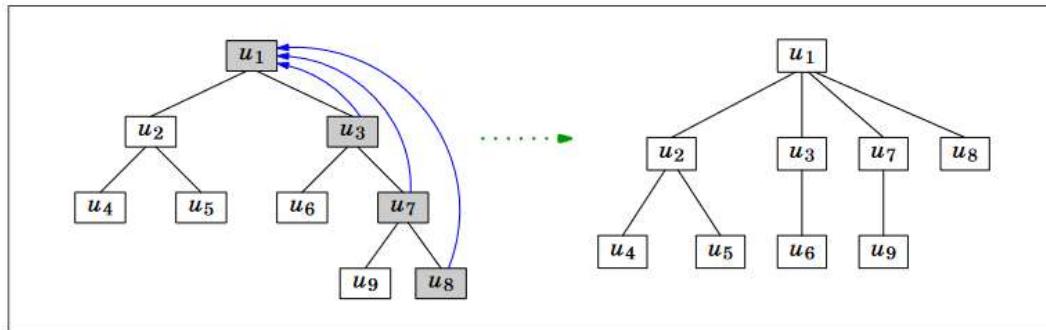


Figure 5. With path compression, calling FIND - SET(u8) will have the side-effect of making u8 and all of its ancestors direct children of the root [5].

The MakeSet operation (fig. 6) creates a new set by pointing the root of the unified set to the root of the parent set. To find the root element we go up the pointer chain until we find an element that points to itself. The MakeSet operation has O(1) time complexity in its simplest form. Comparison of time needed for execution of algorithms without path compression and with path compression:

Algorithms	Worst-case time
Quick-find	mn
Quick-union	mn
QU + Union by Rank	$n + m\log n$
QU + Path compression	$n + m\log n$
QU + Union by rank + Path compression	$n + m\log^* n$

m union-find operations on a set of n objects.

Figure 6. Time complexity of the different implementations, where $\log^* n$ is the inverse Ackermann function [7]

Conclusions

The most optimized implementation of the disjoint set/union-find data structure has an immense complexity advantage over the least efficient implementation, and an even greater one against other approaches for solving the same problem using a different method, like Breadth First Search. The use of other computer science algorithmic approaches: tree balancing and dynamic programming, makes the data structure so efficient that it should be a must-know for any programmer working who has to work with graphs.

References:

1. FISET. W, *Union Find - Union and Find Operations* [online]. [accessed 20.02.2022]. Available: <https://youtu.be/0jNmHPfAyE>
2. NIVASCH. G, *Inverse Ackermann without pain* [online]. [accessed 20.02.2022]. Available: <https://www.gabrielnivasch.org/fun/inverse-ackermann>
3. *Union-Find Algorithm | Set 2 (Union By Rank and Path Compression)*[online]. [accessed 21.02.2022]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/union-find-algorithm-set-2-union-by-rank/>
4. Jain. S, *Disjoint Set | Union-Find Algorithm – Union by rank and path compression* [online]. [accessed 28.02.2022]. Available:<https://algorithms.tutorialhorizon.com/disjoint-set-union-find-algorithm-union-by-rank-and-path-compression/>
5. CORMEN. T. H., LEISERSON. C. E., RIVEST. R. L., STEIN. C, *Introduction to Algorithms* (Chapter 21), London:The MIT Press, 2009.
6. WEI (TERENCE) LI| *Time Complexity of Union-Find*[online]. [accessed 03.03.2022] Available:<https://pt.slideshare.net/WeiLi73/time-complexity-of-union-find-55858534>
7. EDNOVAS | (Graph) Algorithms [online]. [accessed 03.03.2022] Available: <https://ednovas.xyz/2021/10/01/algoritm/#Disjoint-Set-Union-Find>

Recommended reads/ watches:

In-depth description:

https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-046j-design-and-analysis-of-algorithms-spring-2012/lecture-notes/MIT6_046JS12_lec16.pdf

Video explanations:

FISET. W,| Union Find Playlist [online]. [accessed 03.03.2022] Available: <https://www.youtube.com/watch?v=ibjEGG7ylHk&list=PLDV1Zeh2NRsBI1C-mR6ZhHTyfoEJWlxvq>

GENDER ROLES: WHAT A MISTAKE!

Andreea CHIPER^{1*}, Andreea MANOLE²

¹Department of Software and Automation Engineering, group FAF-212, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chisinau, Moldova

*Corresponding author: Andreea Chiper, andreea.chiper@isa.utm.md

Abstract. One important thing we want to portray in this article is that gender equality is critical to avoiding abuse against women. From the moment we are born, our given sex (male or female) shapes how we should be treated, what chances we should have, and how we must act in accordance with dominant gender stereotypes in our culture. We will discuss why gender stereotypes make it more difficult to achieve economic equality, and why they have a significant impact on young people's academic success/career choices. A deep dive into the history and negative effects of this social issue is taken.

Key words: sexism, disorder, discrimination, controversial, discrepancy.

Introduction

For decades, gender roles have been a controversial topic in our society. It is described as the gender-appropriate role or behavior that a person learns as a result of established cultural standards [1]. Based on research and analytical surveys, it can be concluded that gender roles are predominant in domains including religion, employment, education, culture, etc. The majority of people, particularly women, are concerned about social norms. As a consequence, they face discrimination based on their gender, which has a major impact on mental and physical health around the world. It has the power to restrict people's access to healthcare, increase rates of illness, and reduce life expectancy.

Gender equality is critical to avoiding abuse against women. It is essential for economic growth. In secure and healthy countries, men and women are treated with equality. In a modern society, we must seek to eliminate discrepancies between different categories of people [2].

Sex-role Development and Education

From childhood, parents tend to treat boys and girls differently from a young age, encouraging children to participate in gender-appropriate activities. For example, boys play with trucks while girls play with dolls, or football for boys and dance for girls. According to the conducted survey, Fig. 1, 60% of the people who answered said they have faced discrimination, while 10% preferred not to say. This is due to the fact that many of them are embarrassed and hesitant to discuss the subject.

Most teenagers experience gender discrimination in school and in their families due to stereotypes. Also, in most families, girls are expected to do the cleaning, washing, and cooking while boys are supposed to handle "the heavy work" or marry and have children at a certain age. Children's future growth is restricted owing to gender constraints, which tend to limit and prohibit their alternatives and achievements. Therefore, numerous people are doing jobs they don't desire and have yet to discover their passions or paths in life.

In order to see whether the standards deeply embedded in our society have a harmful impact on both men and women, we have decided to undertake a survey on 60 random people on said topic.

Have you ever experienced gender discrimination?

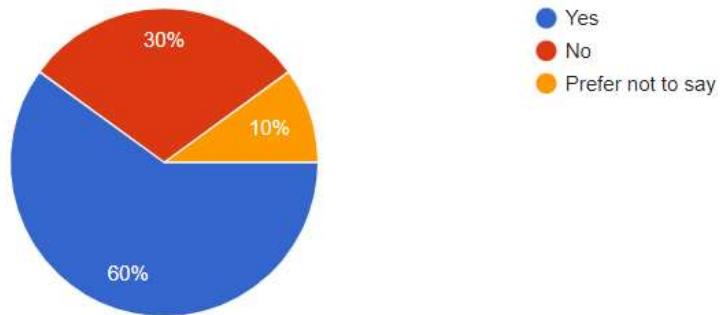


Figure 1. The statistics of people that have experienced gender discrimination

When it comes to development, gender stereotypes and role expectations have an impact on career choice and dedication to the field. As a consequence, the workforce is highly segregated by gender. In some areas (e.g., secretaries, receptionists, and kindergarten teachers), women make up over 90% of the workforce, whereas in others, they make up less than 5%. (e.g., mechanic, airplane pilot) [4]. Women's jobs typically offer fewer prospects for growth, less prestige, and lower incomes than jobs primarily inhabited by men. The salary discrepancy between men and women is 30–40% worldwide, and it shows no signs of narrowing. Part-time work is almost solely a female phenomenon, yet top positions in the economy, politics, and sciences are virtually entirely filled by men. Both men and women have an unfavorable view of women in positions of leadership. Males adopting feminine occupations (e.g., nursing) are easily accepted and encouraged, whereas females entering male occupations (e.g., nursing) are questioned [5].

How did gender inequality start?

Glen Elder, a research professor of sociology, a prominent figure in life course theory, states that the creation of gender inequality is a subtle, life-long and partly unconscious process, fuelled among other things, implicit cognitions regarding men and women's roles in society, as well as gendered stereotyped images.

According to a recent study from Queens College in New York City, gender inequality in China may have its roots in the Bronze Age, more than 2,500 years ago [6]. Scientists looked at Neolithic Age cemeteries from the Chinese Central Plains from around 5,000 years ago, as well as Bronze Age graves from more recently. They documented the wealth that accompanied male and female skeletons, as well as looking for evidence of stress in their bones. During the Neolithic Age, male and female diets were nearly identical, but this altered in the Bronze Age as new crops and domesticated animals were introduced. Women were anemic and dependent on wheat, a newer grain described as a "poor man's meal" in later historical documents, while men continued to eat traditional millet and animal items. Wheat isn't necessarily less nutritious than millet, but it does indicate that men and women began to eat and socialize apart.

Inequalities emerged in the Bronze Age, with males buried with more goods and female skeletons becoming disproportionately shorter, most likely due to childhood malnutrition. Girls were the first to go hungry if their family or community ran out of food.

Scientists aren't clear how the disparity arose, or whether this data is representative of the rest of the world. It is clear that gender inequality has its roots deeply embedded into our world's history, and this case above represents one example of many more. Presenting specimens like this one is important, especially in order to show beyond doubt to those who will never believe that this problem has existed for thousands of years and it is time, as a society, to fight against it.

Does gender inequality affect us psychologically?

Yes. Women with mental health conditions outnumber men by as much as two or three times, according to a 2020 article, says Medical News Today.

Women, in comparison to men, are:

- twice as likely to suffer from generalized anxiety disorder twice as likely to suffer from panic disorder twice as likely to suffer from depression at some point in their lives
- an eating disorder is four to ten times more likely
- Post-traumatic stress disorder is more than twice as common in this category.

Males are 3.63 times more likely to die by suicide than women, although women are more likely to attempt suicide. While several factors, including biological variations between sexes, play a role in mental complications, women are overrepresented in these figures, as well as in statistics for chronic physical disorders [7].

According to research, there really is a correlation between discrimination and mental health problems, according to studies. Sexism also exposes people to a number of mental health risk factors, such as chronic stress, low self-esteem, and trauma.

Sexual equality is a one-way path

Next question in our survey aimed to find out whether people believe that they have to conduct upon their gender. Nowadays, most people do not believe it is necessary to behave in a certain way. The statistics can be found in the graphic below, Fig. 2. However, women have fought for their rights for centuries; now they have equal rights to men, and feminism has progressed significantly. In this way, our society has gotten used to it, and it is believed that it is more acceptable for females to be masculine than for males to be feminine.

People's opinions on this issue are divided. On the one hand, some feel that everyone has the right to be who they choose, while others say that society views masculinity as powerful and superior, while femininity is viewed as weak and inferior, and that males cannot be weak. This discrepancy was induced by the society that created unrealistic standards. Due to patriarchy, women are still considered more fragile, and when a man shows feminine features, he will be judged immediately.

Do you think we should conduct ourselves based upon our assigned sex?

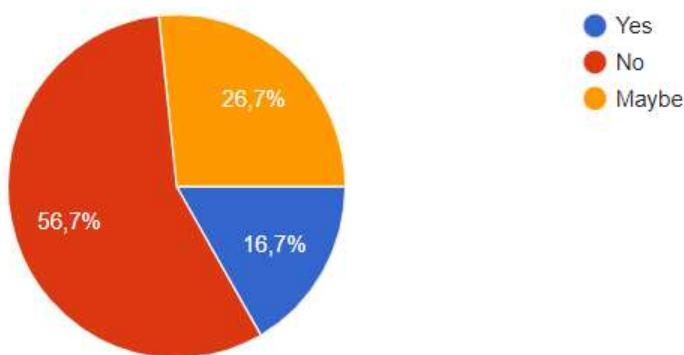


Figure 2. The statistics of people that think we have to conduct based upon our gender

According to Michael Kimmel, a professor of sociology and gender studies, "Women have changed what it means to be a woman and embraced a much larger human canvas. Men are still painting on half the canvas." [8]. His quote demonstrates that feminism has progressed and that, despite the efforts, girls now have the freedom to do whatever they want and, by helping one another, grow stronger. In contrast, no one is encouraging boys to develop feminine attributes, including caring for others or a desire for beauty to be something normal.

Conclusions

Gender roles are a contentious topic in our society, and they have detrimental implications for those who are affected by them. Whether you are a woman or a man, prejudices will prevent you from freely expressing yourself without being criticized, despite the fact that the right to liberty is one of the fundamental human rights. To live in a healthy and peaceful society, we must be aware of the issues we face on a daily basis and work to solve them. The goal is not for women and men to become identical, but for them to have equal access to equal opportunities and to not be ashamed of their actions. If we eliminate these gender stereotypes, we will create a far safer and far better environment for us to live in and for future generations to grow up in.

Acknowledgements: The authors sincerely acknowledge the support and encouragement of Professor Elena Gogoi, for giving us a great opportunity to discuss and fully investigate this topic, as well as substantial expertise and feedback.

References:

1. Planned Parenthood, Sex and Gender Identity [online]. [accessed 11.02.2022]. Available: <https://www.plannedparenthood.org/learn/gender-identity/sex-gender-identity/what-are-gender-roles-and-stereotypes>
2. KOLLMAYER, M., SCHÖBER, B., SPIEL, C. Researchgate, Gender stereotypes in education: Development, consequences, and interventions [online]. May 2018. [accessed 12.02.2022]. Available: https://www.researchgate.net/publication/303834312_Gender_stereotypes_in_education_Development_consequences_and_interventions
3. MANOLE, A., CHIPER, A. Google forms, Survey about gender roles [online]. [accessed 15.02.2022]. Available: <https://forms.gle/tWmU3RuXiFRNECC56>
4. NUNNER-WINKLER, G. ScienceDirect, Gender Roles [online]. 2001. [accessed 18.02.2022]. Available: <https://www.sciencedirect.com/topics/social-sciences/gender-roles>
5. Career Research, Gender and Careers [online]. [accessed 18.01.2022]. Available: <http://career.iresearchnet.com/career-development/gender-and-careers/>
6. KASULIS, K. The Boston Globe, The 2,500-year-old roots of gender inequality [online]. March 4, 2017. [accessed 22.02.2022]. Available: <https://www.bostonglobe.com/ideas/2017/03/04/the-year-old-roots-gender-inequality/7zE60rjYuOAHjFB8hEBq1N/story.html>
7. LEONARD, J. MedicalNewsToday, What are the psychological effects of gender inequality? [online]. June 30, 2021. [accessed 23.02.2022]. Available: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/psychological-effects-of-gender-inequality>
8. STRAUSS, E. CNN, Why girls can be boyish but boys can't be girlish [online]. April 18, 2018. [accessed 28.02.2022]. Available: <https://edition.cnn.com/2018/04/12/health/boys-girls-gender-norms-parenting-schultz/index.html>

INTEGRITY OF THE PEOPLE WITH MENTAL ILLNESSES IN THE SOCIAL ENVIRONMENT

Elena BARLADEAN, Anastasia CUNEV*

Department of Software Engineering and Automation, FAF-211, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chisinau, Moldova

*Corresponding author: Anastasia Cunev, anastasia.cunev@isa.utm.md

Abstract. This article seeks to analyze the importance and methods of integration of the people with mental disorders in modern society. It shows the importance of highlighting and discussing the problem of misunderstanding and stigmatization through arts, films, TV shows. As a solution, it suggests some possible social strategies and methods to provide a comfortable and safe environment for the successful integration into the human community. It presents the analysis of the IT solutions that can treat people with mental illnesses using complex IT inventions such as electrical brain implants.

Key words: mental diseases, integration, society, disorder, stigmatization, IT solutions.

Introduction

What main characteristic comes to your mind when you think about the society of the 21st century? Tolerance. At the same time the question of the integrity of mental ill people is still open. Did you know that the number of such people worldwide, according to the statistics of Our World in Data by 2018, is 970 million? It is 13% of the total human population, which is bigger than Europe's population. All these people have to integrate somehow into modern society to live a normal life. But how exactly do they have to do that if there are a lot of barriers preventing them from this? People with mental disorders face social misunderstandings, stigmas and rejection every day. They are the people who don't differ from us, but they still have to "fight" everyday to be accepted by society.

The stigmatization of society

"The worst part of having a mental illness is people expect you to behave as if you don't" [1].

Huge amount of mentally ill people do not tell anyone about their problem, because they are afraid of condemnation. To come closer to the problems of these people, here is the experience of Cecilia McGough, an astronomer and activist in fighting against the negative stigma towards mental illness: "It took me eight months to finally get the treatment that I needed. I didn't even have a diagnosis of schizophrenia. And because of that, what kept me from getting help were conversations like these. I told my mom "I'm sick. I need a doctor." Her response? "No! You can't tell anyone about this. People are going to think that you're crazy, that you're dangerous and you won't be able to get a job" [2].

Mental health is one of the most vulnerable fields to society's stigmatization. Mental Health Foundation statistics showed that 9 out of 10 people with mental disorders feel that social stigma and discrimination have negative impact on their lives: it is difficult for them to find a job, to be in long-term relationship, to make friends. Unfortunately, the media aggravates the stigma. Most common stereotype shown in the "slasher" and "psycho killer" movies is that people with schizophrenia are "homicidal maniacs".

People, who struggle with mental disorders, are mostly blamed by the media consumers for their illnesses. For instance, the most stigmatized symptom for depression is suicidal behavior/tendencies, for people with schizophrenia - auditory and visual hallucinations. In fact, only 60-80 % of people who suffer from schizophrenia have these symptoms.

A 2012 paper “Portrayals of Schizophrenia by Entertainment Media: A Content Analysis of Contemporary Movies” showed an analysis of 41 movies that had been released between 1990 and 2010. The researchers analyzed the movies for depictions of schizophrenia. They discovered that most of the characters in these movies demonstrate violent, cruel and aggressive behavior towards themselves and others, a quarter of the characters killed themselves, in a quarter of the movies it was implied that an important and significant causative factor for them was a traumatic life event or a painful moment from their past. All of these facts are strongly overestimated [3].

The society’s stigmatization turns the person’s life into a constant fight and defense of his human rights. The statistics state that mental disorders are the cause of 14.3% of deaths worldwide, which is approximately 8 million deaths every year [4]. More than 90% of suicides occur because of mental health disorders or substance use disorder, according to the meta-analyses of psychological autopsy, which studied the causes of the suicide across high-income countries [5].

Social perspectives in integrating people with mental disorders

The main question is still open: How do people with mental disorders deal with social integration and how do they experience life in the community? The findings from the studies showed that people who suffer from mental diseases consider their home to be a safe place, which is important for their independent life. Their home is a place where they develop their autonomy and virtue in communication with others. Integration and living in the community is very important for these people. The participants of the study have only experienced living with people with similar types of diseases. Identical life experiences and situations were more significant for them than age, interests, hobbies and passions [6]. There are a lot of social organizations that help people to integrate in modern society. They organize meetings where they talk to people with mental illnesses and try to help them to overcome their issues and the barriers between them and the society.

For instance, there is a popular social non profit organization called ‘Students with Schizophrenia’, which has been founded and organized by a person who also suffers from schizophrenia. This organization helps and empowers students from colleges and universities and gives them the resources, which will help them to continue their studies and be successful. The owner of the organization says: “I’m not going to wallow in self-pity about my diagnosis. Instead, I want to use it as a common denominator, so I can help other people who have schizophrenia. And I’m not going to rest until anyone who has schizophrenia worldwide is not afraid to say the words: ‘I have schizophrenia’. Because it’s okay to have it.” [7].

It finds out that engineers very often face mental health problems. The Professional Engineering survey showed a high level of stress among the engineers. More than 77.8% of respondents consider that their work is often stressful. About 53.7% said that the stressful environment and workplace have a negative impact on their behavior, mental health and well-being. The workplace stress has an even worse effect on them than the problems at home and personal issues. The survey also showed that 67% of respondents go to work (ignoring their feeling of emotional or mental unwell) despite feeling emotionally or mentally unwell. Other 42.3% of people said that their mood and poor mental health affected their work. They couldn’t concentrate and accomplish their tasks properly and efficiently. This might have very serious circumstances for these people [8]. But how can we avoid this?

The Head of Workplace Health and Safety at Hydro Tasmania, Adrian Daniels, leads A New Mindset, the organisation’s award-winning mental health and suicide prevention program in partnership with OzHelp Tasmania Foundation [9]. More than 70% of workers at Hydro Tasmania have accomplished training, dedicated to suicide-prevention awareness. This training, called “Looking after your mates”, supports in growing the organization’s culture of acceptance and empathy. Adrian Daniels suggested a list of recommendations for the employers, which will help them to form a positive environment and to prevent their workers from burn-outs:

1. Train staff to be vigilant and attentive. They should be aware of the warning signs of mental illness. Create a safe environment such that your workers won't be afraid to discuss the problem.
2. Find the sources of the stress related to their work and the solutions to minimize or eliminate it. Help your workers to identify and manage their personal sources of stress.
3. Be aware that mental illnesses have a negative impact not only on your workers, but also on your business and effective working of the company.
4. Understand that mental well-being has a lot of benefits on the business from the perspective of successful teamwork, staff retention and attraction of specialists.
5. Work with the mental health institute to spread and develop this practice not only in your organization, but also outside it [9].

IT solutions

The scientists from Dartmouth College have created the AI model for discovering mental disorders with help of data analysis from Reddit. It is part of a new system of screening tools that are being used to analyze social media posts and obtain information about people's mental state. In their work, the researchers focused on what they call emotional disorders with clear emotional patterns: depression, anxiety, and bipolar disorder. Then the researchers trained their model to label the emotions expressed in user messages and display emotional transitions between different messages so that they could be labeled as "joy," "anger," "sadness," "fear," "lack of emotion," or a combination of both. They ended up with a matrix showing how likely the user is to go from one state to another, such as from angry to neutral. By creating an emotional "digital fingerprint" of the user and comparing it with established signs of emotional disorders, the model can detect them [10].

In 2021 University of California, San Francisco (UCSF) successfully treated for depression with an electrical brain implant. This device detects patterns of brain activity related to depression and automatically interrupts them. For the interrupting process it uses tiny pulses of electrical stimulation, which are delivered deep inside the brain [11].

More than 100,000 Parkinson's Disease patients have been treated with deep brain stimulation (DBS) since 1997. DBS is a surgical technique and it involves the implantation of ultra-thin wire electrodes, also known as 'brain pacemaker'. The implant delivers electrical pulses to the subthalamic nucleus, which is located near the center of the brain. The device effectively alleviates many of the physical symptoms of the disease. It can be used to treat tremor, muscle rigidity and slowed movements [12].

Conclusions

Since the amount of people with mental diseases is extremely huge, the integration problem without any doubt is very important. People with mental disorders suffer from social misunderstandings and stigmas. Our society has to highlight this problem to help these people to integrate. Despite the fact that these people have to "fight" with their disorders, they have to defend their rights to normal life, facing society's rejection. That is why we have to speak about mental health in schools and universities. We should organize a subject in the school, where psychologists will tell kids about the importance of being vigilant and kind towards people with mental health problems. We have to be attentive toward stress and burning-out at work, to show mental disorders in mass-media with care and ethics, to create necessary organizations that defend the rights of the mental ill and, all-in-all, we have to keep in mind that all people have the right to live. We live in the informational technologies century where researchers and engineers invent something new every day. The technologies are developing really fast and one day we will be able to treat mental disorders or even prevent their occurrence during the pregnancy period or the transmission of genes by heredity.

References

1. Joker (FLECK, A.,): Film “Joker (2019)” [online]. [accessed 08.03.2022]. Available: <https://www.kinopoisk.ru/film/1048334/>
2. MCGOUGH, C., *I Am Not A Monster: Schizophrenia* [online]. [accessed 07.03.2022]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=xbagFzcyNiM>
3. SALEH, N., How the Stigma of Mental Health Is Spread by Mass Media [online]. 02.06.2020. [accessed 02.03.2022]. Available: <https://www.verywellmind.com/mental-health-stigmas-in-mass-media-4153888>
4. WALKER, E., ROBIN, E., BENJAMIN, G., Mortality in Mental Disorders and Global Disease Burden Implications [online]. April, 2015. [access 05.03.2022]. Available: <https://jamanetwork.com/journals/jamapsychiatry/fullarticle/2110027>
5. DATTANI, S., RITCHIE, H., ROSER, M., *Our World in Data* [online]. April, 2018. [accessed 02.03.2022]. Available: <https://ourworldindata.org/mental-health>
6. GRANERUD, A., *Social Integration For People With Mental Health Problems: Experiences, Perspectives And Practical Changes*: Doctoral thesis at the Nordic School of Public Health [online]. Sweden: Göteborg, 2008. [accessed 23.02.2022]. Available: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:760710/FULLTEXT01.pdf>
7. Lifestyle Desk, ‘I am Cecilia McGough. I have schizophrenia, and I am not a monster.’ [online]. August 13, 2020. [accessed 26.02.2022]. Available: <https://indianexpress.com/article/lifestyle/life-positive/i-am-cecilia-mcgough-i-have-schizophrenia-and-i-am-not-a-monster-6552115/>
8. FLAIG, J., FEATURE: 'We carry on until we feel broken' – survey shows stress at crisis levels [online]. 24.06.2020. [accessed 24.02. 2022]. Available: <https://www.imeche.org/news/news-article/feature-%27we-carry-on-until-we-feel-broken%27-survey-shows-stress-at-crisis-levels>
9. SHEEDY, C., *Why engineers need to keep a close eye on their mental health* [online]. [accessed 24.02.2022]. Available: <https://createdigital.org.au/engineers-mental-health/>
10. *AI model taught to detect mental disorders based on messages on the Internet* [online]. 24.02.2021. [accessed 03.03.2022]. Available: <https://habr.com/ru/news/t/654215/>
11. DEVLIN, H., *Woman successfully treated for depression with electrical brain implant* [online]. 04.10.2021. [accessed 04.03.2022]. Available: <https://www.theguardian.com/society/2021/oct/04/woman-successfully-treated-for-depression-with-electrical-brain-implant>
12. COSTANDI, M., *Researchers develop a non-invasive deep brain stimulation method* [online]. 01.06.2017. [accessed 20.02.2022]. Available: <https://www.theguardian.com/science/neurophilosophy/2017/jun/01/researchers-develop-non-invasive-deep-brain-stimulation-method>

PUBLIC SPEAKING IN AN ACADEMIC ENVIRONMENT

Irina RACOVCEA*, Dumitru MORARU

Department of Software Engineering and Automation, group FAF-212, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics, Technical University of Moldova, Chișinău, Republica Moldova

*Corresponding author: Irina Racovcena, irina.racovcena@isa.utm.md

Abstract. This article is about public speaking in an academic environment, covering topics like overcoming anxiety when speaking in public, methods of preparing a speech, and different life improvement techniques for personal development.

Key words: public speaking, anxiety overcoming, speech, message, delivering content

Introduction

Life in university has a lot of joys, ups and downs, and it is certainly the best period of a person's life. Unfortunately, being unable to express your opinion cuts down a lot of opportunities for a student.

Rapid growth of team working environments, takes out of the basement a lot of problems regarding this. Project based learning relies most on team work and interaction with your peers, but most struggle with that for a couple of reasons.

Therefore, relies the necessity of this article. It will be focused around overcoming the anxiety of speaking in public, interacting with people, delivering a speech and send a correct message to your audience.

It will cover techniques for personal improvement. After reading, you will become more fluent in this topic, and will be able to improve your public speaking skills and be an interesting person to listen to.

Most common issues of speaking in public

Indeed, although numerous individuals routinely provide talks or introductions for work or school, they may still encounter fear at the thought of having to stand before others and talk. Thoughts of what to vocalize, how to keep the audiences intrigued and how to overcome stress, can make vulnerable a few public speakers. Much of the anxiety-related with open talking can be minimized, regardless, in case you pay consideration to overcome the foremost common issues of open speaking.

Need of Confidence

If you do not have certainty in yourself, you will mostly disconnect the audience. Being clearly anxious is particularly tricky since "when we are nervous, audience members are more likely to center on negative vocal and visual cues," says author Cheryl Hamilton in "Essentials of Public Speaking," investing time to get ready and sharpen, already makes a difference speakers pick up the sense of control, vital for the audience to believe and accept the message [1].

Need of Attention to Audience

Make beyond any doubt you know the audience, or the introduction will be unsuccessful. Inquiring about their ages, culture, values, and current level of information is basic to forming the speech's tone and substance. Coming up short to relate the fabric to the gathering of people, to preserve eye contact and to examine their expressions can contrarily influence how your discourse will be translated. Clarifying how the material benefits audience members actually and utilizing accounts pulls in the audience's consideration.

Need of Organization

You can lose credibility by not investing sufficient time gathering and organizing material. Conducting investigate the audience, theme and sources are preparatory steps. Orchestrate the data

into an attention-getting presentation, create a section for each of the three most critical focuses, follow them with a conclusion. Attempting to talk on the fly invites catastrophe. It is standard practice to form a layout or put data on note cards to allude to, as you talk. This strategy makes a difference both the speaker and audience remain on track.

Need of Time Organization

Run through the discourse to guarantee it meets time necessities. Numerous speakers run extra minutes since they have not enough practiced and planned the conveyance of their material. "If you are speaking for 10 minutes, rehearse for about eight," says Ronald Adler and Jeanne Elmhorst in their publication "Communication at Work: Principles and Practices for Business and Professions" [2].

How to attract people with a speech?

"Attraction isn't a choice." Have you heard that some time recently? If you need the audience to be sucked into your presentations, at that point you must trigger their feelings not fair their logic.

1 - Be energetic

Move on stage, move your hands and arms, utilize gestures. Each time you move you reset the center point of your audience and you constrain them to deliberately pay attention. This can be one of the insider facts of film production; producers utilize rapid camera cuts to retain the audience from dozing off. You will be able utilize the same guideline when talking by utilizing your body dialect to keep resetting your audience's focus. Do not push it too far with this. Begin by including a couple of more motions to your body dialect and construct from there. "Body Language" may be a Dialect, and can be learned.

2 - Tell a story

Nothing triggers audiences' feelings more than a significant story. The victory of TV, YouTube, and Blogs may be a declaration of our natural require for stories in our lives. Increase your chances of standing out and succeeding within the business world by learning how to tell great business stories. Stories are less demanding than you think. Adding stories to introductions is what permitted people to succeed as speakers.

3 - Smile more

You know that individuals are pulled in to other friendly individuals. Having a smile broadcast to your group of onlookers that you simply are friendly and receptive; hence, they feel more compelled to tune in to you. Use the mirror and practice smiling more. Make beyond any doubt you learn how to smile utilizing your eyes.

4 - Be positive

Individuals dodge torment and are pulled in to delight. In case you have a negative state of mind and cynical viewpoint then people will begin dodging you just like the plague. Be that as it may, in case for the foremost part have a positive viewpoint on life and have an incredible vision for the longer, term individuals will be pulled in to you and to your message. Being positive takes vitality and effort. With the media frightening us with fate, illness, and catastrophe each day, it is difficult to be normally positive. So, we got to contribute time each day to prepare our minds to spot and share the great.

How to overcome the fear and anxiety of speaking in public?

Stage fright or anxiety is a pathological fear to perform in front of other people. The main symptoms of anxiety are strong heartbeat, sweating, trembling of voice, tremors of lips and limbs, clutched vocal cords, nausea, etc. Atypical fear leads a person to a painful state, difficult to explain and impossible to overcome on the spot. People with phobia need specialist help or medication. Going on stage during a bout of atypical fear is pointless and dangerous to your health. In some cases, stage fright may be part of more general psychological problems, i. e. phobias, but many people experience stage fright without any other social disorders. It makes sense to fight a phobia only under the supervision of an experienced physician who can accurately assess individual situations and propose

optimal treatment methods. Ordinary fear can and must be conquered on your own, and the more often you do, the faster it will completely disappear from your life. There are simple and correct ways to get rid of stage fright quickly.

Stage fright causes

Dale Carnegie says that ‘fear only exists in the mind’. So, does think Robin Kermode. He claims that “The brain is often unable to judge the severity of the danger and often responds to fear disproportionately. At times of life threatening danger the brain actually downgrades the importance of its own functions” [3].

The unknown is the main catalyst of fear. The factor of unknown is:

1. A stranger whose reaction is difficult to predict;
2. an element of improvisation or live communication used in a speech (such as a talk show or interview, where you will be asked unknown questions or communication will be spontaneous);
3. unfamiliar room;
4. unfamiliar performing partners.

It is not always possible to eliminate this reason, in some cases (as with the public) it is simply present by default. But there is nothing to stop you from collecting information when it is available. For example, before participating in a talk show, watch as many shows as you can find. If you must perform in an unfamiliar room, come two hours early and ask for the stage. If you do not know your partners, meet them. All this will help overcome the fear of public speaking.

Speech planning

Another efficient way of fighting with anxiety is speech planning. The preparation algorithm consists of search and study on the source material, finding compelling arguments, learning, and writing out the main points. Moreover, recording the speech on a tape recorder, checking how it sounds, and correct the defects. The text should be written with reference to the average age and intellect of the audience to be addressed. You should also prepare the non-verbal part of the performance. Gestures and facial expressions can be mastered by repeating the text in front of the mirror. Logic, rhetoric basics and the right arguments will help to structure the text of a public statement in a proper manner.

Positive view

The next problem solution is ignoring possibility of failure. A negative result is always possible, but it does not justify worrying about it before it happens. It is far more productive to focus on the present rather than on the future. To do that, you must focus on your own work. Another way to overcome stage fear is to visualize. Imagining going to perform, how successful it can be, and applause afterwards. It is necessary to see the result of the work in perspective, its insignificance in relation to the whole life. Understanding that nothing disastrous is likely to happen and turn to more pleasant goals.

How to prepare your speech?

No doubt speech preparation is the most important part of public speaking. It gives the orator confidence, understanding the purpose of delivering a speech and makes it clear and easy for audience perception. Polishing and mastering public speaking skills takes time, but speaker’s ideas must be shaped and structured. Doing research properly and organizing the material in the most effective manner is the only way to attain the purpose of giving a speech. Statement construction usually is divided in 3 sections: introduction, main body, and conclusion. In each section you try to reach a different goal.

Speech structure

1. In the introduction, the aim is to grab attention and prepare your audience for what you will be talked about.
2. The main body includes arguments which must be separated into different paragraphs. It is better to take 2-3 points and develop them detailed. To obtain that, each paragraph must

have a sentence topic. Paragraphs must be developed by bringing in concepts one by one and explaining things with examples. Use of explanations is the main tool to deliver a message. “Explanation is the act that consciously adds a new element to someone’s mental model or reorders existing elements in a more satisfying way” says Chris Anderson in his book “TED Talks: The Official TED Guide to Public Speaking” [4].

3. The conclusion comes at the end, to sum up what was said before and outlines the main reason for delivering this speech. Opinions are the elements that must be necessarily added to make speech more interesting and eliminate the impression that a person not just speaks about a topic, but thinks and cares about it.

Power of Vivid language

Words are powerful, so a speaker must take in consideration the importance of formulating the arguments using suitable vocabulary. The right word ensures the correct tone and emphasis and adds credibility. Meanwhile, so-called wrong words can weaken the main points. There are some tips in formulating the message such as vivid language, clarity, and rhythm [5]. Effective does not mean using ‘fancy’ words. Therefore, firstly verbs must be lively and spoken in an active voice. Choosing concrete words are likely to maintain the audience’s attention. Using more words and making a speech duration longer does not mean it to contain more information, but has the opposite effect. Avoiding using more words and keeping a good flow of a speech helps idea to be perceived concise and easy for understanding.

It is useful with each point in basic speech construction to tell a story to illustrate the message. Storytelling, metaphors, humor, and effective language makes a speech more memorable, inspiring, and emotionally engaging. A speaker must let the personality get through, so it will make a speech more credible. Audience like a delicate touch in a speech that stories can provide [6]. But they must strengthen the point, make it easy for perception and not split the attention and distract. Also, it is better to strive to read unless there is a strong need in it. Reading from a script or slides fractures connection with people who are listening to and creates a feeling of seeing a talking head. Eye contact makes a tremendous change and has a strong influence because of keeping focus on the message. A brief outline can serve to help to remember details and keep on task.

Conclusions.

This work has significant importance due to its relevance to students. It reflects fears and struggles in the life of a university learner. It always comes a moment when we need to deliver a powerful speech, so we can convince people around us, that we really have a point. Therefore, comes this article, that helps you in achieving this goal. Even the smartest people need to learn, to convince others, to persuade their goals, deliver their message. Only 7% matters what you say, the rest relies on how you say it. Therefore, it depends on how you send your word and learn about the importance of this article for students.

Acknowledgements. We are thankful to our coordinator, **Elena Gogoi**, for investing her time and dedication, so we could succeed.

References:

1. HAMILTON, C. *Essentials of Public Speaking*. United States, 2014.
2. ADLER, R., ELMHORST, J. M. *Communicating at Work: Principles and Practices for Business and the Professions*. New York, 2010.
3. KERMODE, R. *Speak So Your Audience Will Listen: 7 steps to Confident and Authentic Public Speaking*. Great Britain, 2013.
4. ANDERSON, C. *TED Talks: The Official TED Guide to Public Speaking*. New York, 2016.
5. NORTH, M. *Mastering the Basics of Communication* [online]. [accessed 05.03.2022]. Available: <https://professional.dce.harvard.edu/blog/mastering-the-basics-of-communication/>
6. NORTH, M. *10 tips to improve your public speaking skills* [online]. [accessed 03.03.2022]. Available: <https://professional.dce.harvard.edu/blog/10-tips-for-improving-your-public-speaking-skills/>

SUBSECȚIA INTERDISCIPLINARĂ ÎN LIMBA STRĂINĂ (FRANCEZĂ)
SOUS-SECTION INTERDISCIPLINAIRE EN LANGUE ÉTRANGÈRE
(FRANÇAIS)

SYSTÈMES D'EXPLOITATION. PROPRIÉTÉS ET COMPARAISONS

Dina BUZA*, **Grigore MACOVEI**

Département Génie des Systèmes et Automatiques, gr. FI-201, Facultatea Ordinateurs, Informatique et Microélectronique, Universitatea Tehnica a Moldovei, Chișinău, République de Moldavie

*Auteur correspondant: Buză Dina, dina.buza@isa.utm.md

Sommaire. Un système d'exploitation, en abrégé OS (operating systemen anglais, en abrégé OS), est un ensemble de programmes qui a pour rôle de gérer et de faciliter l'accès de l'utilisateur aux ressources du système informatique. Métaphoriquement, on peut dire qu'un système d'exploitation agit comme un chef d'orchestre, orchestrant les souhaits des utilisateurs en attribuant des scores appropriés aux différentes ressources informatiques et en assurant l'interprétation harmonisée de ces scores, de sorte que les objectifs pour lesquels l'ordinateur a été utilisé sont atteints. Pour cela, le noyau du système d'exploitation est le premier programme chargé dans la mémoire de l'ordinateur et reste actif tout au long de son fonctionnement. Le système informatique peut être un ordinateur, une station de travail, un serveur, un PC, un notebook, un netbook, un smartphone, un appareil de navigation routière, un lecteur de livre électronique, ou certains appareils électroménagers, et des lecteurs multimédia. Le système d'exploitation agit également en tant qu'hôte pour les applications exécutées sur cet appareil (matériel).

Mots-clés: Système d'exploitation, Windows, MacOS, Ubuntu, Linux, Debian.

Introduction

De nos jours, les utilisateurs ne peuvent pas imaginer un ordinateur sans système d'exploitation. Bien que les ordinateurs sans système d'exploitation soient toujours vendus. Dans ce cas, il est nécessaire de connaître les commandes spéciales de la console pour communiquer avec l'ordinateur.

Pour plus de simplicité, le système d'exploitation a été créé, par exemple Microsoft Windows, macOS, Ubuntu et autres. Ils utilisent une interface graphique appelée GUI. L'interface graphique vous permet de cliquer sur des icônes, des boutons et des menus avec votre souris et d'utiliser une combinaison de graphiques et de texte pour tout voir clairement à l'écran [1].

La plupart des utilisateurs utilisent le système d'exploitation fourni avec leur ordinateur, mais vous pouvez mettre à niveau ou modifier votre système d'exploitation. Cependant, si vous voulez plus de contrôle sur votre système d'exploitation, vous pouvez apprendre des commandes spéciales pour la console, mais ce n'est que le début pour connaître toutes les possibilités du système d'exploitation [2].

Système d'exploitation Windows. Avantages des inconvénients

Le système d'exploitation Windows est fabriqué par Microsoft et il a publié de nombreuses versions. La version la plus célèbre et la plus utilisée de Microsoft Windows est Windows 7. Le premier système d'exploitation (OS) développé par Microsoft était MS-DOS. MS-DOS était un système d'exploitation simple et possède une interface de ligne de commande. La nouvelle version de Microsoft OS intègre également MS-DOS en tant qu'utilitaire. MS-DOS est toujours utilisé pour effectuer certaines tâches courantes telles que la création de fichiers, de dossiers, l'installation de plug-ins dans certains logiciels, l'utilisation de GIT et d'autres utilisations [3].

Avantages du système d'exploitation Windows:

Prise en charge de tout le matériel : le système d'exploitation Windows étant utilisé par 95 % des utilisateurs, la plupart des fournisseurs de matériel créent des pilotes pour Windows.

Facilité d'utilisation : Toutes les versions de Microsoft Windows ont quelque chose en commun qui permet aux utilisateurs de passer facilement d'une version à une autre. Les utilisateurs de Windows 7 n'ont aucune difficulté à migrer vers Windows 10 car la plupart des fonctionnalités de Windows 10 sont les mêmes que Windows 7. L'interface utilisateur de Windows est également facile à utiliser que UNIX et MAC.

Support logiciel : la plate-forme Windows est la mieux adaptée aux développeurs de jeux et de logiciels. Windows a un large public, les développeurs préfèrent donc créer des utilitaires, des jeux et des logiciels pour le système d'exploitation Windows. Les utilisateurs de Linux ne peuvent pas créer d'applications Windows, il est donc préférable d'utiliser Windows pour développer des applications.

Fonction Plug and Play : La plupart des matériels peuvent être détectés automatiquement par la fonction Plug and Play. Vous n'avez pas besoin d'installer manuellement le matériel, mais il est prêt à l'emploi lorsqu'il est connecté, par ex. webcam, clavier, souris, appareil mobile, etc.

Bureau et écran tactile : Windows 10 est conçu pour les appareils à écran tactile et les ordinateurs de bureau. L'interface utilisateur de Windows 10 est conçue de telle manière qu'elle fonctionne mieux pour tout type d'appareil Windows [4].

Inconvénients du système d'exploitation Windows

Attaques de virus : Windows subit un grand nombre d'attaques de pirates. Les pirates peuvent facilement casser la sécurité de Windows. Ainsi, les utilisateurs de Windows dépendent des logiciels antivirus et doivent payer des frais mensuels aux entreprises pour protéger leurs données. De plus, les utilisateurs de Windows doivent mettre à jour le système d'exploitation pour se tenir au courant des correctifs de sécurité.

La plupart des logiciels sont payants : la plupart des programmes Windows sont payants, par ex. jeux, logiciels graphiques (Photoshop), gestionnaire de téléchargement (IDM) et autres logiciels populaires sont payants. Vous devez acheter ces logiciels ou payer des frais mensuels pour les utiliser.

Redémarrage d'un système: si votre système devient lent en termes de performances, vous devez le redémarrer. Si vous chargez plusieurs programmes en même temps, votre système ralentit et raccroche. La seule solution pour cela est de redémarrer.

Prix élevé : le système d'exploitation Linux est open source et est gratuit pour tout le monde, mais le système d'exploitation Windows a une licence payante et vous ne pouvez pas utiliser le système d'exploitation Windows légalement gratuitement. Le coût d'achat d'une copie du système d'exploitation Windows est également élevé. Vous devez également acheter d'autres logiciels Microsoft, par ex. MS Office pour effectuer un travail de bureau régulier sur l'ordinateur.

Ressources informatiques élevées : Si vous installez le système d'exploitation Windows, votre ordinateur doit avoir une capacité de RAM élevée, beaucoup d'espace disque dur et une bonne carte graphique. Cela est dû aux fonctionnalités utilisées dans Windows. Si vous souhaitez installer un logiciel graphique, c'est-à-dire Photoshop, 16 Go de RAM sont recommandés.

Support technique : le support Windows n'est pas bon pour la plupart des utilisateurs. Seules certaines grandes organisations peuvent obtenir un bon soutien de la part de l'équipe Windows. Les utilisateurs courants doivent rechercher des forums pour résoudre leur problème.

Système d'exploitation Mac OS. Avantages des inconvénients

Le système d'exploitation Macintosh est également connu sous le nom de macOS. Ce système d'exploitation est développé et maintenu par une société connue sous le nom d'Apple. Il s'agit du même système d'exploitation qui utilise pour la première fois l'interface graphique (GUI) et la souris de l'ordinateur. Il est également connu sous le nom d'OSX car il provient du système d'exploitation UNIX. Steve Jobs, qui était le PDG d'Apple, a beaucoup aidé l'entreprise à son époque [3].

Avantages de macOS

Moins d'attaques virales- Comme macOS est le deuxième système d'exploitation le plus utilisé et compte moins d'utilisateurs actifs, il a également moins d'attaques de virus. L'autre raison de la sécurité antivirus est sa relation UNIX qui est plus sécurisée que le système d'exploitation Windows.

Bon support client - Les utilisateurs de Mac obtiennent une bonne réponse de son équipe de support par rapport aux autres systèmes d'exploitation. Apple dispose d'ingénieurs qualifiés qui aident l'utilisateur à résoudre les problèmes de son matériel et de ses logiciels.

Interface graphique similaire pour tous les produits - MacOS a la même interface utilisateur graphique (GUI) que celle trouvée dans d'autres produits Apple comme l'iPhone et les tablettes. Les utilisateurs se sentent à l'aise d'utiliser macOS s'ils sont passés d'autres produits Apple.

Performances et longue durée de vie- Comme Apple fabrique à la fois du matériel et des logiciels, la communication matérielle est très efficace et améliore les performances. Le système d'exploitation et le matériel fonctionnent très bien. L'ordinateur Apple a une durée de vie plus longue que les autres ordinateurs. La durée de vie de la batterie des ordinateurs portables Mac est également plus longue.

Applications par défaut- Si vous installez Windows, il est livré avec des applications préinstallées qui ralentissent votre ordinateur, par ex. Onedrive ralentit votre ordinateur. Mais ce n'est pas le cas avec macOS, il est livré avec des applications puissantes qui n'affectent pas les performances de votre système. Certaines des applications préinstallées de macOS sont iPhoto et iMovie.

Peut exécuter Windows- Vous pouvez exécuter le système d'exploitation Windows si vous avez installé macOS en utilisant Bootcamp ou un logiciel parallèle.

Inconvénients de macOS

Cher- Le coût minimum d'un Mac PC est supérieur à 1000 \$. Vous pouvez obtenir un bon PC Windows à 1000 \$ avec plus de spécifications matérielles.

Moins de jeux et de logiciels- La plupart des développeurs de jeux préfèrent créer des jeux pour le système d'exploitation Windows car ils ont plus de pourcentages d'utilisateurs. Les utilisateurs de Mac ont moins de jeux disponibles. En outre, les ordinateurs Mac ont une faible capacité graphique pour exécuter des jeux graphiques élevés. Certains logiciels sont disponibles pour Windows et non disponibles pour les utilisateurs de Mac, par exemple. Adobe Premiere Pro, etc.

Aucune personnalisation matérielle- Si vous achetez un ordinateur/ordinateur portable Mac, vous ne pouvez pas modifier ses composants matériels tels que le processeur, la carte graphique, etc. Pour certains ordinateurs Mac, vous pouvez modifier le matériel et la RAM, mais ce n'est pas le cas pour tous les ordinateurs Mac. Il n'est pas non plus possible de changer d'autres accessoires matériels comme les pièces internes de l'ordinateur, le seul choix que vous avez est d'acheter un nouvel ordinateur mac. À chaque version majeure de votre système d'exploitation, vous devez changer votre ordinateur, sinon 50 % des fonctionnalités de votre système d'exploitation ne fonctionnent pas.

Windows ne peut pas lire le système de fichiers macOS- MacOS peut lire les formats Windows NTFS et FAT, mais Windows ne peut pas lire le système de fichiers macOS. Vous devez installer un logiciel tiers dans Windows pour ce faire. Certains autres logiciels comme les notes de bas de page ont des problèmes de compatibilité lors du déplacement de fichiers de macOS vers Windows.

Moins de matériel utilisé - La nouvelle version de l'ordinateur macOS prend en charge moins de ports USB et n'est pas non plus livrée avec un graveur de CD/DVD.

Qu'est-ce que Linux ?

Linux est une famille de systèmes d'exploitation Unix qui utilise le noyau Linux. Ils peuvent être installés sur une grande variété d'appareils : téléphones portables, tablettes, ordinateurs personnels et superordinateurs. Les systèmes basés sur Linux sont principalement connus pour l'utilisation de serveurs, représentant environ 40 % de la part de marché. Et ce système d'exploitation est gratuit.

Le système a été lancé par l'ingénieur finlandais Linus Torvalds le 17 septembre 1991. En conséquence, grâce à la licence publique générale GNU GPL, des programmeurs bénévoles ont participé à son développement, et plus tard, il a été soutenu par de grandes entreprises telles qu'IBM, Dell, Google et d'autres [5].

Système d'exploitation Ubuntu

Ubuntu est un système d'exploitation basé sur Linux. Le développeur principal est Canonical, également soutenu par des programmeurs bénévoles. Bien qu'il existe plusieurs systèmes d'exploitation basés sur Linux, Ubuntu, en raison de ses propriétés système et de sa simplicité, est devenu le plus populaire pour les serveurs Web.

Il existe 2 types de versions de ce système, LTS – un support à long terme et des versions régulières qui apparaissent plus souvent, bien qu'elles ne bénéficient pas d'un support à long terme, y sont introduites les possibilités les plus récentes qui sont testées. La dernière version LTS est 20.04.4. Avec Ubuntu, il existe plusieurs produits gratuits, par exemple LibreOffice, Gimp et autres.

Bien qu'Ubuntu soit prêt à l'emploi immédiatement après l'installation, il est possible de changer beaucoup de choses. De l'affichage des éléments standards aux propriétés internes du système. Bien sûr, les passionnés apportent des modifications à Ubuntu pour changer la façon dont il est affiché [6].

Les avantages :

Ubuntu est l'un des systèmes d'exploitation les plus sécurisés et définit le plus haut niveau de sécurité par rapport aux autres systèmes d'exploitation.

Ubuntu est un système d'exploitation open source.

Ubuntu est le système d'exploitation Linux le plus populaire.

La plupart des logiciels d'Ubuntu sont préinstallés pour améliorer l'expérience utilisateur.

Il est disponible gratuitement.

Processeur 1 GHz x 86 (au-dessus du Pentium 4)

512 Mo de RAM

5 Go d'espace doivent être libres sur le disque dur

Carte graphique avec une résolution de 800 x 600

Port USB ou lecteur de DVD pour l'installation du support

Inconvénients d'Ubuntu

Ubuntu est très conventionnel aux nouvelles technologies. Vous pouvez plutôt opter pour Fedora Distro.

Il est très sensible aux défauts du matériel, ce qui le rend moins stable par rapport aux autres systèmes d'exploitation.

Il existe un petit support matériel pour Ubuntu OS. Certains utilisateurs se plaignent qu'il devient difficile de configurer le modem pour commencer à travailler sur Internet.

Il n'est pas possible de jouer aux jeux modernes dans Ubuntu OS. Cela montre la mauvaise qualité graphique et ne doit pas utiliser d'émulateurs pour ce faire, ce qui nuit à la qualité graphique.

Bien que Linux (Ubuntu) dispose d'un certain nombre d'applications et de logiciels gratuits disponibles sur le net, la plupart des applications ne sont pas disponibles pour une utilisation Linux. Ubuntu n'est pas capable de lire les fichiers MP3 par défaut.

Le support du forum pour Ubuntu est vraiment très pauvre. Il faut des semaines voire des mois pour résoudre notre requête.

L'installation d'Ubuntu est l'un des problèmes majeurs. Il n'est pas installé sur les PC modernes. Il faut l'installer soi-même.

Le support des pilotes est également absent dans la plupart des cas par rapport à d'autres systèmes d'exploitation.

Et enfin, un autre inconvénient majeur d'Ubuntu est qu'un utilisateur qui passe de Windows ou de MAC n'appréciera pas l'expérience utilisateur sur Ubuntu et aura des difficultés à faire fonctionner le système d'exploitation.

Système d'exploitation Debian. Avantages des inconvénients

Debian est toujours un système d'exploitation basé sur Linux et, comme Ubuntu, il est gratuit. Ubuntu est apparu à l'origine comme une version modifiée de Debian, puis est devenu un système distinct. En raison de son âge, Debian possède la plus grande bibliothèque de programmes créés pour.

Encore une fois, en raison de son âge, d'autres systèmes d'exploitation ont été créés sur la base de ce système, par exemple Kali Linux, Linux Mint, SteamOS et autres. Il a été créé en 1993 par Ian Murdock en tant que produit gratuit.

Debian a 6 versions :

1. *Oldoldstable* – contient des versions obsolètes.
2. *Oldstable* – version LTS obsolète.
3. *Stable* – version LTS actuelle.
4. *Testing* – la prochaine version LTS en cours de test.
5. *Unstable* – contient de nouveaux packages en cours de test.
6. *Experimental* – contient des programmes nouvellement créés et testés.

La version actuelle de LTS est la 11.2. Les programmes nouvellement créés, également appelés packages, sont en version *Unstable* ou *Experimental*. Ensuite, après avoir été testés, ils se retrouvent dans la version *Testing* où l'ensemble du système d'exploitation est testé sur son fonctionnement avec ces nouveaux packages. Une fois qu'il est confirmé que la version de test fonctionne toujours correctement, elle devient stable, c'est-à-dire la version LTS actuelle. [7]

Conclusion

En conclusion, je peux dire qu'il existe de nombreux systèmes d'exploitation disponibles. Windows/Mac OS populaire pour les utilisateurs simples. Ubuntu/Debian et autres, populaires pour les serveurs. Celles-ci ont ses forces et ses faiblesses. Bien que Windows soit également utilisé pour les serveurs et Ubuntu est également utilisé par les utilisateurs en raison de sa simplicité. Si quelqu'un n'aime pas le système d'exploitation actuel, il peut essayer d'autres systèmes d'exploitation. Pour les entreprises, le système d'exploitation est choisi en fonction des besoins. Windows est le système d'exploitation le plus populaire, et ce n'est que sur ce système qu'il y a des jeux à gros budget, voici le plus de programmes pour tout. Mac OS est un système très stable, il est généralement livré avec des ordinateurs portables et il fonctionne toujours bien. Ubuntu et d'autres systèmes basés sur Linux sont généralement choisis par ceux qui connaissent leurs possibilités et peuvent communiquer avec le système non seulement avec l'interface graphique.

Références bibliographiques:

1. Systemes d`opération [en-ligne] [consulté 07.03.2022] Disponible:
<https://edu.gcfglobal.org/en/computerbasics/understanding-operating-systems/1/>
2. Owan Valentine Joseph. The Role of operating system to the computer/system communication. University of Calabar, p. 11-15
3. "OPERATING SYSTEMS: PROS & CONS" Dinesh Kumar pg. 308-310
4. Systeme d`opération Windows [en-ligne] Disponible: [consulté 06.03.2022]geeksforgeeks.org/advantages-and-disadvantages-of-windows-operating-system/
5. Linux. [en ligne] [consulté 07.03.2022] Disponible : <https://www.linux.com/what-is-linux/>
6. Ubuntu. [en ligne] [consulté 07.03.2022] Disponible : <https://ubuntu.com/>
7. Debian. [en ligne] [consulté 07.03.2022] Disponible :
<https://www.techtarget.com/searchdatacenter/definition/Debian#:~:text=Debian%20is%20a%20popular%20and,disc%20or%20USB%20flash%20drive.>

LES PROGRÈS DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Ana MITITELU*, Ivan SCORNICI

Département Génie Logiciel et Automatiques, gr. FI-201, Faculté Ordinateurs, Informatique et Microélectronique,
Université Technique de Moldova, Chișinău, République de Moldova

*Auteur correspondant: Ana Mititelu, ana.mititelu@isa.utm.md

Résumé. L'intelligence artificielle est le processus de création d'appareils capables de parodier l'intelligence humaine. L'intelligence artificielle est utilisée à la fois dans des domaines spécialisés, qui remplacent le travail physique des personnes (médecine, police, banque, militaire, robotique, jeux vidéo, art), et dans des domaines de divertissement, tels que la musique, la danse, les réseaux sociaux. Toutes les technologies jusqu'à ce qu'elles atteignent un progrès significatif, passent par des échecs, des essais et des expérimentations diverses. Ainsi que l'intelligence artificielle, a parcouru un long chemin pour arriver les résultats que nous avons aujourd'hui.

Mots clés : innovation, avancée, l'intelligence artificielle, l'internet, l'application.

Introduction

L'intelligence artificielle est une innovation technologique dans le secteur informatique. Grâce à l'analyse détaillée et à la connaissance des nouvelles informations, l'intelligence artificielle a atteint un progrès significatif. Elle s'est développée dans divers domaines. L'intelligence artificielle se retrouve dans des domaines d'activité tels que la finance, le transport, la logistique, l'industrie, la santé, l'énergie. Dans son évolution il y a eu, comme dans tout progrès technologique, des défauts ou des échecs.

L'intelligence artificielle est la reproduction de techniques pour faire en sorte que des machines simulent une forme d'intelligence réelle. Concrètement, il s'agit d'un ensemble d'algorithmes qui équipe les machines de capacités humaines de prise de décision et d'analyse, leur donnant la capacité de se familiariser intelligemment avec des situations en prédisant les données déjà obtenues. L'intelligence artificielle englobe un domaine très large qui ont différentes méthodes. L'intelligence artificielle peut inclure des techniques telles que l'analyse prédictive, la modélisation et la simulation [1,2].

Les robots artificiellement intelligents

La robotique et l'intelligence artificielle sont deux domaines liés mais complètement différents. Alors que la robotique consiste à créer des robots pour effectuer des tâches sans autre intervention, l'intelligence artificielle est la manière dont les systèmes simulent l'esprit humain pour prendre des décisions et "apprendre". Bien que vous puissiez avoir des bots avec des éléments d'intelligence artificielle (et vice versa), les deux peuvent et existent généralement indépendamment l'un de l'autre.

Les robots ne sont pas seulement du matériel, ils sont aussi des logiciels. Alors que de nombreux robots dans les industries manufacturières et autres sont programmés selon des spécifications très précises, l'intelligence artificielle (IA) joue un rôle plus important que jamais.

Les robots qui répètent sans cesse les mêmes mouvements sont courants dans la fabrication, mais la flexibilité de l'intelligence artificielle offre plus. L'intelligence artificielle peut être utilisée pour améliorer la précision de la vision et de la reconnaissance d'image des robots. Celles-ci sont importantes pour l'assemblage car les robots de soudage ou de découpe peuvent s'adapter aux plus petites tolérances au niveau microscopique. Une vision précise est également importante pour la logistique, car les robots à haute vision peuvent placer les bons objets dans les bons conteneurs, quels que soient ces objets ou conteneurs.

De plus, le robot peut explorer son environnement pour en savoir plus sur son emplacement, les obstacles dont il a besoin pour naviguer et les défis qu'il doit surmonter pour accomplir des tâches importantes pour son objectif principal. Pour un aspirateur, ces données ne sont généralement pas plus compliquées que le chemin de déplacement, ou parfois, selon la quantité d'aspiration dont la surface a besoin. Une fois que le robot sait où il peut aller et ce qu'il doit faire, ces cycles de calcul peuvent se concentrer sur l'accomplissement de sa tâche plutôt que sur l'apprentissage de la manière de le faire. La préprogrammation est toujours une option dans les situations où l'apprentissage n'est peut-être pas la meilleure approche.

Un autre type d'IA que de nombreuses personnes rencontrent dans leur vie quotidienne est la mise en œuvre d'une IA de service client appelée chatbots. Il s'agit des agents de service automatisés sur des sites Web qui peuvent aider avec des demandes simples, fréquentes et répétables qui ne nécessitent pas des agents humains. Les clients ont souvent des questions simples qui sont facilement analysées par l'IA et auxquelles il est possible de répondre tout aussi simplement.

Bien que les chatbots ne soient pas des robots au sens traditionnel du terme, les mêmes questions sont souvent posées dans les magasins physiques, prenant un temps humain précieux et mieux dépensé ailleurs. Si les robots peuvent être programmés pour patrouiller des lieux physiques, répondre aux questions et aider les clients, les économies s'accumuleront.

Le revers de la médaille du service à la clientèle est le service du personnel. Ceux-ci sont souvent appelés robots collaboratifs car ils travaillent avec des utilisateurs humains, comme l'assemblage puis la remise des composants à un inspecteur humain. Parce que les cobots fonctionnent de manière plus flexible et moins rigidement définie que les autres robots de fabrication, ils s'appuient de plus en plus sur l'intelligence artificielle pour effectuer des tâches plus complexes. La nature des cobots leur permet d'être utilisés de nombreuses façons et à de nombreuses fins, de la réponse aux questions à la téléprésence de la direction ou des employés distants [3].

L'intelligence artificielle dans la musique

Amadeus Code est un assistant d'écriture de chansons basé sur l'intelligence artificielle et est capable de créer de la musique. Du fait qu'ils proviennent de plusieurs sources musicales, cela peut créer de nouveaux hits. Évidemment, les capacités d'Amadeus Code sont restrictives, mais elles nous offrent de nombreuses fonctionnalités qui peuvent créer de la musique.

Si vous voulez tester ces possibilités, vous pouvez installer l'application sur l'App Store et élaborer votre propre chanson. Sur un morceau simple, vous pouvez ajouter des instruments et un rythme [4].

L'intelligence artificielle peut lire le texte sur une image

L'objectif est de donner aux voitures la fonctionnalité de comprendre un texte, une photo ou une vidéo. Le nom de cette intelligence artificielle est Rosetta. Facebook est à l'origine de cette énorme découverte. Il est très important de gérer quotidiennement la quantité de contenu importé sur le réseau social. Aujourd'hui, Facebook s'appuie principalement sur sa communauté pour rapporter les contenus interdits. L'intelligence artificielle est utilisée pour la reconnaissance faciale [4].

L'intelligence artificielle dans la danse

Les deepfakes sont à l'origine de cette pensée. Les deepfakes sont des astuces vidéo qui font quelqu'un à dire ou à faire des choses qu'il ne fait pas réellement, en utilisant d'autres modèles vidéo. En bref, les deepfakes signifient créer du contenu vidéo trompeur, mais cela semble juste. Grâce à ces deepfakes, une intelligence artificielle très créative a été créée qui vous fait danser. Ceci est basé sur les gestes d'un objet qui seront copiés sur un autre objet [4].

L'intelligence artificielle pour détecter l'exactitude du texte

Pour la célèbre société Google, il existe Jigsaw, une intelligence artificielle qui peut mesurer grammaticalement la justesse d'un texte. Mais Jigsaw offre un résultat pas si sûr, car il peut ne pas percevoir les mots non prononcés, peut omettre des erreurs grammaticales et peut ajouter des espaces. Les spécialistes ont remarqué une erreur: elle confondait des messages d'amour et de haine [4].

Domaines d'application

Certaines banques s'adressent à et accroissent les systèmes d'évaluation des risques liés aux prêts, notamment pour valider les informations fournies à l'aide de ces systèmes, leur récupération et leur traitement automatisé. Des systèmes de trading algorithmiques ont également été développés, leur donnant un avantage sur les traders humains, notamment grâce au trading à haute fréquence, à cause de la rapidité accrue de l'automatisation. Des systèmes tels que les drones, les commandes et les systèmes d'aide à la décision sont pratiqués dans la sphère militaire.

La médecine a également fait des progrès significatifs dans l'utilisation de systèmes de diagnostic auxiliaires ou de diagnostics automatisés. L'équipe de recherche avancée sur l'IA de Google expose les résultats d'une expérience d'IA capable de révéler les maladies oculaires. En conséquence, l'IA fait moins d'erreurs que les ophtalmologistes, et plusieurs systèmes intelligents ont été créés pour lutter contre la pandémie de Covid19. L'utilisation de l'intelligence artificielle dans la prévention du crime progresse. La loi utilise l'IA pour prédire les décisions de justice, soutenir la prise de décision et identifier les cas simples.

En logistique, des projets spécifiques sont développés à l'aide de l'intelligence artificielle, notamment pour maîtriser les problématiques de supply chain et de livraison. Par exemple, l'intelligence artificielle est utilisée pour simuler des personnages non-joueurs dans les jeux vidéo, leur donnant la possibilité d'agir comme un adversaire lorsqu'ils ne sont pas disponibles ou indésirables pour les joueurs humains [5].

Conclusions

L'intelligence artificielle a grandement influencé le développement technologique de l'humanité. Nous pouvons certainement dire que l'intelligence artificielle nous a facilité la vie. Bien qu'il y ait des craintes que l'intelligence artificielle ne remplace pas l'homme ou ne devienne plus brillante que lui. L'homme est celui qui crée des technologies basées sur l'intelligence artificielle. On ne le sait pas, l'intelligence artificielle offre plusieurs avantages ou inconvénients.

Références Web :

1. JEREMIE MATTOU. *Intelligence artificielle* [online]. 2021, 08, 09. [accesat 27.02.2022]. Disponibil: <https://www.pourlascience.fr/theme/intelligence-artificielle/>
2. L'intelligence artificielle: progrès ou danger? [online]. 2020, 01, 31. [accesat 27.02.2022]. Disponibil: https://avarap.asso.fr/offres/gestion/actus_471_39668-1464/l-intelligence-artificielle-progres-ou-danger.html
3. These are the top 5 applications of artificial intelligence in robots [online]. 2021, 06, 07. [accesat 27.02.2022]. Disponibil: <https://www.robotscareer.org/news-and-events/news/23037>
4. Ynov Paris. *Les progrès de l'intelligence artificielle* [online]. 2020, 05, 28. [accesat 27.02.2022]. Disponibil: <https://www.ynov-paris.com/progres-intelligence-artificielle/>
5. WIKIPEDIA. *Intelligence artificielle* [online]. 2022, 02, 23. [accesat 27.02.2022]. Disponibil: https://fr.wikipedia.org/wiki/Intelligence_artificielle

LA QUALITE DE L'EAU : METODES ET MODELES NUMERIQUE DE RECHERCHE

Rodica BRANIȘTE¹, Daniela ISTRATI^{1*}, Elena GOGOI²

¹Département Informatique et Ingénierie de Systèmes, Faculté Ordinateurs, Informatique et Microélectronique,
Université Technique de Moldova, Chișinău, République de Moldova

²Département Ingénierie Logiciel et Automatique, Faculté Ordinateurs, Informatique et Microélectronique,
Université Technique de Moldova, Chișinău, République de Moldova

*Auteur correspondant : Daniela Istrati, daniela.istrati@ia.utm.md

Résumé : L'article traite l'importance de divers logiciels utilisés pour surveiller et créer des modèles environnementaux. Pour une meilleure surveillance et prévision de la situation écologique dans les rivières et autres systèmes aquatiques, différents modèles mathématiques et applications ont été développés. L'article expose également les avantages de la modélisation qui permet de représenter les phénomènes de recherche en mettant en évidence ses caractéristiques fondamentales.

Mots clés : pollution, développement durable, stratégie nationale, investigations, système informatique.

Introduction

La recherche montre que le développement durable est orienté vers les personnes et les citoyens, afin qu'ils puissent mener une vie décente, avoir un bon environnement écologique, une bonne vie, de l'eau potable et de la solubilité. Améliorer les conditions écologiques instables du pays et du monde est une stratégie que chacun devrait adopter. En particulier, la protection du système de pollution aquatique, la protection de l'environnement, est vitale pour avoir une population en bonne santé qui puisse prospérer et améliorer les conditions physiques et économiques du pays.

La qualité de l'eau est déterminée par les sources de pollution et la manière dont ces sources sont gérées. La gestion des sources de pollution devient plus sensible lorsque les eaux de surface sont une source importante d'approvisionnement en eau pour la population.

Les principales raisons de la pollution de l'eau

Les principales sources de pollution de l'eau et des sols en République de Moldova sont les eaux usées non traitées ou partiellement traitées, les déchets ménagers et de production, ainsi que les produits chimiques.

En termes de qualité de l'eau pour l'irrigation, les plus vulnérables sont les agriculteurs, dont les terres sont situées en dehors des zones urbaines, et la seule source d'eau pour l'irrigation est l'eau des rivières intérieures. La qualité des eaux de surface des rivières intérieures souffre d'un degré élevé de pollution due à la non-exploitation ou à l'exploitation partielle des stations d'épuration. Pour cette raison, l'eau ne répond pas à la qualité appropriée pour être utilisée pour l'irrigation. Cependant, les agriculteurs, n'ayant pas d'alternative, ont recours à la violation de la loi et utilisent de l'eau polluée pour irriguer les cultures, exposant les consommateurs de produits agricoles à des risques de maladie.

La question de la qualité de l'eau est urgente en République de Moldavie parce qu'elle ne correspond pas, dans la plupart des cas, aux normes nationales et internationales. Les principales raisons de la pollution de l'eau sont représentées dans la figure ci-dessous (Figure 1) :

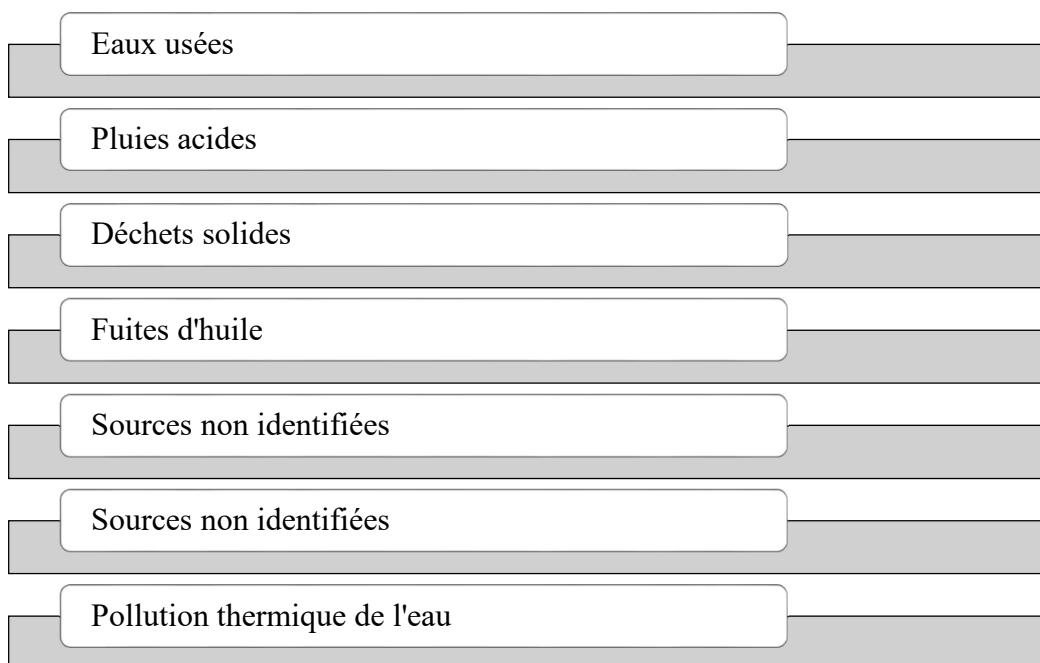


Figure 1. Les principales raisons de la pollution de l'eau

Les eaux usées domestiques contiennent souvent des détergents synthétiques, que l'on trouve dans les rivières et les mers. Ces accumulations de substances inorganiques réduisent la quantité d'oxygène dans l'eau, ce qui conduit à la formation des « zones mortes ».

Les déchets industriels contenant des déchets organiques et inorganiques sont déversés dans les rivières. Bien que les déchets industriels soient soumis à une filtration préalable, ils contiennent encore des substances toxiques, difficiles à détecter.

Les pluies acides sont le résultat du contact avec l'atmosphère des gaz produits par les entreprises métallurgiques, les centrales thermiques, les raffineries et d'autres entreprises industrielles et automobiles. Ces acides tombent parfois au sol à une distance de plusieurs centaines de kilomètres de la source de pollution de l'air et polluent ainsi non seulement les terres sur lesquelles ils tombent sous forme de précipitations, mais aussi les sources d'eau (rivières, lacs, étangs).

Les déchets solides sont présents dans une grande quantité dans l'eau, ils empêchent la pénétration de la lumière du soleil et empêchent ainsi le processus de photosynthèse dans les bassins d'eau. Les déchets solides obstruent les rivières et les canaux de navigation.

Fuites d'huile est causée par le déversement du pétrole dans l'eau qui a de nombreux effets négatifs sur la vie aquatique. Tout d'abord, les oiseaux qui se noient, surchauffent au soleil ou sont privés de nourriture en souffrent. L'huile aveugle les animaux aquatiques, réduit la pénétration de la lumière dans les piscines d'eau fermées et peut augmenter la température de l'eau.

Les sources non identifiées de la pollution ne sont pas toujours facilement détectées- il peut s'agir d'un rejet non autorisé de substances dangereuses par une entreprise ou d'une contamination causée par des travaux agricoles ou industriels. Cela conduit à une pollution de l'eau avec des nitrates, des phosphates, des ions de métaux lourds toxiques et des pesticides.

Pollution thermique de l'eau est causée par des centrales thermiques ou nucléaires. La pollution thermique est introduite dans les bassins d'eau de l'eau utilisée pour le refroidissement. En raison des températures plus élevées de l'eau dans ces bassins hydrographiques, il y a une accélération de certains processus biochimiques, ainsi qu'une diminution de l'oxygène dissous dans l'eau. En République de Moldavie, la pollution de l'eau thermale peut être trouvée sur le fleuve Dniestr en raison des centrales hydroélectriques qui s'y trouvent.

Les conséquences de la pollution de l'eau sont très graves et peuvent provoquer la destruction du milieu aquatique, la vie de la flore et de la faune aquatique et diverses maladies humaines.

Les conséquences de la pollution de l'eau sont graves (Figure 2) : destruction du milieu aquatique, la vie de la flore et de la faune aquatique. La pollution de l'eau peut provoquer diverses maladies et maladies humaines :

Maladies infectieuses :

- maladies microbiennes ;
- maladies virales ;
- maladies parasitaires.

Maladies non infectieuses :

- Causée par la contamination de l'eau par des produits chimiques tels que les nitrates et les phosphates, les pesticides et les métaux lourds tels que le plomb (saturnisme), le mercure, le zinc, le cadmium qui ont un potentiel toxique.

Maladies infectieuses :

- maladies microbiennes : fièvre typhoïde, dysenterie, choléra ;
- maladies virales : polio, hépatite épidémique ;
- maladies parasitaires : dysenterie, giardase.

Maladies non infectieuses :

- Causée par la contamination de l'eau par des produits chimiques tels que les nitrates et les phosphates, les pesticides et les métaux lourds tels que le plomb (saturnisme), le mercure, le zinc, le cadmium qui ont un potentiel toxique.

Figure 2. Les conséquences de la pollution de l'eau

Donc, avec autant de facteurs de pollution des écosystèmes aquatiques, il est nécessaire de développer et de mettre en œuvre des mesures de protection de l'eau.

Dans le bassin de la mer Noire, les États voisins mènent des enquêtes d'océanographie physique, des études sur la base du trafic maritime et la possibilité d'extraire des sels et des métaux lourds.

En termes d'eau potable, les plus vulnérables sont les habitants des localités dont la principale source d'eau potable est le fleuve Dniestr. Cette vulnérabilité a été accentuée avec l'extension du nœud hydrotechnique de Novodnestrovsk en Ukraine, qui influence considérablement le débit du Dniestr [1].

Contributions à la réduction de pollution de l'eau

Les mécanismes et politiques existants ne garantissent pas la conservation et la restauration des éléments clés de l'environnement, et l'absence d'un système de suivi et d'évaluation de la qualité des facteurs environnementaux rend impossible la réalisation de ces objectifs. Pour changer la situation, l'activité économique et humaine doit être menée en harmonie avec l'environnement.

D'après la stratégie nationale de développement Moldova 2030, cette approche réduira la pollution de l'environnement en éliminant les sources de pollution de l'eau (ODD 6.3, 14.1, 12.4, 12.5) [2], contribuera à réduire les déchets et à accroître la gestion durable des ressources naturelles et le développement des services écosystémiques [3].

Améliorer la qualité de l'eau et des sols en réduisant la pollution due au rejet d'eaux usées dans les émissions ou dans l'environnement naturel, en minimisant les rejets de produits chimiques et de substances dangereuses et en réduisant la part des eaux usées non traitées [4].

Les valeurs promues par la Stratégie incluent la reconnaissance de l'accès à l'eau comme un droit humain et la ferme conviction que la couverture d'un pays avec de bonnes infrastructures est un précurseur nécessaire pour un développement socio-économique durable et que les investissements

dans le secteur de l'eau et de l'assainissement ont taux de rendement supérieur à toute autre activité, en termes de bénéfices pour la population connectée, mais aussi pour l'État dans son ensemble.

Partager ces valeurs passe par l'instauration d'une culture participative de l'ensemble de la population et des acteurs responsables de la mise en œuvre de la Stratégie, facilitée par un processus décisionnel transparent à tous les niveaux et le respect des principes fondés sur la contribution et la responsabilité de tous les décideurs politiques secteur de l'eau et de l'eau. Assainissement, la programmation et la capitalisation des investissements pour ce secteur, la mobilisation des ressources dans le domaine de l'eau, de la protection de l'environnement, de la santé et de la sécurité sociale, la fourniture de services de qualité à des tarifs abordables pour la population, leur fonctionnement en de manière durable [5].

L'approche mathématique et informatique

Pour une meilleure surveillance et prévision de la situation écologique dans les rivières et autres systèmes aquatiques, différents modèles mathématiques ont été développés et différents programmes d'application ont été développés afin d'obtenir plus facilement les résultats escomptés.

Des processus et des phénomènes de plus en plus complexes nécessitent une amélioration continue des méthodes et techniques d'analyse et d'investigation, ainsi que des méthodes et techniques de leadership et de prise de décision. De nos jours, avec le soutien d'une informatique haute performance, des algorithmes et des technologies modernes sont utilisés. Une gestion efficace nécessite l'utilisation de méthodes mathématiques modernes combinées à la technologie informatique la plus avancée pour fournir une aide à la décision.

La méthode expérimentale commence par une théorie qui peut tirer quelques conclusions. À travers des expériences, des interprétations statistiques de certaines données ainsi obtenues sont faites pour tirer des conclusions sur le système réel étudié. De meilleurs résultats peuvent être obtenus grâce à un processus de connaissance qui combine l'expérimentation et la déduction. En raison de certaines particularités ou de coûts exagérés (comme certains phénomènes et processus économiques), certains systèmes réels ne permettent pas d'expérimenter. Ceux-ci sont modélisés et, à l'aide du modèle construit, des résultats applicables au système réel sont obtenus.

Les avantages de la modélisation sont particulièrement importants dans le cas de systèmes complexes. Premièrement, la modélisation ne permet que la représentation des phénomènes de recherche en mettant en évidence les caractéristiques de base. Deuxièmement, si des expériences réelles ne peuvent pas être réalisées en raison de l'accessibilité ou du coût du système réel, le modèle peut être étudié. Dans le même temps, le modélisateur peut répéter l'expérience autant de fois que nécessaire. De plus, en modifiant les paramètres, le système réel peut être étudié dans des circonstances raisonnables. Nous pouvons conclure que la recherche basée sur des modèles est plus efficace en termes de qualité et d'économie (faible coût, temps réduit, etc.) [6].

Le succès de l'étude d'un système réel par modélisation dépend de plusieurs conditions imposées au modèle. Par modélisation, nous ne mettons à jour qu'un nombre petit ou grand, mais fini, de termes. Aussi, le modèle doit évidemment satisfaire une condition d'efficacité : parmi les méthodes qui permettent l'étude du modèle, il doit y en avoir au moins une qui conduit à des résultats différents à partir des données d'entrée (caractéristiques du système réel)

La finalité du processus de modélisation repose sur la satisfaction de la corrélation entre le modèle et le système étudié. En d'autres termes, les résultats obtenus dans l'étude du modèle conduisent à des conclusions importantes sur le comportement des objets réels. En fait, le modèle est apprécié en fonction de sa pertinence par rapport à la réalité. Bref, la qualité du modèle n'est pas inhérente, mais acquise. Elle est vérifiée a posteriori, donc après avoir vérifié les conditions de suffisance, d'hétérogénéité, de validité, de pertinence et d'indépendance.

Divers logiciels peuvent être utilisés pour étudier et déterminer l'évolution des systèmes aquatiques de type fluvial, des écosystèmes et de leur pollution. Il existe divers logiciels utilisés pour surveiller et créer des modèles environnementaux. Ces logiciels sont basés sur la résolution de problèmes et ceux basés sur la simulation dynamique [7].

Un logiciel de modélisation numérique de l'environnement est créé dans plusieurs pays, mais la plupart des logiciels proviennent des États-Unis. Ces logiciels sont basés sur des logiciels mathématiques tels que MATLAB, Mathematica, Mathcad. Plus tard, d'autres logiciels ont été développés tels que : Extend™ 9, ithink®10, Simulink®11, ANSYS CFX, WASP (Water Analysis Simulation Program), CEQUAL-W2, WMS (Watershed Modeling System), AGNPS (Agricultural Non-Point Source Pollution), GWLF (Generalized Watershed Loading Function), MONERIS (Modeling Nutrient Emissions in River Systems), QUAL2E, WQRSS (Water Quality for River Reservoir Systems), SMS (Surface - Water Modeling System) [8].

Conclusions

Le développement durable consiste à améliorer la qualité de vie aujourd'hui sans compromettre les chances des générations futures de profiter d'une vie meilleure. Cela signifie trouver un équilibre entre le développement économique et social et la protection de l'environnement. Selon la vision du développement durable, le progrès combine des objectifs à court et long terme, des actions locales et mondiales, des enjeux économiques et environnementaux, tous intimement liés. Le développement durable s'efforce d'établir un cadre théorique stable pour la prise de décision dans toute situation où il existe une relation entre l'homme et l'environnement, qu'il s'agisse de l'environnement, de l'économie ou de la société.

La définition la plus couramment utilisée du développement durable appartient à Lester Brown : « *Le développement durable est un développement qui cherche à répondre aux besoins du présent, sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs* ».

References:

1. IVANOV Violeta, *Sécurité des ressources aquatiques de la République de Moldova risques et menaces*, 2015
2. Le projet de loi du gouvernement pour l'approbation de la stratégie nationale de développement « Moldova 2030 », 2019
3. Gouvernement de la République de Moldova, *Objectifs de développement durable 2030*, 2020
4. Parlement de la République de Moldova, *Loi sur l'eau 272*, 2011 modif. 2020)
5. Décision du gouvernement de la République de Moldova no. 932, *Règlement sur la surveillance de l'état des eaux de surface et des eaux souterraines*, 2013.
6. MARUSIC Galina, maître de conf., dr, *Etude sur la modélisation numérique de la qualité de l'eau dans les systèmes à « rivertypé »*, 2013.
7. MARUSIC Galina, professeur associé, PhD, *Techniques logicielles pour la simulation dynamique de la qualité de l'eau dans les systèmes de type « rivière »*, 2013.
8. U.S. Environmental Protection Agency, *Environmental Modeling Community of Practice*, <https://www.epa.gov/ceam/modeling-products-assess-exposures>, 2021

SUIVI DE LA SITUATION ÉCOLOGIQUE DES SYSTÈMES AQUATIQUES DE TYPE FLUVIAL À TRAVERS LE PRISME DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Rodica BRANIŞTE

Département Informatique et Ingénierie de Systèmes, Faculté Ordinateurs, Informatique et Microélectronique,
Université Technique de Moldova, Chișinău, République de Moldova

Autorul corespondent: Rodica Braniște, e-mail rodica.braniste@iis.utm.md

Résumé. Le présent article décrit la situation écologique précaire des sources d'eau potable, les polluants les plus significatifs et la description des principales sources de pollution des eaux. L'objectif général au niveau local et international de la stratégie d'approvisionnement en eau et d'assainissement est d'assurer l'accès progressif à l'eau potable et à un assainissement adéquat pour toutes les localités et la population de la République de Moldova, contribuant ainsi à l'amélioration de la santé, de la dignité et de la qualité de vie et au développement économique du pays.

Mots clés : développement durable, qualité de l'eau, sources de pollution

Introducere

L'un des éléments les plus importants du développement durable de la Moldavie avec une nouvelle philosophie, spécifique à l'Union européenne et largement partagée dans le monde entier.

La stratégie nationale de développement durable de la Moldavie fixe des objectifs concrets pour la transition, dans un délai raisonnable et réaliste, vers un modèle de développement basé sur des valeurs élevées de personnalités, des valeurs spirituelles, une économie circulaire, une industrie innovante basée sur le développement des TIC, l'amélioration continue de la qualité de vie des personnes et des relations entre elles en harmonie avec le milieu naturel [1].

On ne peut pas parler de développement durable sans eau, tout comme rien n'est possible sans eau, cette ressource étant au cœur du développement humain et économique. L'urbanisation rapide, l'explosion démographique mondiale et le changement climatique sont devenus des pressions aiguës sur les ressources en eau, ce qui a fait de la protection de l'eau une préoccupation politique majeure aujourd'hui. L'eau est le dénominateur commun qui relie tous les domaines d'activité, et ces actions visent à encourager une meilleure compréhension globale de la nécessité d'utiliser et de gérer l'eau de la manière la plus responsable possible.

Selon le projet de loi pour l'approbation de la stratégie nationale de développement [2], il est observé que la question écologique et en particulier le droit fondamental à un environnement sain est l'un des principaux facteurs de la loi. Le droit à l'eau potable et à l'assainissement est très actuel non seulement maintenant en 2019, mais aussi en tant que problème à résoudre dans les années à venir [3].

La bonne qualité de l'environnement, ainsi que la disponibilité des ressources naturelles nécessaires à l'existence de la vie, est une condition préalable à la santé de la population, à l'augmentation du niveau de vie, à l'attraction des investissements, au développement du secteur économique et le bien-être de la société. Une population en bonne santé peut être formée à l'emploi, ce qui contribue à augmenter les niveaux de revenu et à réduire le fardeau de l'aide sociale fournie par l'État. La qualité de l'environnement a également un impact direct sur la qualité des produits agricoles, halieutiques et alimentaires issus du secteur de l'élevage. Ainsi, les composants environnementaux ont un impact direct et indirect sur l'homme tout au long de la vie, déterminant l'état de santé et, respectivement, le niveau de productivité. L'eau étant un élément important de la vie quotidienne et sa qualité influence la santé de la population [4]. L'eau est une source importante pour la planète entière, tant pour l'homme que pour sa flore et sa faune. S'il n'y a pas d'eau, il n'y a pas de vie. En raison de la situation écologique précaire, les sources d'eau potable sont de moins en moins

nombreuses et celles qui ont encore un bon débit d'eau ne sont pas propres. D'où la nécessité de déterminer tout d'abord les polluants et leur dispersion. Le domaine de la détermination des processus de transport et de dispersion des polluants est très bien connu non seulement en République de Moldavie ou en Europe, mais dans le monde entier.

L'eau remplit de multiples fonctions dans le corps, sans elle toutes les réactions biologiques deviennent impossibles. Le manque d'eau ou la consommation d'eau polluante a de multiples conséquences négatives sur l'homme et sa santé.

Au cours du dernier demi-siècle, la croissance démographique, l'urbanisation, les changements dans la production et la consommation ont conduit à une utilisation croissante des ressources aquatiques. Aujourd'hui, la moitié de la quantité d'eau accessible en eau courante est déjà utilisée, pour 2025 un pourcentage de 70% est prévu.

Le 28 juillet 2010, l'Assemblée générale des Nations Unies a explicitement reconnu par la résolution 64/292 que l'accès à l'eau potable et à l'assainissement étaient des droits de l'homme et a reconnu en même temps que l'eau potable et l'assainissement étaient essentiels pour la réalisation de tous les droits de l'homme [5]. La même résolution appelle tous les États et organisations internationales à fournir des ressources financières, une aide au renforcement des capacités et un transfert de technologie pour aider les pays, en particulier les pays en développement, à fournir de l'eau potable à tous :

- Suffisant
- Acceptable
- Physiquement accessible
- Financièrement abordable
- Sûr (Assemblée générale des Nations Unies, 2010)

Les eaux de surface et souterraines sont les ressources en eau douce de la République de Moldova. Il y a 3 621 rivières et 4 261 lacs naturels et artificiels dans le pays, et les eaux souterraines sont représentées par 4 842 puits artésiens et 179 574 puits avec approvisionnement en eau souterraine. Les principaux fleuves sont le Dniestr (652 km de long) et le Prut (695 km). Les plus grands lacs artificiels sont Costești-Stînca sur le fleuve Prut (59 km²) et Dubăsari sur le fleuve Dniestr (67,5 km²).

Actuellement pour un habitant est disponible pour un an environ 500 m³ d'eau voire moins ce qui place la République de Moldavie dans la catégorie des pays où « l'eau est insuffisante », ce qui peut créer peut générer une pression sur la ressource au niveau national et qui à son tour, cela peut affecter considérablement la vie dans la république. Le changement climatique est l'une des causes des pénuries d'eau.

A l'international, le volume de 1700 m³ / an est recommandé pour un habitant comme niveau d'eau douce renouvelable disponible.

On considère que si le volume d'eau disponible est inférieur à 1000 m³ / habitant / an, alors le manque d'eau peut être considéré comme un obstacle au développement économique et peut affecter la santé et le niveau de vie de la population.

Actuellement, l'accessibilité des ressources en eau en République de Moldova est un problème critique et l'un des obstacles aux facteurs naturels affectant la capacité de développement économique du pays.

Les réserves journalières renouvelables d'eaux souterraines sont estimées à 3,478 millions de mètres cubes, dont 2138 millions de m³ sont approuvés par la Commission d'État pour les réserves minérales utiles. À partir de ce volume, la population utilise environ 2,121 millions de m³ comme eau potable [6].

En termes de qualité, les eaux souterraines dépassent dans certaines zones la concentration maximale admissible requise par les normes de qualité sanitaire de l'eau potable, en particulier après la teneur en sulfure d'hydrogène, ammoniac, fluor, strontium, fer, nitrates, chlorures, arsenic et autres polluants. Pour cette raison, il est nécessaire d'imposer les mesures nécessaires pour purifier l'eau aux valeurs admissibles fournies par les paramètres de qualité de l'eau potable.

La quantité et la qualité des ressources en eau de la République de Moldavie sont sensibles au changement climatique. Selon les prévisions, les ressources en eau de surface qui seront disponibles diminueront de 16 à 20% d'ici 2020. Une fois que l'intensité d'utilisation de l'eau atteindra un niveau maximal, la sécurité de l'approvisionnement en eau de tous les utilisateurs sera en danger. Et à partir des années 2030, les pénuries d'eau deviendront un obstacle au développement.

À l'avenir, il y aura de planification urbaine des ressources en eau, ce qui est dû à la fois à l'impact du changement climatique et aux niveaux d'eau insuffisants au niveau des pays [7].

Parallèlement au développement urbain dans les zones géographiques qui ont un déficit en eau, il est nécessaire de gérer avec soin du point de vue de l'accès limité aux sources d'eau potable. Cette situation est particulièrement affectée dans la partie nord du pays, où les ressources en eau sont insuffisantes et où il existe de nombreuses zones urbaines à forte densité de population.

Les principales sources de pollution des eaux de surface et souterraines sont les systèmes d'assainissement individuels dans les ménages, les rejets d'eaux usées des systèmes de traitement municipaux insuffisamment traités ou non traités, les infiltrations des systèmes d'égouts de la population et des municipalités et les zones rejet des eaux industrielles dans les bassins hydrographiques, ce qui complique le traitement de l'eau brute et nécessite des coûts supplémentaires [8].

Dans les zones rurales où il n'y a pas de système d'alimentation en eau centralisé, la principale source d'eau est les puits peu profonds de 10 à 50 m.

La surveillance des eaux souterraines est effectuée par l'Agence pour la géologie et les ressources minérales à travers un réseau de surveillance composé de 180 puits (qui évalue le niveau, la température et la composition chimique des eaux souterraines) qui sont situés dans tout le pays.

Les données sur la qualité des ressources en eau locales obtenues à partir du suivi sont très importantes pour l'élaboration de plans et d'études de faisabilité pour les futures infrastructures dans le domaine de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement.

Il a été calculé que l'eau potable polluée produit principalement dans les zones rurales jusqu'à 15-20% des cas de maladies diarrhéiques aiguës et d'hépatite virale de type A, 22-25% des maladies gastro-intestinales et 100% des cas de fluorose dentaire.

La qualité de l'eau potable fournie aux consommateurs moldaves est la suivante :

- 44% de la population n'a pas accès à l'eau potable ;
- la plupart des eaux souterraines utilisées comme eau potable sont insuffisantes en raison de la pollution naturelle ou anthropique ;
- la qualité de l'eau fournie dans les établissements pour les enfants est insuffisante (54,38% des échantillons dépassent les concentrations maximales autorisées pour les paramètres sanitaires et chimiques et 20,21% des échantillons dépassent les concentrations maximales autorisées selon les paramètres microbiologiques).

Le secteur ménager communal (stations d'épuration, eaux usées, rejets d'eaux non traitées du système communal, gestion inadéquate des déchets ménagers solides dans toutes les localités), le secteur agricole (fumier animal accumulé dans les accumulateurs, dépôts de pesticides, etc.) et le secteur de l'énergie comme ainsi que d'autres sources montrent des flambées de pollution continue des eaux de surface et souterraines. Les eaux pluviales résultant des précipitations transportent à la fois des eaux usées de divers types et des déchets, des engrains chimiques, des pesticides et lorsqu'elles s'infiltreront contiennent un grand nombre de polluants.

Dans la plupart des cas, les eaux usées sont rejetées sans épuration dans la plupart des localités de la république, telles que les villes : Soroca, Rezina, Cantemir, Cimișlia, la commune de Bubuieci à Chisinau et autres.

Les rejets d'eaux usées non traitées ou insuffisamment traitées des stations d'épuration de la ville vers les récepteurs naturels influencent grandement la qualité de l'eau naturelle. Les plus gros volumes d'eaux usées non traitées proviennent des réseaux d'égouts locaux.

L'Inspection écologique d'État a identifié 150 complexes et fermes d'animaux à travers le pays. Dans la plupart des cas, les anciens complexes animaliers sont rénovés pour fonctionner sans revoir l'état technique des installations hydrotechniques, source de pollution des ressources aquatiques. Les complexes animaux sont situés dans la plupart des cas dans la zone de protection de la rivière. Le problème de la pollution provenant du secteur des ménages ruraux est actuel, où les déchets animaux sont dispersés partout, entraînant un impact accru sur les eaux souterraines [9].

En termes de qualité de l'eau pour l'irrigation, les plus vulnérables sont les agriculteurs, dont les terres sont situées en dehors des zones urbaines, et la seule source d'eau pour l'irrigation est l'eau des rivières intérieures. La qualité des eaux de surface des rivières intérieures souffre d'un degré élevé de pollution due à la non-exploitation ou à l'exploitation partielle des stations d'épuration. Pour cette raison, l'eau ne répond pas à la qualité appropriée pour être utilisée pour l'irrigation.

Selon la loi sur l'eau [10], les actions prioritaires en matière de protection et de surveillance de l'eau sont :

- Création d'un système de suivi et d'évaluation de la qualité des facteurs environnementaux conformément aux exigences internationales
- L'amélioration de la qualité de l'eau du Dniestr, du Prut et d'autres eaux de surface (en mettant l'accent sur les sous-bassins hydrographiques des rivières Răut, Bîc, Ichel, Botna, Naslavcea-Vasilcău, Delia, Șovăt, Frumoasa-Crihana) ; la mise en œuvre des principes de la gestion intégrée des ressources en eau dans tous les bassins fluviaux et sous-bassins, y compris en appliquant des pratiques respectueuses de l'environnement dans tous les secteurs de l'économie nationale.
- Construction / réhabilitation de stations d'épuration dans les localités de plus de 15 000 habitants, pour traiter les eaux usées normatives, conformément aux valeurs limites admissibles des indicateurs de qualité des rejets d'eaux usées dans les plans d'eau.
- Respect des indicateurs de qualité des eaux usées industrielles rejetées dans les réseaux d'assainissement centralisés et dans les plans d'eau par tous les agents économiques, qui exercent leur activité sur le territoire de la République de Moldavie.
- Création des systèmes intégrés de gestion des déchets et des produits chimiques, qui permettront de réduire la quantité de déchets stockés et d'augmenter le taux de recyclage.
- Création du système multifonctionnel intégré de détection et de gestion des substances dangereuses, ainsi que des productions, objets, équipements, installations, technologies à risques de provoquer des dommages ou des catastrophes de nature technogénique, qui devraient contribuer à l'amélioration des mesures de prévenir et réduire les risques de pollution de l'environnement, et servir à accroître le degré de protection des intérêts vitaux et de la santé des personnes contre d'éventuels risques majeurs et leurs effets [10]. La stratégie d'approvisionnement en eau et d'assainissement vise à présenter une voie actualisée et détaillée pour le développement du domaine de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement à moyen terme (jusqu'en 2018) et à long terme (jusqu'en 2028) et pour garantir le droit de l'homme à l'eau potable salubre comme droit fondamental.

L'objectif général de la stratégie est d'assurer l'accès progressif à l'eau potable et à un assainissement adéquat pour toutes les localités et la population de la République de Moldova, contribuant ainsi à l'amélioration de la santé, de la dignité et de la qualité de vie et au développement économique du pays.

Les recommandations politiques reflétées dans le document sont le résultat de larges consultations avec une multitude de parties prenantes aux niveaux central, régional et local. Afin d'atteindre les objectifs proposés et la mise en œuvre de la stratégie, il est nécessaire d'impliquer de manière coordonnée plusieurs parties prenantes, autres que le ministère de l'Environnement, qui est responsable de l'élaboration et du suivi des politiques dans le domaine de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement.

La satisfaction des besoins de la population du pays en matière de services d'approvisionnement en eau et d'assainissement améliorés, efficaces et rentables sera réalisée par les suivantes :

- la mise en œuvre de plans de sécurité de l'eau et le respect des exigences de qualité de la directive 98/83 / CE relative aux eaux destinées à la consommation humaine;
- réduction de 50% des épidémies d'eau et d'éventuelles maladies liées à l'eau;
- atteindre les objectifs de développement de l'approvisionnement en eau potable salubre du millénaire d'au moins 65% de la population d'ici 2020;
- atteindre les objectifs de développement du millénaire de raccorder 65% de la population aux réseaux d'assainissement, au plus tard en 2025;
- les progrès dans la mise en œuvre du traitement des eaux urbaines résiduaires conformément aux exigences de la directive 91/271 / CEE.

Conclusions

L'importance et la pertinence des recherches menées sont très actuelles, notamment en termes de développement durable. La situation des systèmes aquatiques de type « fluvial » est assez précaire tant au niveau mondial que dans notre pays. La surveillance de la qualité de l'eau est une étape importante dans la résolution de ce problème écologique. Le développement de modèles mathématiques et l'obtention de modèles numériques pour déterminer l'évolution spatio-temporelle des polluants dans les systèmes aquatiques a pour objectif principal la découverte du logiciel le plus utile à cet effet. L'utilisation de logiciels pour surveiller différents types de polluants aidera considérablement à résoudre les problèmes environnementaux à long terme.

Bibliographie

1. Rapport national sur le développement humain en Moldavie - Changement climatique, impact socio-économique et politique d'adaptation, PNUD, 2009
2. Le projet de loi du gouvernement pour l'approbation de la stratégie nationale de développement « Moldova 2030 »
3. Gouvernement de la République de Moldova, ONU Moldova, Adaptation du Programme de développement durable Horizon 2030 au contexte de la République de Moldova, 2017
4. FLOREA L, *Eaux courantes et diagnostic écologique*. Bucarest, Maison d'édition didactique et pédagogique, 2002
5. *Le droit humain à l'eau et à l'assainissement*, Résolution 64/292 adoptée par l'Assemblée générale des Nations Unies, 2010 <https://undocs.org/A/RES/64/292>
6. DUMNEANU Victor, BRAGOI Natalia, BOTNARIUC Alina, *Protection et utilisation des ressources en eau*, 2017
7. *Stratégie environnementale pour les années 2014-2023 et plan d'action pour sa mise en œuvre* (GD n ° 301 du 24.04.2014)
8. DUMNEANU Victor, BRAGOI Natalia, BOTNARIUC Alina, *Protection et utilisation des ressources en eau*, 2018
9. DRAGOMAN Sergiu, *Rapport final sur l'analyse de la situation du secteur des ressources en eau dans le contexte des adaptations au changement climatique*, 2014
10. Parlement de la République de Moldova, *Loi sur l'eau* 272, 2011 modif. 2020)

INFLUENȚA FACTORILOR FUNDAMENTALI ÎN SISTEMELE DE PRODUCȚIE

Daniela ISTRATI

*Doctorandă specialitatea 122.03 "Modelare matematică, metode matematice, produse program",
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova*

Autorul corespondent: Daniela Istrati, daniela.istrati@ia.utm.md

Rezumat. Performanța unui sistem de producție în cadrul unei întreprinderi este imperativ să poată fi măsurată după unii indicatori de bază. În acest articol vor fi analizați principaliii factori care influențează eficiența sistemelor de producție, atât la nivel global, cât la nivel intern. O atenție sporită este acordată monitorizării timpilor fluxului de locuri de muncă, prin planificarea timpului liber și de lucru al angajaților în cadrul unei întreprinderi.

Cuvinte cheie: sistem de producție, mediu de dezvoltare, luare a deciziilor.

Introducere

După anii 1980 ai secolului trecut am fost martorii unei intensificări ai competiției mondiale, care a avut loc datorită mai multor factori, printre care: dispariția frontierelor, facilitarea modului de transportare a mărfurilor și transmiterii informației, diseminarea cunoștințelor și a tehnologiilor, etc. Toate aceste transformări au o influență directă asupra sistemelor de producție și a proiectării acestora.

Condițiile moderne și limitările mediului extern necesită noi abordări în rezolvarea problemelor tehnologice. Rolul principal în condițiile relațiilor de piață îl joacă viteza de implementare a deciziilor luate.

În lucrarea de mai jos va fi prezentată o analiză a celor mai importanți factori, ce pot influența asupra unui sistem de producție.

1. Influența factorilor esențiali asupra unui sistem de producție

În continuare vom aborda principaliii factori ce au o influență decisivă asupra unui sistem de producție, atât la nivel global, cât și la nivel intern.

Având în vedere ponderea mare a incertitudinii economice, sunt necesare metode noi, neconvenționale de luare a deciziilor, bazate pe un nivel ridicat de abstractizare, formalizare și caracter comun al tiparelor utilizate [1,2].

Pe de altă parte, eficiența sistemelor de producție este determinată de următorii principaliii factori:

- *Creativitatea.* În ceea ce privește abordarea teoretică de rutină a analizei sistemului de producție, pe care o luăm în considerare, aceasta înseamnă că procesul creativ în activitatea de muncă apare fie atunci când se schimbă mediul extern, fie apar cerințe noi pentru modificarea comportamentului sistemului în ansamblu. Creativitatea în sistemul de producție și, în special, inventivă prin metode și dispozitive de prelucrare inventate (echipamente tehnologice) duce la creșterea productivității muncii, la îmbunătățirea calității produselor;;
- *Știința.* Știința și acumularea rapidă organizată de cunoștințe este un factor independent în creșterea eficienței. Aplicarea regulilor în luarea deciziilor folosind metode de statistică matematică este mai benefică decât utilizarea deciziilor intuitive dacă crește probabilitatea luării unor decizii de succes. Sistematizarea clasificării cunoștințelor în sistemele de producție îmbunătățește calitatea deciziilor luate, accelerează nu numai cursul procesului tehnologic, ci și trecerea la noi fenomene, conexiuni, dependențe;

- Automatizarea este direct asociată fie cu o creștere a productivității muncii specifice, fie cu eliberarea de sarcini umane. Relația dintre factorul de automatizare și productivitate este cea mai tipică pentru producția în masă (industria ușoară, industria alimentară, industria auto etc.) [1].

Sistemul de producție este un sistem complex. Pe de o parte, interacționează cu mediul său, iar pe de altă parte, este format din mai multe subsisteme interdependente. Pentru a studia caracteristicile unui sistem de producție, este necesar, în primul rând, a analiza influența mediului asupra managementului producției și, în al doilea rând, a examina relația dintre diferitele servicii ale sistemului de producție [3].

Un alt exemplu de sistem de producție poate fi o echipă de tehnologi sau un singur tehnolog, care are ca și produs al activității documentația tehnologică sau o persoană la locul de muncă (la mașină), al cărei produs al activității este o parte cu anumite cerințe specifice.

Modul de dezvoltare a mediului unui sistem de producție poate fi împărțit în două părți, pe care le vom reprezenta în figura 1:

1. Mediul intern: diverse departamente ale companiei.
2. Mediul extern: piață, furnizorii.

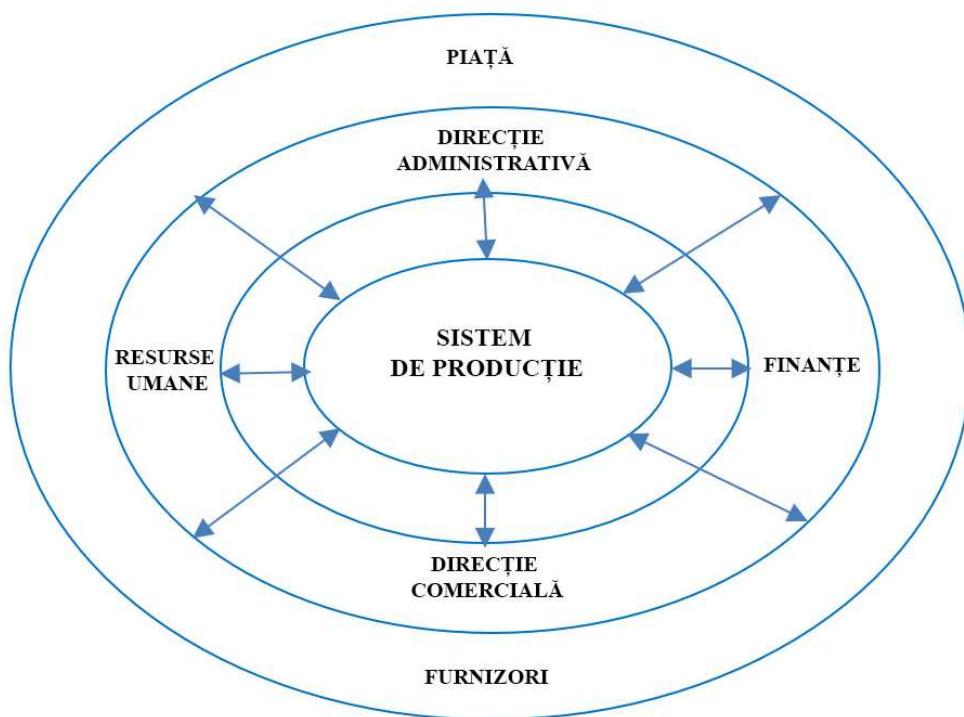


Figura 1. Mediul unui sistem de producție

Influența pieței. Situația actuală a companiei în mediul său se caracterizează prin: explozia captivantă de tehnică, tehnologie și know-how; timpul, care devine tot mai mult un factor de competitivitate; globalizarea pieței; evoluția rapidă și incertă a piețelor și produselor în timp și spațiu; evoluția cererii; sistemele informatiche din ce în ce mai complexe.

Impactul acestor factori a dus la complicarea sistemului de producție și la incertitudinea în managementul producției.

Influența direcției administrative. Conducerea definește strategia de ansamblu a companiei, care este în concordanță cu orientările generale alese de lideri pentru atingerea obiectivelor stabilite. Această strategie fixează politica de marketing, producție și politici financiare. Este clar că obiectivul principal al managementului producției ar trebui să facă parte din această strategie generală. Alegerea metodei de organizare a producției, strategia în ceea ce privește gestionarea stocurilor, întreținerea și achizițiile și metoda de management al calității trebuie să fie în concordanță cu strategia generală stabilită de conducere.

Influența departamentului finanțe. Este indispensabil ca sistemul de producție să aibă fondurile necesare pentru achiziționarea materiei prime, energiei, echipamentelor pentru producție și altele. În cele din urmă, cea mai mare parte a capitalului investit într-o companie industrială este investit în instalațiile folosite pentru producerea și depozitarea alimentelor. Aceste investiții sunt utilizate pentru a atinge următoarele obiective:

1. extinderea aparatului de producție pentru a crește capacitatea;
2. modernizarea echipamentelor de producție pentru a crește productivitatea sau calitatea produsului;
3. actualizarea unor părți ale aparatului de producție pentru a facilita adaptarea la produse noi.

Influența departamentului Resurse Umane (HR). Departamentul Resurse Umane stabilește nevoile de personal pe baza obiectivelor stabilite de companie și se ocupă de recrutarea și formarea acestora. Un plan pe termen lung de management al locurilor de muncă și al competențelor permite stabilirea unei liste a personalului și a calificărilor necesare pentru fiecare proiect al companiei, ceea ce afectează în mod direct buna funcționare a producției din următoarele motive:

1. Personalul trebuie să corespundă, pe de o parte, obiectivelor sistemului de producție, iar pe de altă parte, resurselor materiale disponibile;
2. Trebuie să existe operator cu calificările necesare la fiecare loc de muncă;
3. Versatilitatea personalului permite creșterea flexibilității sistemului;
4. Selecția rapidă a personalului temporar, dacă este necesar, va permite respectarea termenelor limită;
5. Managementul bun al carierei ajută la motivarea personalului.

Departamentul HR realizează toate activitățile de recrutare și formare. Disponibilitatea personalului, orele suplimentare sau persoanele din extern, au consecințe directe asupra managementului producției.

2. Influența factorului temporal

În continuare vom aborda importanța factorului temporal într-o întreprindere, unul hotărâtor în planificarea activității de producere într-un sistem de producție, influențat nu doar de toate deciziile luate față de volumul și tipul producției ce urmează să fie produsă, dar și de problema timpului alocat sau serviciului livrat ca și produs finit al companiei. O atenție deosebită este oferită pentru controlul factorului temporal, utilizării capacitații și performanței la data scadentei lucrărilor.

Principalele domenii de decizie luate în considerare sunt:

1. încărcarea și programarea locurilor de muncă, inclusiv atribuirea termenului limită;
2. eliberarea locului de muncă;
3. alocarea capacitații și succesiunea locurilor de muncă.

Atât sistemele de control al producției, cât și sistemele informaționale sunt concepute pentru a îndeplini o anumită funcție în cadrul unei organizații. Aceasta înseamnă că luarea deciziilor pentru controlul sistemului de producție ar trebui să facă parte din sarcinile angajaților din organizație. În mod similar, colectarea, stocarea, transformarea și prezentarea informațiilor ar trebui să facă parte din sarcinile angajaților. Prin urmare, o (re)proiectare a unui sistem de control al producției și/sau a unui sistem informațional poate implica o restructurare a funcțiilor, sarcinilor și responsabilităților organizaționale; în consecință, o astfel de (re)design implică în general schimbare organizațională [4, 5].

Planificarea și controlul sistemelor de producție s-a dezvoltat ca și cadru conceptual în ultimii ani și are la bază următoarele elementele cheie:

1. *Prognoza cererii pentru și categorii de produse/servicii individuale.*
2. *Planificare, stocare și capacitate aggregate;* Pentru o luare a unei decizii sunt utile elementele teoretice din teoria stocurilor, care oferă o înțelegere a compromisurilor de bază în controlul stocurilor.

3. Programarea de produse, componente și materii prime individuale; Teoria programării oferă o înțelegere fundamentală a impactului asupra performanței deciziilor de sevențiere.
4. Controlul nivelurilor de inventar ale articolelor individuale ale produselor. S-au înregistrat progrese importante în dezvoltarea și instalarea sistemelor computerizate pentru planificarea și controlul operațiunilor de producție, folosind metodele dezvoltate în cercetarea teoretică [6].

Concluzii

În acest articol s-a realizat o analiză succintă a factorilor importanți ce au o influență asupra unui sistem de producție, atât la nivel global, cât și mediul intern sau extern al acestuia. Acest aspect este marcant în luarea deciziilor în cadrul unei organizații, pentru o bună planificare inclusiv a timpilor fluxului la locul de muncă.

Este important și necesar ca managementul unei întreprinderi să poată măsura performanța sistemului său de producție. Dintre indicatorii de performanță folosiți în mod obișnuit, eficiența sistemului de producție se referă la utilizarea eficace a resurselor de intrare în producerea outputului.

Referințe

1. МУХИН, А. В., *Моделирование и оптимизация производственных систем. Генезис производственных систем*, [online]. МОСКВА, 2010, МГТУ им. Бауман. [Accesat 23.12.2021]. Disponibil : <http://wwwcdl.bmstu.ru/ibm2/mio-1.pdf>
2. ZAPOROJAN, S.; MORARU, Vas.; GROZA, A. An Approach to Schedule Production using the Reservation Tables. In: SELVARAJ, H.; ZYDEK, D.; CHMAJ, G., (eds). *Progress in Systems Engineering. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 1089. Springer, New York, 2015. pp. 615-620. ISSN 2194-5357.
3. BELMAHDI, N., *Contribution à l'organisation du système de production pour la modélisation et son évaluation par la simulation*. Thesis, [online]. [Accesat 23.12.2021]. Disponibil : <https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01777087/document>
4. BERTRAND J. W. M. *On the Design and Monitoring of a Master Production Scheduling Function in a Manufacturing Resource Planning Environment*. In: Wilson B., Berg C.C., French D. Efficiency of Manufacturing Systems. NATO Conference Series, vol 14. Springer, Boston, MA, 1983 https://doi.org/10.1007/978-1-4684-4475-9_11
5. BERTRAND, J. W. M., WORTMANN, J. C., *Production Control and Information Systems For Component - Manufacturing Shops* [online]. Eindhoven, Netherlands, ELSEVIER, 1981, ISBN 044441964-0. [Accesat 05.01.2022]. Disponibil : <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.882.6264&rep=rep1&type=pdf>
6. BERRY, W. L., MABERT, V. A. *Research in Production Planning and Inventory Control: Current Trends and Future Directions*, [online]. AIIE Transactions, 13:2, 100-101, DOI: 10.1080/05695558108974541. [Accesat 09.01.2022]. Disponibil : <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/05695558108974541>

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET SON IMPACT SUR LA SOCIÉTÉ. PERSPECTIVES, APPLICATIONS ET RISQUES

Maria ILOVAN*, Dorin TRIBOI, Oleg STRATIUC

Département Génie Logiciel et Automatique, FI-211, Faculté Ordinateurs, Informatique et Microélectronique,
Université Technique de Moldova, Chișinău, Moldova

*Autorul corespondent: Maria Ilovan: maria.ilovan@isa.utm.md

Résumé. L'intelligence artificielle devient mine de rien un facteur de plus en plus omniprésent dans la vie de chaque individu, ayant un impact prééminent sur notre bien-être, et aussi sur nos relations les uns avec les autres. Sans aucun doute elle est devenue l'un des phénomènes les plus révélatrices qui ont bombardé notre monde d'idées abstraites, futuristes et significatives qui pourraient être considérées comme des opportunités de nouvelles optimisations évolutives de la qualité de nos vies, et au contraire, une menace peut être néfaste pour l'humanité.

Cet article vise à comprendre de manière explicite le fonctionnement de l'intelligence artificielle, ses applications et à déterminer les changements que l'IA a insufflés à l'humanité en termes d'aspects évolutifs.

Mots-clé: apprentissage automatique, système éducatif, médecine, réseaux sociaux

Introduction

Bien que l'idée de l'intelligence artificielle (IA) semble encore nouvelle, elle existe depuis longtemps. Le terme a plusieurs sens et il est important de comprendre ce que chacun signifie si nous voulons comprendre le vrai sens de l'IA. C'est bien connu le pouvoir ultime que l'IA a acquis au cours des dernières années, cette simulation de l'intelligence humaine traitée par des machines s'est avérée utile dans de nombreux domaines dans lesquels les humains s'activent. En fait, la première phrase de ce paragraphe est écrite par l'IA à l'aide d'un site Web propulsé par l'intelligence artificielle GPT-3 [1].

Selon Bernard Marr [2], l'IA est l'une des technologies les plus puissantes et les plus transformatrices disponibles pour l'humanité aujourd'hui. Les êtres humains sont reconfortés par ce programme attrayant et tout à fait bizarre qui offre tant de grandes opportunités et présente une liste variée de services à notre société. À la suite de l'adoption sans réserve de l'IA par de nombreux scientifiques et entreprises, cette technologie a pénétré notre vie quotidienne, elle a complètement changé notre style de vie et la façon dont nous utilisons la technologie [3]. Notre point de vue du futur a été relativement alterné, et nous avons été redirigés vers une voie d'évolution inconnue, rendant l'expérience de chaque jour plus intuitive et plus intelligente en intégrant l'intelligence prédictive à la technologie que nous utilisons [4].

Cependant, l'homme craint l'intelligence artificielle, en particulier le débordement des humains en raisonnement et en intelligence, idée renforcée par les films de science-fiction ou, sur une note plus réaliste, le dysfonctionnement ou les hérésies du programme qui pourraient entraîner la perturbation de la plupart des industries et organisations, ou d'autres périls qui peuvent nous démunir de l'équilibre entre la technologie et l'humanité.

1. Définition de l'intelligence artificielle

Dans les termes les plus simples, l'IA est définie comme une variété de comportements humains intelligents, tels que la perception, la mémoire, l'émotion, le jugement, le raisonnement, la preuve, la reconnaissance, la compréhension, la communication, la conception, la pensée, l'apprentissage, l'oubli, la création, etc. qui peuvent être réalisé artificiellement par une machine, un système ou un réseau [4] et visait à développer des machines qui se comportent comme si elles étaient intelligentes. En 1967, le terme IA est devenu plus popularisé par John McCarthy qui travaillait au MIT et a inventé le terme à partir de "l'Intelligence Artificielle". Il expliqué dans les Slides Of Lectures [5], l'objectif de base de l'intelligence artificielle, qui est l'IA de niveau humain et l'utilisation de la logique pour représenter l'information de manière déclarative.

Cette idée commençait à préluder de nombreuses personnes à aborder les questions fondamentales de l'intelligence artificielle. Dans 'Review of Artificial Intelligence: The Very Idea' [6], la définition principale de l'intelligence artificielle est davantage considérée comme une branche de l'informatique quelque peu liée à une branche de la biologie, la question clé pour décrire l'IA étant la caractérisation des problèmes qui nécessitent de l'intelligence pour les solutionner, les problèmes demandés aux machines pour les résoudre étant souvent très différents.

En d'autres termes, l'intelligence artificielle est la science de la formation d'un ordinateur pour effectuer des tâches qui sont normalement gérées par un être humain, la formation de l'ordinateur pour apprendre objectivement et renforcer l'efficacité d'un processus donné [7].

2. Application de l'IA dans divers domaines

Étant donné que l'intelligence artificielle a été révolutionnée au cours de la dernière décennie par les progrès spectaculaires des réseaux de neurones (neural network) et de l'apprentissage profond (Deep Learning), plusieurs études récentes ont commencé à découvrir pourquoi et dans quelles conditions l'apprentissage profond fonctionne bien [8].

Par conséquent, l'utilisation de l'IA a été mise en œuvre dans presque tous ses sous-domaines standard, notamment la vision, la reconnaissance et la génération de la parole, le traitement du langage naturel (compréhension et génération), la génération d'images et de vidéos, les systèmes multi-agents, la planification, la prise de décision et l'intégration de la vision et du contrôle moteur pour la robotique. Différents domaines de la vie ont adopté l'IA pour stimuler leur propre progrès, améliorant ainsi beaucoup de choses, y compris nous-mêmes.

Pour le domaine **de l'éducation**, En raison des différentes compétences, capacités et habitudes, le processus d'apprentissage peut alterner d'une personne à l'autre. Cela crée un programme d'études rigide et intransigeantes qui s'avère à être extrêmement néfaste pour les étudiants, car ils peuvent perdre tout l'intérêt pour l'apprentissage en raison de leur incapacité physique à comprendre le matériel pédagogique présenté de manière inopérante.

L'intelligence artificielle résout la majorité de ces problèmes en appliquant des solutions d'apprentissage automatique. Des sites Web tels que ALEKS [9], alimentés par l'IA, fournissent les étudiants avec du contenu supérieur qui fonctionne de manière synchrone avec l'intelligence artificielle et le logiciel du site, et les aide à évaluer leurs connaissances actuelles sur une gamme de sujets.

De surcroît, l'IA aide les enseignants à surveiller non seulement le bien-être académique, mais aussi le bien-être psychologique, mental et physique des élèves, mais aussi leur développement global. Étendre la portée de l'éducation à des zones où des éducateurs de qualité ne peuvent pas être présents physiquement est également considéré comme un accomplissement grâce à l'IA [10].

Au cours de ces dernières années, l'intelligence artificielle a fait de grands progrès dans le système éducatif, ayant un impact significatif sur le parcours éducatif des élèves en leur offrant la possibilité de personnalisation d'enseignement, un tutorat, des réponses rapides et un accès universel à l'apprentissage 24h/7 [11]. Une représentation plus claire de l'implication de l'IA dans l'éducation est présentée dans 'The Study de Nilsson' [12] qui indique l'utilisation des connaissances procédurales, de la programmation, des structures symboliques dans l'éducation qui sont diverses applications importantes de l'intelligence artificielle.

Comme tout autre domaine dans lequel l'homme s'active, l'intelligence artificielle s'est imposée dans **le système de santé**. Ses applications ont fourni aux personnels médicaux des ensembles de données illimités sous diverses formes, telles que des dossiers et des images de santé, des données sur la population, des données sur les demandes de remboursement et des données sur les essais cliniques. L'utilisation de l'IA en médecine permet au personnel médical d'étudier le corps humain de manière plus minutieuse, d'accélérer les décisions cliniques et de personnaliser la prestation des soins, ce qui permet de stimuler la productivité et d'améliorer les résultats pour les patients. En appliquant les technologies d'apprentissage automatique aux données biomédicales et aux dossiers médicaux électroniques les plus récents, les professionnels de la santé peuvent rapidement extraire des informations précises, pertinentes et fondées sur des preuves qui ont été établies par des professionnels de la médecine [13].

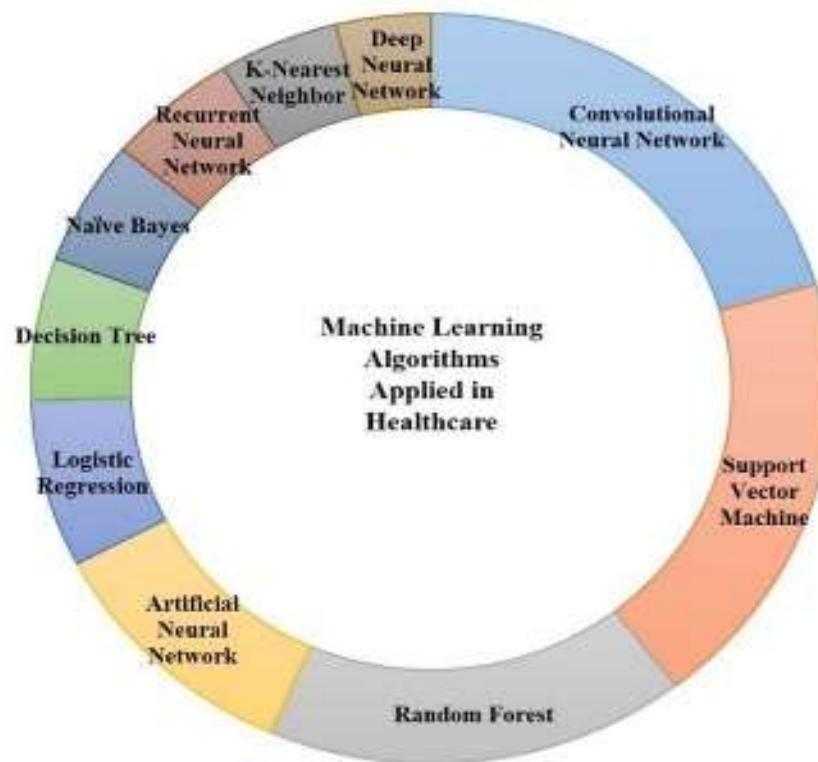


Figure 1. Algorithmes d'apprentissage automatique appliqués aux soins de santé

En fin de compte, ces techniques émergentes (Figure 1) ont attiré une attention croissante dans la recherche et la pratique des soins de santé. Plusieurs études ont contribué à l'application de l'analyse des big data et de l'intelligence artificielle dans le milieu médical.

Afin d'avoir une compréhension approfondie des perspectives d'utilisation de ces technologies dans le domaine des soins de santé, une étude cartographique systématique a été réalisée, qui fournit un résumé des recherches existantes dans le domaine de l'analyse des données massives et de l'intelligence artificielle dans les soins de santé [14]. La cartographie des résultats est présentée dans la figure 2.

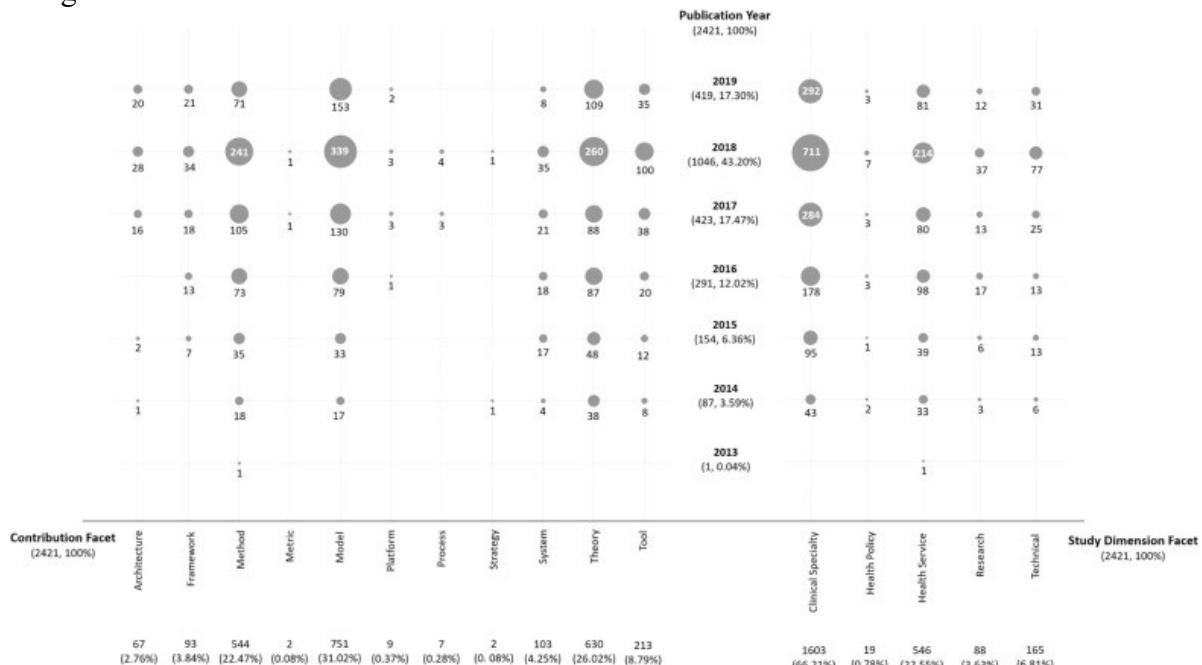


Figure 2. La tendance de la recherche en fonction de la contribution et de la dimension de l'étude (utilisant Bubble Plot)

En ce qui tient les réseaux sociaux, à l'heure actuelle, l'intelligence artificielle règne en maître sur le monde virtuel. Le développement des réseaux sociaux et ses utilités se fondent sur les applications d'AI, qui les optimisent perpétuellement avec des nouvelles innovations de la technologie.

La principale utilisation des réseaux sociaux repose sur les algorithmes, des ensembles de règles qui aident à classer et à conserver le contenu sur le fil d'actualité des médias sociaux d'un utilisateur. Aujourd'hui, la plupart des algorithmes de médias sociaux trient et affichent le contenu en fonction de la pertinence, de la récence, de l'engagement et du type de message. Les algorithmes fonctionnent sur la base de l'analyse prédictive, qui fait référence à l'utilisation de statistiques et de l'apprentissage automatique pour analyser le comportement et en déduire des prédictions [15].

De cette façon, les actions de l'utilisateur deviennent prévisibles. La puissance du traitement des données et la capacité des ordinateurs d'aujourd'hui à exploiter les informations évoluent chaque jour. Ils peuvent traiter de nombreuses données en de moins en moins de temps [16].

De la même manière, les réseaux sociaux sont utilisés par des milliards de personnes dans le monde, l'intelligence artificielle constamment créant du contenu pour eux, et leur offrant une myriade de choix. Le contenu généré par l'IA permet aux spécialistes du marketing de générer automatiquement du contenu pour des histoires simples, comme des informations boursières ou des rapports sportifs [17].

En outre, le marketing des réseaux sociaux s'est généralisé non seulement en créant constamment du contenu généré par l'IA, mais aussi en permettant aux clients d'interagir directement avec la marque sur leur plateforme, action possible grâce à un programme informatique spécifique conçu pour simuler la conversation avec des utilisateurs humains, notamment sur Internet, appelé chabot.

Les chabots sont également connus sous le nom d'assistants virtuels, et ils permettent à l'utilisateur de vivre une nouvelle expérience et d'entretenir des conversations sur les réseaux sociaux. Selon Amr Onsy [18], les agents n'ont plus besoin d'engager des conversations de routine avec les clients, ce qui signifie que plusieurs tâches peuvent être effectuées en même temps.

Cependant, les chabots ne peuvent pas remplacer les humains, leur rôle se limitant à l'automatisation des tâches essentielles et permettant aux équipes de marketing de se concentrer sur un travail plus créatif.

3. Les menaces et risques d'"intelligence artificielle

Malgré toutes les promesses de monts et merveilles de l'IA, les experts humains restent cependant essentiels et nécessaires pour concevoir, programmer et faire fonctionner l'IA afin d'éviter toute erreur imprévisible. Le dysfonctionnement des programmes d'apprentissage machine peut entraîner l'interruption de la plupart des industries et des organisations,

Comme l'a affirmé Elon Musk [19], l'intelligence artificielle peut avoir un effet plus dangereux que les armes nucléaires. Il explique que son taux d'amélioration est exponentiel et que le pouvoir qu'elle détient peut-être catastrophique pour l'espèce humaine.

Les risques possibles de l'intelligence artificielle, tels que les pertes d'emploi dues à l'automatisation, les violations de la vie privée, les "deepfakes", les biais algorithmiques causés par de mauvaises données, les inégalités socio-économiques, la manipulation sociale, la volatilité des marchés et l'automatisation des armes, sont considérés comme apocalyptiques par de nombreux experts. Les pionniers de la technologie Stephen Hawking, Elon Musk ou encore Bill Gates ont tiré la sonnette d'alarme concernant l'intelligence artificielle, tout en appelant les gouvernements à réglementer ce domaine afin qu'il se développe de façon éthique et sécurisée [20].

Sinon, malgré tous ses avantages infinis, les experts et les scientifiques considèrent l'intelligence artificielle comme un potentiel danger pouvant causer un tas de problèmes à tous les égards.

Conclusions

Éducation sans limites, solutions médicales critiques, un travail moins esquintant et plus divertissant, et plus d'autres possibilités sont mises en avant par l'intelligence artificielle. Son impact sur la société est largement estimée comme un bouleversement technologique qui a atteint l'impossible avec son progrès spectaculaire des réseaux de neurones(neural network) et Deep Learning, tout en fondant le monde en divers projets et nouvelles techniques qui ont activement optimisé la qualité de nos vies et ont rendu notre travail aussi percutant que possible.

Alors, en dépit de ses risques, qui peuvent être évités par l'égard à un code éthique spécifique (bioéthique ou IA éthique), l'intelligence artificielle mènera au paroxysme de la technologie qui va remodeler notre avenir.

Bibliographie:

1. Site pour faciliter l'écrit ; basé sur l'IA. [online] Accessible : <https://www.shortlyai.com/> [accédé le 14.02.2022]
2. Marr, B., *The Intelligence Revolution*, Kogan Page, 2020, ISBN 1789664373, 9781789664379, 224 pag.
3. Étude sur l'intelligence artificielle. [online] Accessible : one-hundred-year-study-artificial-intelligence [accédé le 14.02.2022]
4. Redouane BENABDELOUAHED et Chouaib DAKOUAN *The Use of Artificial Intelligence in Social Media: Opportunities and Perspectives*. In: Expert Journal of Marketing, Hassan II University, Morocco, Volume 8, Issue 1, pp.82-87, 2020.
5. Les conférences de John McCarthy: Slides of Lectures :The Advice Taker. [online] Accessible: stanford.edu [accédé le 14.02.2022].
6. JOHN HAUGELAND, *Review of 'Artificial Intelligence: The Very Idea'*, La presse du MIT, Cambridge, MA, 1985, ISBN 0-262-08153-9. A Bradford Book.
7. Kerem Muezzinoglu, David Stewart, Carl Suplee. *Machine Learning Use Cases in Financial Crimes*, 2018, USA, SAS Institute Inc. 109466_G86853.0818
8. Andrew Boyarski, *The Future of Artificial Intelligence*, Yeshiva University [accédé le 14.02.2022]. Accessible: YUIdeas_artificial_intell3.pdf
9. Système d'apprentissage et d'évaluation artificiellement intelligent. [online] Accessible : [About ALEKS](http://About_ALEKS) [accédé le 14.02.2022]
10. Simulations basées sur des cas proposées par un diplômé de Harvard [online] Accessible : [Case-based strategies \(wmo.int\)](http://Case-based_strategies (wmo.int)), [accédé le 14.02.2022]
11. David K: 7 avantages de l'IA dans l'éducation [7 Benefits of AI in Education], Dans : The Journal, 2021[online] Accessible : <https://thejournal.com>, [accédé le 14.02.2022]
12. Nils J. Nilsson, THE QUEST FOR ARTIFICIAL INTELLIGENCE, Web Version, 2010 . Version imprimée publiée par Cambridge University Press, September 13, 2009. University [accédé le 14.02.2022]. Accessible: stanford.edu
13. Bryan S. Bohanan, *Integrating AI-powered clinical decision support into the EHR can help increase adoption and efficiency*, [online], 2020, [accédé le 14.02.2022]. Accessible: [\(ibm.com\)](http://ibm.com)
14. Nishita Mehta, Anil Pandit, Sharvari Shukla, Journal of Biomedical Informatics: *Transforming healthcare with big data analytics and artificial intelligence: A systematic mapping study*, Volume 100, December 2019, 103311
15. Brent B., Everything you need to know about social media algorithms [online], 2021, [accédé le 14.02.2022], Accessible: Sprout Social
16. Hamid R. Arabnia, Ferens, Ken D., Elena B. Kozerenko, José A., Fernando G. Tinetti *Advances in Artificial Intelligence and Applied Cognitive Computing*. Proceedings from ICAI'20 and ACC'20 Springer, 2020. 395 pag.
17. Redouane B., Chouaib D. *The Use of Artificial Intelligence in Social Media* [online], [accédé le 14.02.2022], Accessible: expertjournals.com
18. Site :AI-Powered Chatbots:[online], [accédé le 14.02.2022], Accessible: <https://fpt.ai/ai-powered-chatbots-key-delight-customers>
19. Sam.S. Elon Musk says DeepMind is his 'top concern' when it comes to A.I. [online] 2020.], [accédé le 14.02.2022], Accessible:<https://www.cnbc.com/2020/07/29/elon-musk-deepmind-ai.html>
20. Bastien L. *Intelligence Artificielle : définition, histoire, utilisations, dangers* 2020. <https://datascientest.com/intelligence-artificielle-definition> [accédé le 14.02.2022]

PROGRAMMATION ORIENTÉE OBJET

Daniel MARANDICI, Ion GATMAN

*Département Génie des Systèmes et Automatiques, gr. FI-201, Faculté Ordinateurs, Informatique et Microélectronique,
Université Technique de Moldova, Chișinău, République de Moldavie*

*Auteur correspondant: Marandici Daniel, daniel.marandici@isa.utm.md

Resumé : Le présent papier traite le domaine de la Programmation Orientée Objet, son évolution et les nouvelles opportunités pour les développeurs et projets dans l'industrie IT. On présente les avantages, les inconvénients, les langages qui implémentent ce type de technologie et les perspectives.

Mots-clés : informatique, POO, développement, héritage, classe, message.

Introduction

La plupart des paradigmes des programmation contemporaines ont été étudiés en 1930. Les idées du calcul lambda et la machine du Turing sont les variants du model universal informatique. Le calcul lambda est la preuve d'application des fonctions en calcul et la machine Turing illustre l'approche imperative en informatique. Les langages de programmation de niveau bas comme Assembler ou Machine code, apparus dans les années 1940-1950 ont implémenté le procédé fonctionnel et impératif. Plus tard, dans les années 1960-1970, pendant une revolution de programmation structurée la programmation orientée objet est née.

On suppose que premier objet a été crée entre 1961 et 1962 par Ivan Sutherland pour son projet Sketchpad. Les objets ont été des éléments graphiques affichés sur un écran d'oscilloscope, probablement la première utilisation d'un moniteur graphique d'ordinateur. Les symboles ont été héritées par délégués dynamiques, nommés "objets master". Cela a fait Sketchpad le premier langage connu pour implementation d'héritage prototype.

Le premier langage appelé communément "orienté par objet" a été Simula, développé en 1965. Comme Sketchpad, Simula comprend objets, mais également des classes, héritage basé sur classe, sous classes et méthodes virtuelles.

La notion "programmation orientée objet" a été inventé par Alan Kay en 1972 par repère au langage Smalltalk, développé par lui même et autres collègues à Xerox PARC. Smalltalk est plus orienté que Simula, parce que là tout est en objet, notamment classes, entiers.

Simula et JavaScript ont beaucoup des choses communs :

- Objets.
- Classe parent et clôtures.
- Types dynamiques.
- POO sans un système d'héritage basé sur classes.

Selon Alan Kay les ingrédients le plus importants de POO sont :

- Passage de message.
- Encapsulation.
- Lien dynamique.

Il est nécessaire de mentionner que Alan Kay, ne considère pas héritage et polymorphisme des éléments essentielles du POO. Aussi il regrette l'inclusion du terme "objet" dans sa définition, parce qu'il amène à se concentrer sur une idée pas importante comme le principal : passage de message.

La combinaison entre passage de message et héritage sert à des buts suivants :

- Éviter l'état mutable partagé d'un objet par héritage d'état et isolation d'autres objets du changement locaux à son état. La seule manière d'affecter l'état d'un objet est de demander de lui changer en transmettant un message.
- Séparation des objets les uns des autres. L'expéditeur d'un message est couplé au destinataire via l'API de messagerie.
- Adaptabilité et résistance aux changements pendant l'exécution du programme grâce à une reliure tardive. L'adaptation aux changements d'exécution présente de nombreux avantages qu'Alan Kay les considérait très importants [1].

Les avantages fournis par POO

- POO a plusieurs fonctionnalités : abstraction de données, héritage, constructeur, encapsulation de données, polymorphisme, liaison dynamique.
- Simplicité : les programmes ont une structure modulaire claire avec une complexité réduite.
- Modularité : chaque objet forme une entité distincte dont les fonctionnalités internes sont découplées des autres parties du système.
- Modifiabilité : il est facile d'apporter des modifications mineures à la représentation des données ou aux procédures d'un programme. Les changements à l'intérieur d'une classe n'affectent aucune autre partie externe d'un programme.
- Extensibilité : ajouter des nouvelles fonctionnalités ou répondre aux environnements d'exploitation changeants peuvent être résolus en introduisant quelques nouveaux objets et en modifiant certains existants.
- Maintenabilité : les objets peuvent être entretenus séparément, ce qui facilite la localisation et la résolution des problèmes.
- Réutilisabilité : les objets peuvent être réutilisés dans différents programmes. Ainsi, le coût du développement diminue et permet également un développement plus rapide [2].

Inconvénients de la programmation orientée objet

1. Paradigme

Comprendre le paradigme de la programmation orientée objet est un problème pour les développeurs. Quel est ce paradigme ? Existe-t-il une réponse directe à cette question ? Des conflits d'idées surviennent dans la définition des définitions de base, comme le concept "tous sont des objets sauf les méthodes, les primitives et les packages". Trop d'exceptions sont répertoriées, ce qui indique que cette affirmation ne peut pas être la vérité universelle pour tous les cas.

D'autres sources disent que le paradigme de la POO est les principes : encapsulation, héritage, abstraction. Malheureusement, cette réponse n'est pas la solution au problème de compréhension du concept de POO. L'interprétation de ces principes varie d'une langue à l'autre.

Je pense que l'idée qui refléterait le paradigme de la programmation orientée objet serait moulagé. L'opportunité de créer des entités que nous pourrons utiliser dans nos programmes. Mais c'est aussi un problème car nous revenons aux problèmes ci-dessus, où les développeurs sont confus sur les bases.

2. Classe

Ça semble simple au premier abord, notre cerveau a tendance à classer toutes les informations que nous recevons. Les classes existent seulement dans notre esprit, nous ne pouvons pas penser à une classe comme un objet physique. Dans la vie réelle il n'y a que des objets. Et certains instruments qui les utilisent pour écrire du code qui ne nous aident pas à mieux comprendre le code, nous avons besoin d'objets, pas les classes que l'IDE nous suggère. Cela rend le code beaucoup plus difficile à comprendre. On peut le comparer aux langages de procédure. Dans les langages procéduraux, les procédures utilisent d'autres procédures. Le code source illustre également les procédures utilisées. Tout est simple, en effet.

3. Langages orientées sur objets

Le code écrit dans certaines langues est compilé, dans d'autres est interprété. En même temps, chaque langue a certaines fonctionnalités, et le code fonctionne avec une performance différente. Ce sont également les sujets que les développeurs discutent toujours, mais le plus souvent mentionné est que l'utilisation d'une technologie peut être assez difficile [3].

L'avenir de programmation orientée objet

Selon les réponses du Bjarne Stroustrup (inventeur du langage C++) et Tim Lindholm (collaborateur au création du langage Java et architecte principal de la machine virtuelle Java).

1. Qu'est-ce qui changera dans la façon dont les développeurs écrivent le code au cours des trois prochaines années?

Stroustrup : En C++ , sans bibliothèques appropriées, tout semble compliqué. Avec des bibliothèques appropriées, à peu près tout devient gérable. Le développement et l'utilisation des bibliothèques deviendront de plus en plus importantes. Cela implique un augmentation de la programmation générique, parce que seulement grâce à cela les bibliothèques peuvent devenir assez général et efficace. Je m'attends également à voir une croissance dans le calcul distribué et dans l'utilisation de "composants." Pour la plupart des programmeurs, ceux-ci. les développements se manifesteront par l'utilisation de bibliothèques qui fournissent accès pratique à ces systèmes.

Lindholm : Deux forces motrices pour les développeurs qui écrivent du code continueront d'être la mise en réseau et la distribution — la nécessité d'écrire des applications qui ne sont pas conçues pour être utilisées par un seul ordinateur. Plus d'applications seront écrites pas comme autonome applications liées à un périphérique, mais plutôt comme plate-forme indépendante, applications distribuée, avec des technologies habilitantes telles que EJB et JSP. Cela remettra en question les modèles de conception sur lesquels de nombreux programmeurs comptent, ainsi que leurs compétences et leur intuition.

2. Devrions-nous nous attendre à ce qu'un langage centré sur les composantes évolue? Qui le créera?

Stroustrop : Je soupçonne que la raison du manque de succès dans ce domaine est que les gens non programmeurs — s'attendent à trop d'une vague notion de « composants ». Ces gens rêvent que les composants rendront les programmeurs inutiles. Au lieu de beaucoup de geeks imprévisibles écrivant du code, soigneusement adapté "designers" seront composer les systèmes à partir de composants préfabriqués à l'aide de glisser-déposer. La fausseté fondamentale de cette vision est qu'il est extraordinairement difficile de concevoir et implementer des composants. Un seul élément ou cadre qui fait la plupart de ce qui est nécessaire pour une application ou une industrie serait attrayant pour son propriétaire, et n'est pas techniquement trop difficile à construire. Mais les différents acteurs de cette industrie se rendraient vite compte que si tout le monde utilisait ces composants, ils n'auraient aucun moyen de différencier leurs produits de ceux de leurs concurrents. Ils deviendraient les fournisseurs d'un produit, et les principaux profits iraient au fournisseur de la composante ou du cadre.

Les "composants" minuscules peuvent être utiles, mais n'offrent pas beaucoup de levier. De taille moyenne, plus grands composants généraux peuvent être très utiles, mais ces composants nécessitent une grande flexibilité dans leur composition.

Lindholm : L'écriture de logiciels orientés composants semble être plus adéquat, investissement, bonne conception et la discipline de programmeur que les langages de programmation. Evidemment certaines langues soutiennent mieux l'écriture de tels logiciels que d'autres. Mais on ne doit s'attendre à ce qu'un nouveau langage magique rendra l'écriture de composants beaucoup plus facile qu'avec les langues actuelles [4].

Les langages pour POO

- Ruby
- Scala
- Smalltalk
- Java
- Python
- C++
- C#
- Pascal
- VB.NET [5]

Conclusion

Au cours du demi-siècle, l'approche des problèmes informatiques a été variable. Le paradigme de programmation orientée objet a longtemps été discuté et développé pour répondre à la philosophie de traduire des objets de la vie réelle en conception de logiciels. Le moment le plus important dans ce voyage est la mise en forme des objets et l'abstraction de tout ce qui signifiait information pour la construction de programmes efficaces. L'idée de structure - qui est quelque chose de natif, humain a fait cette approche basée sur l'objet conquérir l'industrie du développement logiciel.

Bibliographie :

1. ELLIOT, E., *Forgotten history of OOP* [online]. [accesat 24.02.2022]. Disponibil : <https://habr.com/en/company/ruvds/blog/428582/>
2. GUPTA, A., *What are the benefits of OOP* [online]. [accesat 24.02.2022]. Disponibil : <https://www.quora.com/What-are-the-benefits-of-object-oriented-programming>
3. Nierstrasz, O., *Ten things I hate about OOP* [online]. [accesat 25.02.2022]. Disponibil: <https://habr.com/en/post/169601/>
4. Stroustrup, B., Lindholm, H., *The future of OOP* [online]. [accesat 25.02.2022]. Disponibil : <https://www.utm.mx/~caff/poo/The%20Future%20of%20OOP.pdf>
5. Best OOP languages to learn after C, [online]. [accesat 26.02.2022]. Disponibil : <https://www.quora.com/What-is-the-best-OOP-Object-Oriented-Programming-language-to-learn-after-C>

IT DANS L'AGRICULTURE

Eugen BONTA, Mihai BUNESCU, Zinaida NISTREAN*

Département Génie Logiciel et Automatique, FI-211, Faculté Ordinateur, Informatique et Microélectronique,
Université Technique de Moldova, Chișinău, Moldova.

*Auteur correspondant: Zinaida Nistrean, zinaida.nistrean@isa.utm.md

Résumé : Cet article décrit les exploitations agricoles télécommandées qui sont une réalité et la technologie permet de résoudre de vrais problèmes dans le domaine. L'une des solutions est le système d'irrigation intelligent et informatisé. Les avantages d'une telle irrigation sont nombreux. Les agriculteurs peuvent économiser de l'argent en éliminant le gaspillage irrational de l'eau, en réduisant le travail humain. Une façon de mieux planifier les travaux d'irrigation consiste à utiliser les données satellitaires, les bulletins météorologiques des stations météorologiques et les capteurs météorologiques.

Mots clés: systèmes d'irrigation, agriculture, agro-drone

Introduction

Depuis les temps anciens, les agriculteurs ont dû faire preuve d'ingéniosité pour faire face au manque de pluie. Pour résoudre le problème de la pénurie d'eau et maximiser les rendements des cultures, partout dans le monde, des technologies telles que les systèmes d'irrigation ont commencé à être utilisés.

Donc, le résultat obtenu: l'agriculture irriguée est, en moyenne, au moins deux fois plus productive par unité de terre que l'agriculture pluviale, ce qui permet une intensification de la production et une diversification des cultures. Il peut sembler que la solution parfaite a été trouvée, mais il y a encore de nombreux inconvénients qui doivent être pris en compte.

L'agriculture représente actuellement 70 % des prélèvements d'eau douce dans le monde (et une part encore plus élevée de "l'utilisation irrécupérable d'eau" dû à l'évapotranspiration des cultures), tandis que les utilisations industrielles et domestiques représentent respectivement 20 % et 10 %. Les domaines d'utilisation de l'eau dans ce secteur sont très divers, mais l'irrigation est de droit le principal secteur.

Les systèmes d'irrigation sont inefficaces. Étant donné que la plupart des systèmes d'irrigation utilisent des minuteries et des contrôleurs simples, d'énormes quantités d'eau sont gaspillées, sans égard aux conditions optimales d'utilisation.

Utiliser l'eau uniquement lorsque cela est nécessaire et dans la quantité exacte nécessaire est une stratégie beaucoup plus efficace. Cette approche peut être mise en œuvre à l'aide de technologies intelligentes.

Technologies d'irrigation intelligentes

La capacité d'améliorer la gestion de l'eau dans l'agriculture est généralement limitée par des politiques inadéquates, de graves faiblesses institutionnelles et des contraintes financières. Compte tenu des contraintes existantes, le secteur de la gestion de l'eau agricole est actuellement en train de se réorienter vers la fourniture de services modernes et durables. L'une des solutions est le système d'irrigation intelligent et informatisé. Les avantages d'une telle irrigation sont nombreux. Les agriculteurs pourront automatiser leurs routines d'irrigation et réduire leur consommation d'eau en utilisant un système d'irrigation intelligent pour contrôler les niveaux d'humidité du sol [1].

Il existe deux principaux types de technologies d'irrigation intelligentes : basées sur les conditions météorologiques et basées sur l'humidité du sol. Les agriculteurs peuvent économiser de

l'argent en éliminant le gaspillage irrationnel de l'eau, en réduisant le travail humain, en collectant automatiquement des données sur les propriétés du sol et en développant une stratégie à long terme pour maintenir la santé de l'écosystème [2]. Les systèmes d'irrigation intelligents doivent utiliser des capteurs qui permettent de transmettre des données en temps réel à une passerelle centrale, qui allume alors automatiquement la pompe à eau chaque fois que l'humidité ou la température est hors de portée [3].

Les capteurs de sol

La construction d'un réseau sans fil reliant ces capteurs, peut fournir une transmission de données en temps réel. En utilisant des capteurs pour collecter des données et des algorithmes avancés pour définir le calendrier, cela augmentera l'efficacité de l'irrigation. Des capteurs peuvent déterminer la vitesse à laquelle l'eau s'évapore et, sur la base de ces estimations, maintenir automatiquement une humidité optimale du sol. Des algorithmes et une intelligence artificielle bien conçus sont capables de prendre en compte le moment où le soleil se couche et se lève, ainsi que la période de l'année. Une application spéciale permettra à l'utilisateur final de contrôler entièrement le système d'irrigation intelligent.

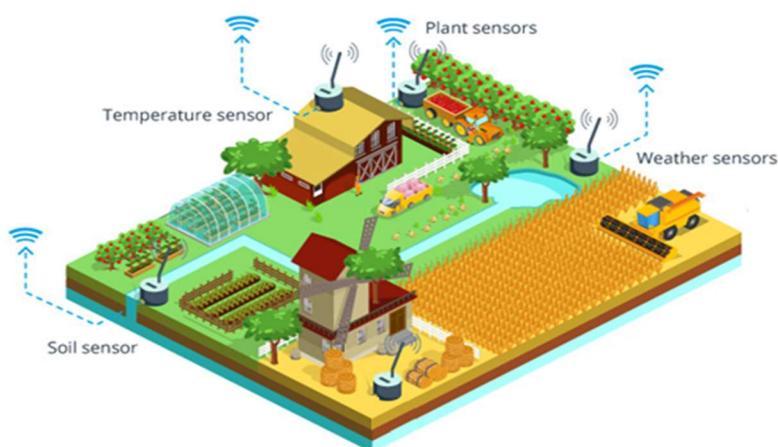


Figure 1. Types de capteurs de sol

Les capteurs de sol (figure 1) collectent des informations sur la teneur en eau volumétrique, la salinité et d'autres facteurs. Pour aider les agriculteurs à évaluer immédiatement les conditions du sol et à évaluer les besoins en irrigation, ces capteurs devront être placés à des points stratégiques du champ et transmis à un serveur.

Les capteurs météorologiques sont utilisés pour surveiller les changements environnementaux ultra-locaux, y compris l'évaporation de l'eau de la surface du sol et l'évaporation des plantes. Ces capteurs, combinés aux données du centre météorologique local, peuvent aider à développer des prévisions plus précises.

Des capteurs qui peuvent être installés directement sur les plantes ont récemment été développés et présentent un grand potentiel pour évaluer l'état de l'eau dans les plantes. Un capteur fixé à la tige ou au fruit d'une plante peut détecter des changements infimes dans le champ, tels que le gonflement ou le dessèchement, et alerter les agriculteurs d'une faible teneur en eau ou d'un rendement médiocre.

La pulvérisation agricole

La pulvérisation est une opération effectuée sur les plantes agricoles pour réduire les maladies des plantes, contrôler les insectes parasites et donner de la force à la croissance des plantes. En effet, elle a une grande importance dans l'agriculture. Pour faire cette opération il est nécessaire des matériaux et équipement technique bien adapté et très efficace comme il est possible.

Le plus populaire et pratique équipement bien connu aujourd’hui est le pulvérisateur à moteur qui est équipement traditionnelle. Nous prendrons l’exemple de la pulvérisation d’une vigne afin de pouvoir faire d’autres comparaisons : 40 et 60 L/ha en début de végétation et 120 et 180 L/ha en pleine végétation avec des pulvérisateurs à jets portés et 50 et 70 L/ha en début de végétation et 100 et 130 L/ha en pleine végétation avec des pulvérisateurs pneumatiques. Comment on peut voir, 70-100 L/ha n’est pas peu, et pour ce cas, on propose d’examiner l’efficacité des drones dans l’agriculture aussi nommée l’agriculture de précision. Une analyse plus détaillée des différences de l’utilisation de ces équipements est représentée dans le tableau 1.

Tableau 1 [4]

	Agrodrones				Pompe diesel pour la pulvérisation
Capacité du réservoir, litres	10	15 litres	20 litres	30 litres	illimité
Poids, kg	10	13 kg	16 kg	20 kg	Stationnaire
La batterie, mA	16000	16000 mA	22000 mA	30000 mA	Diesel 5CV
Temps de vol / réservoir	20 min / 2	20 min / 2	35 min / 2	35 min / 2	8 heures / gallon
efficacité des arroseurs	4 ha./h	6 ha./h	10 ha./h	12 ha./h	0.56 ha/h
Opérateur	1	1	1	1	12

Premièrement l'utilisation de drones dans l'agriculture offre plusieurs avantages clés qui réduisent la main-d'œuvre, les coûts et les ressources dans l'industrie. Donc, l'intelligence des drones peut être illimitée. Le drone surveille la zone et capture des images de haute qualité qui peuvent ensuite être utilisées seules ou transformées en cartes 3D détaillées (figure 2), le tout sans déranger les agriculteurs, leurs cultures ou l'environnement. De plus, ils peuvent résoudre tous les problèmes qui surviennent en temps réel, tels que les problèmes de parasites ou d'autres visiteurs indésirables, les rendements des cultures, la météo et d'autres circonstances imprévues dans l'agriculture.

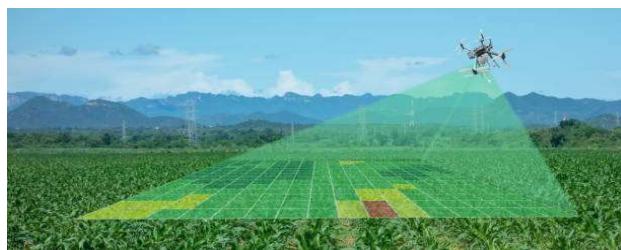


Figure 2. Utilisation des drones dans la pulvérisation

En ce qui concerne les produits de ces vols réguliers, les cartes obtenues à l'aide de drones commerciaux sont l'indice de végétation différentiel normalisé (NDVI) ou similaire. Le NDVI est un indice qui montre généralement l'état de santé d'une plante (Mahajan et Bumdel, 2016). Si les valeurs de NDVI sont proches de 1,0, la végétation est censée être saine, mais pour des valeurs proches de 0,0, la carte montre un sol nu ou une végétation stressée [5].

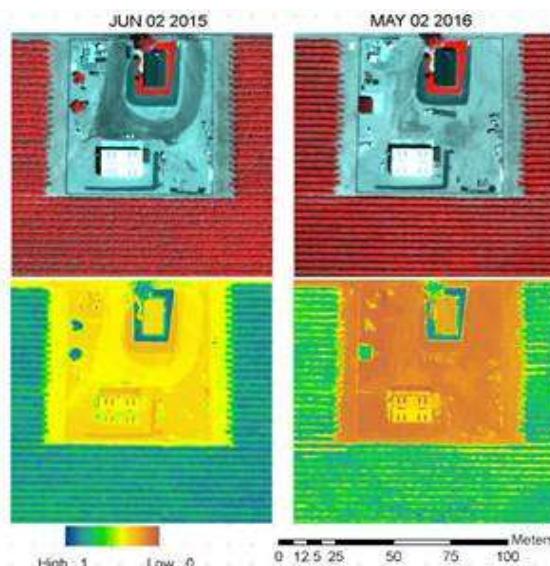


Figure 3. Différences NDVI (rangée du bas) entre les filtres RVB et NIR passe-long (colonne de gauche) et les filtres spectraux RED et NIR (colonne de droite)

Différentes caméras fournissent différentes valeurs NDVI pour le même champ et le même temps de vol (figure 3), ce qui pourrait induire l'utilisateur en erreur. Les caméras agricoles, cependant, peuvent fournir un NDVI standard qui est comparable à d'autres caméras agricoles telles que celles des satellites.

Un exemple de différences NDVI (rangée du bas) entre les filtres RVB et NIR passe-haut (colonne de gauche, 2015) et les filtres spectraux RED et NIR (colonne de droite, 2016) est illustré à la figure 3 pour un vignoble en Californie (rangée du haut) (Torres -Rua, 2017). Les emplacements au sol nu (tels que les routes et les vignes) et les couverts de vigne en 2015 ont des valeurs NDVI plus élevées (~ 0,30) et (0,7-1,0) que les valeurs NDVI estimées à l'aide des filtres Landsat en 2016 (~ 0,10 et 0,5 -0,9) pour le sol nu et la canopée de la vigne, respectivement.

On peut mettre en évidence plusieurs avantages des drones par rapport aux autres méthodes de pulvérisation :

- a) La précision de la collecte de données en raison de la couverture d'une vaste zone sur la même période de temps. Il est nécessaire d'effectuer plusieurs vols à des jours différents et de prévoir le moment de la journée le plus adapté en fonction des caractéristiques de la plantation étudiée, afin d'avoir des données à différentes périodes de temps, ce qui permet une analyse comparative.
- b) Haute disponibilité des données collectées au fil du temps.
- c) Haute résolution des images obtenues, dépassant dans de nombreux cas les images satellites.
- d) Réduction des coûts par rapport aux autres méthodes traditionnelles.

Système d'arrosage intelligent

La surveillance météorologique peut être ajoutée à un système d'irrigation intelligent. Une façon de mieux planifier les travaux d'irrigation consiste à utiliser les données satellitaires, les bulletins météorologiques des stations météorologiques et les capteurs météorologiques. Par exemple, lorsque de la pluie est prévue, le système peut attendre et recalculer la quantité d'eau requise en fonction des précipitations réelles. Grâce à cette technologie, les entreprises agricoles seront en mesure de gérer l'agriculture plus efficacement, ce qui les aidera à obtenir plus d'informations et réduire les coûts[6].

Dans l'agriculture, l'intelligence artificielle devient l'épine dorsale de l'automatisation. Des opérations simples telles que l'étiquetage des données, la création de rapports et l'envoi de notifications peuvent être automatisées à l'aide de l'IA.

Conclusions

Le coût des ressources en eau dans le domaine de l'agriculture est aussi colossal que nécessaire. Malheureusement, des méthodes d'irrigation inefficaces et obsolètes gaspillent une grande partie de cette eau.

Pour résoudre ces problèmes, des systèmes d'irrigation intelligents sont en cours de développement à l'aide de capteurs agricoles qui permettront aux agriculteurs de surveiller de près les conditions sur le terrain et de modifier les méthodes d'irrigation au besoin. Cela conduira à une meilleure gestion de l'eau ainsi qu'à des rendements agricoles plus élevés et à une baisse des coûts.

Bibliographie:

1. *Artificial Intelligence in Agriculture*, Intellias. 2022. [online]. [accédé 01.03.2022]. Disponible: <https://intellias.com/artificial-intelligence-in-agriculture/>
2. BALSUM, P. *Water Usage In The Agriculture*. 28.09.2020. [online]. [accédé 01.03.2022]. Disponible: https://htt.io/water-usage-in-the-agricultural-industry/?fbclid=IwAR3mrHrskF8SafkMnBTIKOo4-ufodE4t8K65Xkidl9Mcexx0OJX5UtQl7_o
3. *Water Use in Agriculture*. Energypedia. 2021. [online]. [accédé 01.03.2022]. Disponible: https://energypedia.info/wiki/Water_Use_in_Agriculture?fbclid=IwAR2qxej6doRY3BUfuNwa_JDdcQhyDQA7MjZlworpnnqzHLXD9d5zhB8VugY
4. *Comparatif Agrodrônes et méthode traditionnelle*. FICHE TECH' VITE, [online]. [accédé 01.03.2022]. Disponible: https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Pays_de_la_Loire/022_Inst-Pays-de-la-loire/RUBR-RD-innovation/Productions-vegetales/2019_ATV49_TECH_VITI_Pulve.pdf
5. *StudioSPORT*, spécialiste drones&caméras [online]. [accédé 01.03.2022]. Disponible: <https://www.studiosport.fr/guides/drones/a-quoi-servent-les-drones-en-agriculture.html>
6. GARZON, M. J., LUQUE, F. *IMPLEMENTACIÓN DE DRONES PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL AGRO COLOMBIANO*. 2018 [online]. [accédé 01.03.2022]. Disponible: <https://repository.cesa.edu.co/bitstream/handle/10726/2302/ADM2018-00996.pdf?sequence=7&isAllowed=y>

SECȚIA TEHNOLOGIA PRODUSELOR ALIMENTARE

SECTION OF FOOD TECHNOLOGIES

EFFECTUL UTILIZĂRII PECTINEI DE MERE ÎN TEHNOLOGIA FABRICĂRII BATOANELOR VEGETALE

Anastasia DASCAL¹, Tatiana CEŠKO^{2*}

¹Departamentul Tehnologia Produselor Alimentare, CSPA-201M, Facultatea Tehnologia Alimentelor, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

²Școala Doctorală a Universității Tehnice a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Tatiana Ceșco, e-mail: tatiana.cesko@saiem.utm.md

Cuvinte cheie: fructe uscate, agent de legare, agent de acoperire, produs alimentar funcțional.

În ultimii ani fructele uscate produse în Republica Moldova au fost apreciate la nivel internațional în mai multe țări din UE. Asortimentul bogat din fructe a făcut posibilă utilizarea lor atât ca produs unic, cât și în diverse ramuri a industriei alimentare ca umpluturi în industria cofetăriei, adaos vegetal în produse de panificație și lactate. În prezent există diverse tipuri de batoane pregătite din fructe uscate, cereale, nuci etc., care sunt dezvoltate pentru a forma o dietă echilibrată a consumatorilor și pentru a extinde o gama largă de produse cu valoare biologică ridicată. Scopul cercetărilor prezentate a fost studiul efectului de utilizare a suspensiei de pectină în calitate de agent de legare și de acoperire în tehnologia de fabricare a batoanelor din fructe uscate.

În calitate de materie primă au fost utilizate fructe uscate autohtone: mere, vișine, prune, pulbere de măcieș și suspensia de pectină de mere în calitate de agent de legare și de acoperire. Conform standardelor în vigoare s-a efectuat analiza senzorială, fizico-chimică și stabilitatea microbiologică a batoanelor vegetale păstrate în timp de 180 de zile la temperatură camerei. S-a analizat valoarea biologică a produsului finit în special conținutul total de polifenoli (CTP), flavonoide (CTF) și activitatea antioxidantă (AA) determinată prin testul DPPH (2,2-diphenil-1-picrilhidrazil).

În urma analizei senzoriale realizate în a 180-a zi de păstrare s-a constatat: gustul, mirosul și suprafața batoanelor nu s-a modificat esențial în raport cu indicii determinați în prima zi de la producere, iar consistența s-a întărit datorită pierderii umidității în timpul păstrării, contribuind astfel la mărirea stabilității produsului finit în timpul depozitării. A fost studiată evoluția indicatorilor fizico-chimici a batoanelor vegetale în timp de 180 zile de păstrare. S-a constatat: în aceasta perioadă de timp s-a redus conținutul de umiditate și aciditatea activă de 1,3 ori și 1,4 ori respectiv, activitatea apei s-a modificat neesențial. Din punct de vedere a stabilității microbiologice, datorită reducerii conținutului de umiditate, acidității active, stratului de protecție cu suspensie de pectină și ambalării în vid, procesul de dezvoltare a microorganismelor în timpul depozitării a fost stopat. S-a demonstrat că în timpul păstrării a batoanelor vegetale CTP și CTF s-au redus cu 5,3% și cu 17,4% respectiv. S-a constatat că există corelație directă dintre conținutul de compuși biologic activi și activitatea antioxidantă, R^2 fiind în intervalul 0,64-0,74.

În concluzii se poate de menționat ca utilizarea suspensiei de pectină în calitate de agent de legare și de acoperire a influențat pozitiv calitatea batoanelor vegetale depozitate timp de 180 zile, cu menținerea valorii biologice înalte a acestora, astfel, contribuind la diversificarea sortimentului de produse alimentare din fructe uscate.

Multumiri: Autorii mulțumesc Proiectului AUF-ECO_RI_SRI_2021_20_USAMVIBI_ZERODECHET *Deșeuri horticole în beneficiul sănătății și al mediului, o nouă abordare a principiului "zero deșeuri"*.

CONTINUTUL ACIZILOR ORGANICI ÎN MERELE IMATURE

Diana CRUCIRESCU^{1,2}

¹Departamentul Tehnologia Produselor Alimentare, Școala Doctorală UTM, Chișinău, Republica Moldova

²Direcția Tehnologiei Alimentare, Institutul Științifico-Practic de Horticultură și Tehnologiei Alimentare, Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Crucirescu Diana E-mail: diana.crucirescu@saiem.utm.md

Rezumat. Producătorii din străinătate se orientează spre utilizarea acizilor organici de proveniență naturală la fabricarea unor produse sănătoase, ecologice și cu o valoare nutritivă înaltă. Acizii organici sunt folosiți în mod obișnuit în produsele alimentare ca regulatori ai acidității, potențatori ai aromelor și antioxidanti datorită activității lor antimicrobiene cu spectru larg. În această lucrare a fost determinat conținutul acizilor malic și citric în merele imature de 4 soiuri de măr de perspectivă (Coredana, Golden Rezistent, Rewena și Reglindis) pe parcursul dezvoltării acestora. Măsurarea a fost efectuată prin utilizarea tehnicii HPLC. Conținutul de acid malic a variat de la 15,17g/dm³ la 30,16g/dm³, iar al celui citric a fost de la 0,143g/dm³ la 0,281g/dm³. Cunoașterea conținutului de acizi organici în merele imature reprezintă una din căile promițătoare de a suplini necesarul în acidifianti naturali din industria alimentară.

Cuvinte cheie: mere imature, acidul malic, acidul citric, acizi organici de proveniență naturală

Introducere

În Republica Moldova mărul este specia pomicolă predominantă, căruia îi revine 60-70% din producția de fructe și un loc important în export [1]. Sortimentul acestor fructe este foarte bogat și este un produs strategic pentru zona de nord al republicii, unde se află cele mai mari plantații. Suprafața totală a livezilor în țara noastră atinge cca 56 de mii de ha, fiind crescute cca 40 de soiuri de mere, iar producția de mere estimându-se la cca 480 mii tone anual (datele prezentate pentru anul 2020) [2].

În zilele 40-45 de la fenofaza înflorirea deplină a pomilor au loc căderile fiziologice a fructelor, iar în zilele 50-65 se efectuează reglarea încărcaturii de rod pe pom. Operațiunea dată are scopul reducerii semnificative a încărcăturii culturilor, însotită de o creștere a dimensiunii fructelor. Această practică este necesară pentru a minimiza concurența de asimilări între fructe și pentru a produce o cultură de mărime și calitate comercializabile [3, 4].

Alimentația sănătoasă devine tot mai populară și necesară la nivel mondial. Actualmente se discută pe larg problemele referitoare la aditivi alimentari din punct de vedere al managementului chimic și al calității [5]. În industria alimentară nu sunt cunoscuți suficienți acidifianti de origine naturală, majoritatea se folosesc monoacizi de proveniență chimică/biochimică [6,7].

Mulți producători din Europa, SUA, Federația Rusă, se orientează spre utilizarea acizilor organici de proveniență naturală (verjuice, acidifiant din corcoduze, acidifiant din struguri), cu scopul fabricării unor produse sănătoase, ecologice și cu o valoare nutritivă înaltă [8-11]. Acizii organici sunt folosiți în mod obișnuit în produsele alimentare ca regulatori ai acidității, potențatori ai aromelor și antioxidanti datorită activității lor antimicrobiene cu spectru larg [12, 13].

Merele sunt bogate în acizi organici, zaharuri, elemente minerale și alți nutrienți, care joacă un rol semnificativ în sănătatea umană [14, 15]. În urma unor cercetări [16], a fost demonstrat că aceste fructe, aflate în diferite perioade de dezvoltare, la fel conțin substanțe nutritive valoroase în concentrații variate, cum ar fi glucide și acizii organici [17,18].

Scopul acestui studiu a fost determinarea conținutului acizilor malic și citric în merele imature, obținute în urma căderilor fiziologice sau a reglării încărcăturii de rod pe pom, care nu sunt valorificate în scop alimentar.

Materiale și metode

În calitate de materie primă au servit merele imature, aflate în faza timpurie de coacere, de 4 soiuri: Coredana, Golden Rezistent, Rewena și Reglindis. Acestea au fost colectate în perioada 01 iunie – 22 iulie 2018 de pe loturile experimentale ale Institutului Științifico-Practic de Horticultură și Tehnologii Alimentare (IȘPHTA), Chișinău, Republica Moldova. Fructele au fost recoltate pe parcursul dezvoltării la 45, 58, 71, 84 și 97 zile de la fenofaza înflorirea deplină.

Din merele recoltate au fost obținute extracte pentru analiza acizilor organici. Astfel, a fost luat întregul fruct fără cotor, zdrobit și presat. Extractul a fost centrifugat la 4200 rot/min timp de 10 minute, apoi filtrat prin filtru cu dimensiunea porilor de 0,2 µm.

Determinarea acizilor organici a fost efectuată prin metoda HPLC la cromatograful Agilent 1200 (Agilent Technologies, SUA). Separarea a fost realizată utilizând o coloană C₁₈ (250×4,6 mm), cu un diametru al dimensiunii particulelor de 5 µm și o coloană de protecție (Agilent Technologies, SUA). Toate separările au fost menținute la 25°C. Lungimea de undă de detectare a fost de 210 nm. Faza mobilă a fost compusă din soluția tampon KH₂PO₄ ajustat la pH=2,8, cu un debit de 0,7 ml/min. Volumul de injecție al fiecărei probe a fost de 10 µl.

Toate vârfurile probelor HPLC au fost atribuite prin compararea timpilor de retenție cu cei obținuți din standarde. S-au efectuat injecții duplicate și s-au folosit zone de vârf medii pentru cuantificare. Toți solvenții utilizați au fost de calitate HPLC, iar standardele de referință au fost obținute de la Sigma-Aldrich. Au fost efectuate trei repetări.

Rezultate și discuții

Acizii organici împreună cu zaharurile sunt principalele componente solubile ale fructelor coapte și au un efect major asupra gustului, fiind responsabili de aciditate și aromă. Acest fapt este rezultatul eliberării protonilor din acizi, în timp ce anionii lor diferiți conferă fiecare un gust distinct [19]. Totodată, aciditatea este unul dintre principaliii indicii de maturare care determină data de recoltare a fructelor utilizate fie pentru consum direct, fie pentru prelucrare industrială [20].

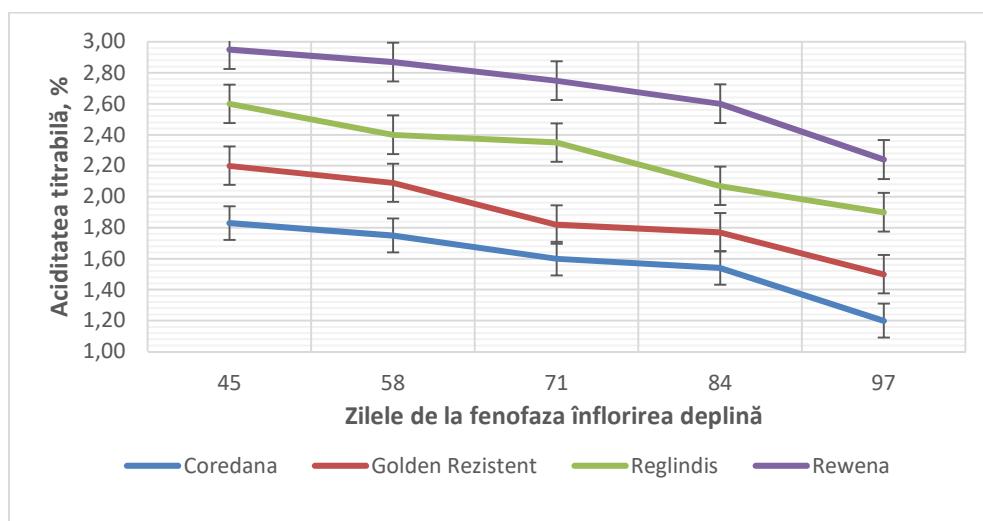


Figura 1. Dinamica acidității titrabile în timpul dezvoltării fructelor de mere din soiurile Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena

Cercetările recente demonstrează că merele imature conțin cantități importante de acizi organici (fig. 1). Aciditatea titrabilă determinată în merele de 4 soiuri pe parcursul dezvoltării din a 45-a până la a 97-a zi de la fenofaza înflorirea deplină a variat între 1,20% și 2,95% [JES 2020].

Rezultatele determinărilor conținutului acizilor malic și citric în fructele de mere de soiurile Coredana, Golden Rezistent, Rewena și Reglindis pe parcursul dezvoltării sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

Conținutul de acizi malic și citric în fructele de mere studiate pe parcursul dezvoltării

Acizii	Soiurile de mere studiate	Zilele de la fenofaza înflorirea deplină				
		45	58	71	84	97
		Conținutul de acizi organici (g/dm ³)				
Malic	Coredana	25,91±0,06	24,18±0,05	18,47±0,03	15,17±0,03	13,32±0,01
	Golden Rezistent	26,33±0,05	22,74±0,01	17,93±0,01	19,18±0,04	18,72±0,01
	Reglindis	28,02±0,01	24,98±0,02	21,41±0,02	20,14±0,09	19,35±0,03
	Rewena	30,16±0,07	27,83±0,02	25,46±0,05	23,98±0,05	21,43±0,07
Citric	Coredana	0,267±0,01	0,241±0,02	0,218±0,01	0,204±0,01	0,143±0,05
	Golden Rezistent	0,259±0,01	0,220±0,03	0,201±0,03	0,198±0,02	0,161±0,06
	Reglindis	0,259±0,00	0,242±0,04	0,212±0,02	0,201±0,03	0,177±0,01
	Rewena	0,281±0,01	0,264±0,03	0,251±0,01	0,239±0,03	0,198±0,02

Concentrațiile acizilor organici analizați au scăzut pe parcursul creșterii fructelor de mere. Conținutul acidului malic s-a redus la soiul Coredana de la 25,91 g/dm³ la a 45-a zi de la fenofaza înflorirea deplină la 13,32 g/dm³ spre a 97-a zi. Similar a scăzut la soiurile Golden Rezistent (de la 26,33 g/dm³ la 18,72 g/dm³), Reglindis (de la 28,02 g/dm³ la 19,35 g/dm³), urmat de Rewena (de la 30,16 g/dm³ la 21,43 g/dm³).

Conținutul acidului citric deasemenea s-a redus la toate cele patru soiuri de mere: Coredana de la 0,267 g/dm³ la 0,143 g/dm³, Golden Rezistent de la 0,259 g/dm³ la 0,161 g/dm³, Reglindis de la 0,259 g/dm³ la 0,177 g/dm³ și Rewena de la 0,281 g/dm³ la 0,198 g/dm³, respectiv.

În toate fructele, ca și în toate țesuturile vegetale, anionii acizilor din ciclul Krebs sunt intermediari ai multor căi metabolice. Cantități mari de acizi din ciclul Krebs se acumulează și sunt stocate în vacuolă până la dezvoltarea semințelor. Odată cu apropierea semințelor de maturitate, fructul începe să se coacă, iar concentrația de acizi scade. Deasemenea, o funcție importantă a acizilor din ciclul Krebs din fructe poate fi coordonarea importului și utilizării compușilor azotați și reglarea pH-ului asociată [21, 22].

Concluzii

Merele imature, obținute în urma căderilor fiziologice sau a reglării încărcăturii de rod pe pom, conțin cantități importante de acizi organici. Acidul predominant în aceste fructe este acidul malic, urmat de citric.

Cunoașterea conținutului de acizi organici în merele imature reprezintă una din cările promițătoare de a suplini necesarul în acidifianti naturali din industria alimentară (în special la fabricarea sucurilor, băuturilor, conservelor). Înlocuirea acidifiantilor de origine chimică va îmbunătăți valoarea nutritivă a alimentelor.

Bibliografie

1. Statista.com [online]. Disponibil: <https://www.statista.com/statistics/756433/global-top-apple-exporter-worldwide/> [accesat 24.02.2022]
2. Biroul Național de Statistică al Republicii Moldova. *Statistica pe domenii – Agricultura – Cultura plantelor. Plantaii multianuale pe culturi si categorii de gospodarii, 1980-2020* [online] [accesat 24.02.2022]. Disponibil: <http://www.statistica.md/category.php?l=ro&idc=127&>
3. ASSIRELLI, A., GIOVANNINI, D., CACCHI, M. et al. *Evaluation of a New Machine for Flower and Fruit Thinning in Stone Fruits*. In: Sustainability, 2018, 10, pp. 4088-4100.
4. DAVIS, K., STOVER, E. and WIRTH, F. *Economics of Fruit Thinning: A Review Focusing on Apple and Citrus*. In: HortTechnology, 2004, 14(2), pp. 282–289.
5. FIORINO, M., BARONE, C., BARONE, M., MARCO, M. *Chemical Additives for Foods. Impact of Food-Related Quality System Certifications on the Management of Working Flows*. In book: Quality Systems in the Food Industry, 2019, pp.1-27.
6. TATAROV, P. *Food Chemistry*. Chisinau, “MS Logo” Publishing House, 2017, 450 p.

7. BANU, C., STOICA, A., BĂRĂSCU, E. et al. *Applications of additives and ingredients in the food industry*. Bucharest, "ASAB" Publishing House, 2010, 877 p. [In Romanian]
8. NILGUN, O., KARABIYIKLI, S. *Antibacterial effect of verjuice against food-borne pathogens*. In: British Food Journal, 2019.
9. OJEDA, H., RIGAL, P., MIKOLAJCZAK, M., SAMSON, A., PAGES, B., SCHNEIDER, R., ARCHAMBAULT, G., CAILLE, S., ESCUDIER, J. L.. *Raisins verts: de la récolte à la transformation. Application à l'élaboration de verjus*. In: Le Progrès Agricole et viticole № 8 2007.
10. ТРОЯН, З. А., БОНЕНКО, Ж. Н., ИОРЧЕНКО, Н. В., КОРАСТИЛЕВА, Н. Н., ЛЫЧКИНКА, Л. В. (Краснодарский НИИ хранения и переработки сельскохозяйственной продукции) *Алыча - ценное универсальное сырье для производства разнообразных консервов*. Достижение науки и техники. АПК. 2002, N 3, стр. 28-30.
11. GOLUBI, R. *Valorificarea strugurilor nematurați la obținerea compozиiilor nutritive*, teză de doctor în științe tehnice, Chișinău, 2019.
12. ANYASI, T. A., JIDEANI, A. I. O., EDOKPAYI, J. N., ANOKWURU, C. *Application of organic acids in food preservation*. In book: Organic acids: characteristics, properties and synthesis (pp.45) Chapter: Chapter 1: Application of organic acids in food preservation Publisher: Nova Science Publishers, 2017.
13. THERON, M. M. and LUES, J. F. R. *Organic Acids and Food Preservation*. New York: CRC Press, 2011.
14. HYSON, D. A. *A Comprehensive Review of Apples and Apple Components and Their Relationship to Human Health*. In: Advances in Nutrition, 2011, 2(5), pp. 408–420.
15. BOYER, J., LIU, R. *Apple phytochemicals and their health benefits*. In: Nutrition Journal, 2004, 3(5), p. 5
16. CRUCIRESCU, D. *Utilizarea rațională a merelor imature*. În: Conferința Tehnico-Științifică a Studenților, Masteranzilor și Doctoranzilor UTM (cu participare internațională), 1-3 aprilie 2020, Vol. I, pp. 401-404.
17. CRUCIRESCU, D. *Fructele de mere în faza timpurie de coacere – materie primă pentru obținerea acidifiantului natural*. În: Conferința Tehnico-Științifică a Studenților, Masteranzilor și Doctoranzilor UTM (cu participare internațională), 26-29 martie 2019, Vol. I, p. 505-508.
18. CRUCIRESCU, D. *Physicochemical characteristics in unripe apples*. In: Journal of Engineering Science, 2021, Vol. XXVIII, no. 4, pp. 156 - 166
19. JOHANNINGSMEINER, S. D., MCFEETERS, R. F., & DRAKE, M. *A hypothesis for the chemical basis for perception of sour taste*. In: Journal for the Food Science, 2005, 70(2), pp. 44-48.
20. NERI, F., PRATELLA, G. C., & BRIGATI, S. *Gli indici di maturazione per ottimizzare la qualità organolettica della frutta*. In: Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura, 2003, 5, p. 20-29.
21. WALKER, R. P., BATTISTELLI, A., MOSCATELLO, S., CHEN, Z. H., LEEGOOD, R. C., & FAMIANI, F. *Phosphoenolpyruvate carboxykinase in cherry (*Prunus avium L.*) fruit during development*. In: Journal of Experimental Botany, 2011, 62(15), pp. 5357-65.
22. FAMIANI, F., CASULLI, V., BALDICCHI, A., BATTISTELLI, A., MOSCATELLO, S., & WALKER, R. P. *Development and metabolism of the fruit and seed of the japanese plum Ozark Premier (Rosaceae)*. In: Journal of Plant Physiology, 2012, 169(6), 551-560.

EVALUATION OF THE THERMAL STABILITY OF SOME SPREADABLE FOOD PRODUCTS

Paula SIMIONESCU*, **Gabriela LISA**

Department of Chemical Engineering, Faculty of Chemical Engineering and Environmental Protection

“Cristofor Simionescu”, Gheorghe Asachi Technical University of Iasi,

73, Prof. Dr. docent D. Mangeron blvd., Iasi RO-700050, Romania

*Corresponding author: Paula Simionescu, e-mail: paula.simionescu@student.tuiasi.ro

Abstract. In this paper, is analyzed the thermal stability in non-isothermal and isothermal conditions of various types of commercial margarines and butter and of a type of homemade butter. It was found that although the thermal decomposition onset temperatures of the butter samples in non-isothermal conditions were higher than those of margarine samples, in isothermal conditions, their behaviour changes. The mass loss percentage of margarine samples kept at 200°C for 40 or 50 minutes is lower than that of butter samples.

Key words: TGA, margarine, butter, thermal stability, non-isothermal and isothermal conditions

Introduction

In recent years, clinical and epidemiological studies have shown that eating trans fatty acids is closely linked to the decrease in high-density cholesterol and to the increase in low-density cholesterol, respectively, resulting in a higher risk of suffering from coronary heart disease [1]. Most European countries require food producers to reduce the trans fat content of their food [2]. Meta-analyses have shown that replacing saturated fats with polyunsaturated essential fatty acids is highly beneficial to consumers' health [3]. The consumption of spreadable fats has been growing lately, as they are regularly eaten spread on bread or toast, generally for breakfast, or used to prepare snacks. This category of food includes butter and margarine. Margarines are made from mixtures of fats that are emulsified using milk or water in the presence of emulsifiers. Auxiliary raw materials such as salt, preservatives or hydrogenated oils are contained by most margarines. Hydrogenation is one of the best-known technologies for solidifying oils and fats. Therefore, turning liquid vegetable oils into a gelled structure is of great interest for food science, as new strategies for structuring edible oils are required by both the business and scientific environment [3]. The analysis of the thermal stability of food products is an important aspect, since they are often subjected to heat treatments [4].

In this paper, is analyzed the thermal stability in non-isothermal and isothermal conditions of commercial spreads and of a homemade butter and is collected information concerning the type of product that is recommended when thermal processing is required.

Materials and Methods

The thermal stability of some spreadable food products was analysed using a Mettler Toledo 851^e device. The tests were performed in synthetic air at a 10°C/min heating rate, within the 25-700°C temperature range. The samples used weighed 2 to 5 mg. The thermogravimetric curves were processed using the STAR^e software from Mettler Toledo in order to collect the main thermogravimetric features.

The thermal resistance of the analysed products was assessed by keeping them at 200°C for 40 and 50 minutes in an air atmosphere in the same piece of equipment. The mass loss percentage was determined. The conditions under which the thermal preparation of some food products takes place were thus simulated. The thermal stability of three types of commercial margarine (P1, P2 and P3), of three types of commercial butter (P4, P5 and P6) and of one homemade butter (P7) was analysed.

Results and Discussions

Fig.1 shows comparisons between the derivative thermogravimetric curves (DTG) of the three types of margarine and four types of butter.

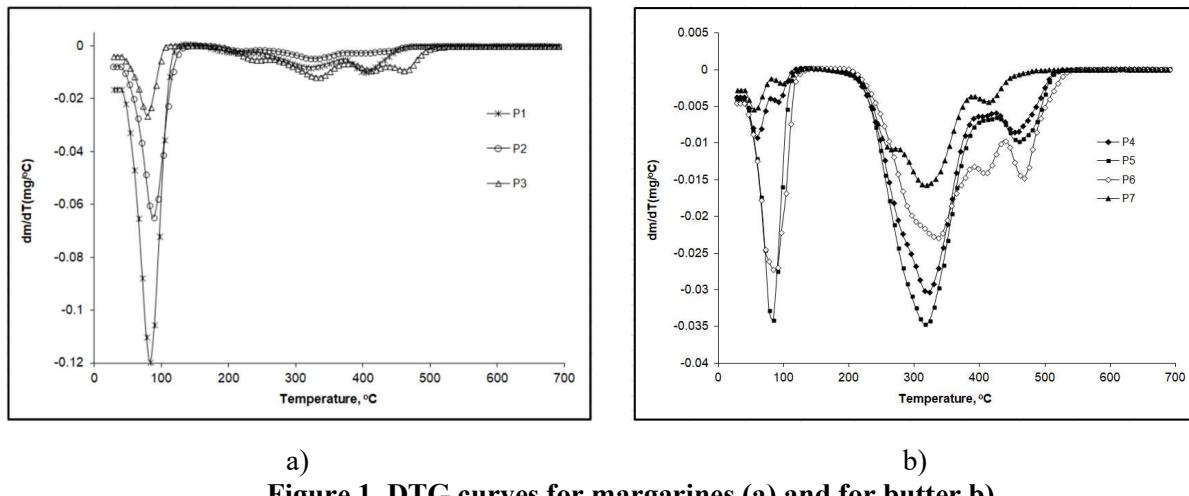


Figure 1. DTG curves for margarines (a) and for butter b)

DTG curve analysis reveals a complex thermal decomposition mechanism involving three to five stages with different mass loss percentages. The main thermal characteristics of margarines and butter determined further to thermogravimetric curve analysis, i.e. T_{onset} – degradation onset temperature, T_{peak} – peak degradation rate temperature, T_{endset} – degradation process end temperature, W – mass loss percentage and DTA characteristics, are shown in Tab. 1. Water, which amounts to more than 70% of liquid margarines marked P1 and P2, is removed up to around 110°C. Water removal is a two-stage process in the various types of butter, being more marked in the P4 sample and in the P7 homemade butter sample. According to the data in Tab. 1, thermal decomposition sets in at about 190°C in liquid margarines, and at 213°C in solid margarine. The thermal decomposition process occurs in three successive stages that end at around 450°C for liquid margarines (P1 and P2) and at 480°C for solid margarine (P3). Polyunsaturated fatty acids decompose within the 190-300°C temperature range. The thermal decomposition of monounsaturated fatty acids occurs at temperatures ranging from 270 to 360°C, while the temperature range specific to saturated ones is 360-450°C [5].

An additional process was determined in solid margarine (P3) at temperatures higher than 450°C, which may be linked to the decomposition of polymers formed during oxidation processes [6]. The amount of residue resulting from the margarine tests ranges from 3 to 5%. The analysis of the thermal decomposition of various types of butter in synthetic air atmosphere reveals, according to the data shown in Tab. 1, that the amount of water in the samples ranges between 10 and 25.5%. Thermal decomposition sets in at higher temperatures in butter than in margarine. The first 317 and 315°C temperature peaks for samples P5 and P7, respectively, are identical to what Sbihi et al. reported for goat's milk [6]. The peak temperature of the other samples is slightly higher, i.e. 321°C for P4 and 339°C for P6. This stage is associated with the decomposition of unsaturated and saturated acids, namely triacylglycerol degradation and polyunsaturated fatty acid oxidation. Stages at temperatures above 400°C may be associated with the decomposition of trans isomer fatty acids and saturated acids [7]. The amount of residue from commercial butter samples is about 2.5%. The amount of residue is greater for homemade butter, probably due to the use of a larger amount of salt as a preservative.

Table 1
Thermogravimetric characteristics of margarines and butter

Sample	Stage	T _{onset} (°C)	T _{peak} (°C)	T _{endset} (°C)	W (%)	Residue (%)	DTA characteristics
P1	I	47	83	102	74.10	5.12	endo
	II	183	200	271	3.08		exo
	III	271	320	357	9.88		exo
	IV	392	403	451	7.82		exo
P2	I	52	88	112	78.09	4.46	endo
	II	201	212	229	2.41		exo
	III	285	328	356	9.35		exo
	IV	356	407	455	5.69		exo
P3	I	49	78	89	30.14	3.34	endo
	II	213	239	293	16.29		exo
	III	293	335	355	23.60		exo
	IV	399	411	451	16.18		exo
	V	451	463	484	10.45		exo
P4	I	45	59	69	6.70	2.56	endo
	II	84	92	101	2.49		endo
	III	243	321	367	73.90		exo
	IV	443	454	497	14.35		exo
P5	I	67	82	92	22.20	2.45	endo
	II	249	315	359	63.11		exo
	III	441	458	496	12.24		exo
P6	I	58	74	85	16.78	2.47	endo
	II	85	87	107	8.71		exo
	III	258	339	364	40.11		exo
	IV	364	411	429	18.37		exo
	V	455	468	500	13.56		exo
P7	I	47	56	67	6.92	6.94	endo
	II	97	99	111	2.40		endo
	III	238	263	296	29.41		exo
	IV	296	317	360	43.43		exo
	V	397	414	449	10.90		exo

Thermal stability tests were also performed in isothermal conditions, taking into consideration the manner in which the various types of margarine and butter are used for cooking and taking into account the peak temperatures reached in the oven. Thermogravimetric curves were recorded in air at a constant temperature of 200°C for 40 minutes and 50 minutes, for all samples (Fig. 2). Under isothermal conditions, the mass loss percentage is lower in margarines than in butter. In the P4 and P6 butter samples, we found a significant increase in the mass loss percentage when the sample exposure time to 200°C increased from 40 minutes to 50 minutes. Thus, it is founded that although the thermal decomposition onset temperatures of the butter samples in non-isothermal conditions were higher than those of our margarine samples, in isothermal conditions, their behaviour changes. If the cooking time of different foods is longer, it is preferable to use margarines that contain polyunsaturated essential fatty acids.

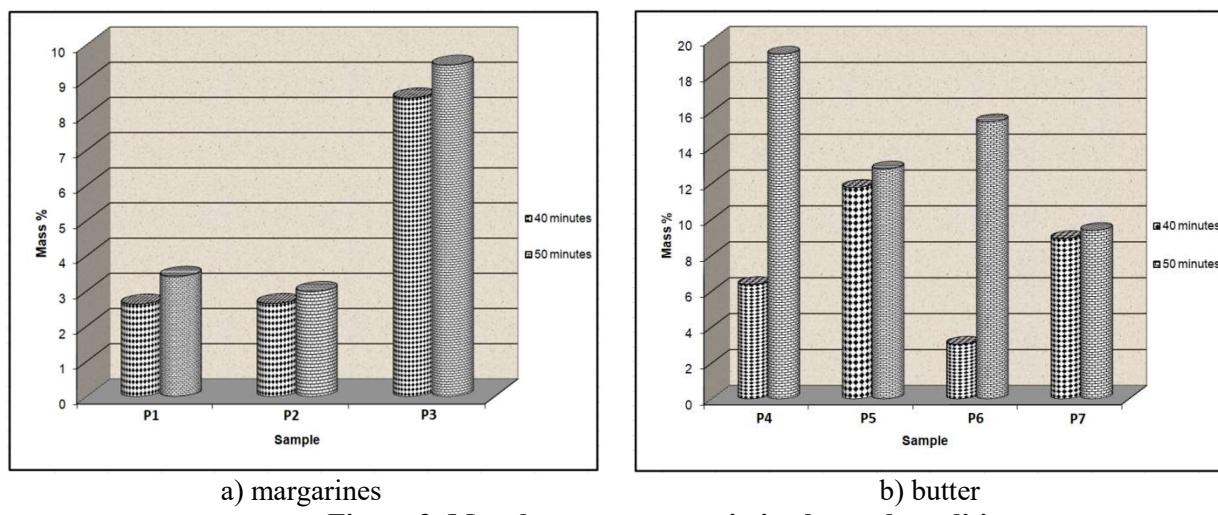


Figure 2. Mass loss percentages in isothermal conditions

Conclusions

Thermal stability of butter samples in non-isothermal conditions is higher than that of margarines. Thermal decomposition of spreadable products includes three to five stages with different mass loss percentages. Under isothermal conditions, margarines have lower mass loss percentages than butter samples and their use is recommended if the preparation time of different foods is longer.

References

1. DE JONG, A., PLAT, J. MENSINK, R.P. Metabolic effects of plant sterols and stanols (Review). In: *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 2003, 14 (7), pp. 362-369. [https://doi.org/10.1016/S0955-2863\(03\)00002](https://doi.org/10.1016/S0955-2863(03)00002)
2. STENDER, S., ASTRUP, A., DYERBERG, J. Tracing artificial trans fat in popular foods in Europe: a market basket investigation. In: *BMJ Open*, 2014, 4, pp. e005218. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-005218>
3. PATEL, A.R., DEWETTINCK, K., Edible oil structuring: an overview and recent updates. In: *Food & Function*, 2016, 7(1), pp. 20-29. <https://doi.org/10.1039/C5FO01006C>
4. GÎNGA, A., GAVRIL, A., ASIMIONESI, M., RAILEANU S., LĂCĂTUȘU, O., HOLBAN, C., LISA G. Thermal stability of commercial vegetable oils in air. In: Annals of the Academy of Romanian Scientists Series on Physics and Chemistry Sciences, 2016, 11(1), pp.60-67.
5. PARDAUIL, J.J.R., DE MOLFETTA, F.A., BRAGA, M., DE SOUZA L.K.C., FILHO, G.N.R., ZAMIAN J. R., DA COSTA C.E.F. Characterization, thermal properties and phase transitions of amazonian vegetable oils. In: *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 2017, 127, pp. 1221–1229. <https://doi.org/10.1007/s10973-016-5605-5>
6. GARCIA, C. C., FRANCO, P.I.B.M., ZUPPA, T. O., ANTONIOSI FILHO, N. R., LELES, M. I. G. Thermal stability studies of some cerrado plant oils. In: *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 2007, 87(3), pp. 645-648. <https://doi.org/10.1007/s10973-006-7769-x>
7. SBIHIA, H.M., NEHDIA, I.A., TANB, C.P. AL-RESAYES, S.I., Characteristics and fatty acid composition of milk fat from Saudi Aradi goat. *Grasas Aceites*, 2015, 66 (4), pp. e101. <http://dx.doi.org/10.3989/gya.0233151>

METHODOLOGIES FOR CAPITALIZING ON WINE BY-PRODUCTS AND THEIR ROLE IN ENVIRONMENTAL PROTECTION

Ana-Maria BORTA

*Department of Oenology and Chemistry, Doctoral School of TUM, Faculty of Food Technology,
Technical University of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova*

Corresponding author: Ana-Maria Borta, anna.maria.borta@gmail.com

Abstract. Climate change, environmental degradation, and biodiversity loss have driven Europe to alter its industrial system away from a fossil-based and linear economy and toward a biodiversity-based circular economy paradigm. Because winemaking is the Republic of Moldova's largest economic sector, implementing the concepts of the circular bioeconomy in wineries is of significant practical relevance, both in terms of corporate sustainability and environmental preservation, which has a direct impact on food safety.

Reducing non-recyclable wastes is a promising emerging trend in today's world. Because the wine industry generates a huge quantity of biological waste and is also one of the most important industries in the Republic of Moldova, it is crucial to grow this field and conduct additional research into the opportunities of utilizing vinification waste.

In the present article, there are compiled several waste-valorization perspectives, applicable to the Moldovan wine sector.

Keywords: grape pomace, waste valorization, circular economy, agri-food waste,

Introduction

Wine by-products are waste from the processing of grapes and the manufacture of wine products in the Republic of Moldova and Romania, according to the Law on Vine and Wine. Must bunches, grape pomaces, piquette, diffusion juice, wine yeast, wine stone, vinassee, and marc are all considered to be winemaking waste [1].

Grape pomace is the main organic solid waste generated from the winery industry. 75% of grape harvest has been used for wine production. Over the years, wine consumption has increased and also the concomitant increase in the production of grape pomace has drawn attention [2].

Winemaking waste

In addition to the basic products (must and wine), grape processing and wine conditioning produce a significant amount of other materials, which are classified under the generic term "by-products." The term "by-product" refers to something that is extracted from a material during processing but cannot be used in the same technological process. By-products account for 18-20% of the total volume of processed grapes in winemaking [1, 3, 4].

Grappa production is a traditional approach to reprocessing pomace, that originated in Italy [3]. Modern processes for processing grape pomace include the following operations: separation of pomace and seeds, drying the pomace, drying the seeds, separation of seeds and skins, drying wine yeasts, obtaining tartaric acid [4].

Separation and drying of grape seeds

Because the oil in grape seeds is nutrient-rich, the seeds are sorted from the pomace and the oil is extracted by pressing [3]. The seed oil content (recalculated on the dry matter) varies from 9.5 % to 20.0 % depending on the grape variety and area of cultivation. As a result, around 190-512 t of grapeseed oil can be produced annually from winemaking waste, which is demanded on the western market at a price of around \$50 per kg [4].

Landspreading the grape pomace

Fresh pomace medium is acidic, which might change the pH of the soil. Because of the high polyphenol content, the one derived from red grapes may have a phytotoxic effect. If the pomace is spread in large quantities close to the trunk, special care should be taken because the pomace can quickly heat up and injure the vine [4].

After going through a particular fermentation procedure, the pomace can also be used as fertilizer [3]. Composting is usually done in piles, and the compost can be used after composting in the platform. The advantage is that the compost is already fermented at the time of application [4]. Vermicomposting is an alternative solution for the management of winemaking wastes. The resulting vermicomposts had lower carbon to nitrogen ratio, conductivity, and phenolic-compound concentration than the starting substrates. At the same time, they demonstrated greater pH, humic acids, and nutritional content (excluding potassium), as well as lower phytotoxicity [5].

Biotechnology applications

The aqueous white grape skins extract is primarily made up of hexoses, making it ideal for high-yield bioethanol production at a high specific cell growth rate [6].

By employing grape must as a nutrition material, it was established the growth and citric acid production capabilities of two *Yarrowia lipolytica* strains. It was found to be a good alternative substrate for the synthesis of citric acid [7].

For the generation of microbial polysaccharides, grape pomace substrate can be utilized as a medium for *A. pullulans*, *Sclerotium glucanicum*, and *Xantomonas sp.* *Aspergillus awamori* produces pectinases, cellulases, and xylanases during grape pomace fermentation. *Lactobacillus pentosus* and *Lactobacillus rhamnosus*, both employed in bioprocessing, favor grape vine lees as a lactic acid fermentation medium [8].

Grape stalk hydrolysis is used to produce liquors with varying concentrations of fermentable sugars, which *Debaryomyces nepalensis* utilized to produce industrial metabolites (ethanol, lactic acid, and xylitol in the presence of xylose) [9].

Grape stalks can also be used to make cellulolytic enzymes. [10]

Extraction of bioactive compounds from agro-industrial waste

Grape pomace extract can be used in food, pharmaceutical, cosmetics, and edible packaging as liquid extracts, concentrates, or powders [2].

Wastes with a high content of biologically active compounds are very unstable due to the high redox potential of BAC and their decomposition in oxygen or in contact with metal ions at moderate heating or under the action of light [4]. BAC extraction from agri-food waste can be carried out with a limited number of solvents, as the finished product will be used in food, cosmetics, and pharmaceuticals, thus, must not be contaminated.

Depending on the cellulose and lignin content, the remaining matrix can be turned into various profitable products: artificial soil structuring agents, fuel briquettes, adsorbents (activated carbon), cellulose production, and its further hydrolysis [4].

Dietary supplement potential

The strained lees of wines are a good source of natural antioxidants, angiotensin I-converting enzyme, and hyaluronidase inhibitors to prevent and cure allergy and lifestyle-related diseases [11].

The antioxidant effects of grape marc on intestinal cells could be increased through lactic fermentation, and grape marc works as a carrier protecting lactic acid bacteria and bifidobacteria strains during stomach passage. It may be employed as functional foods, dietary supplements, or pharmaceutical preparations in aqueous or freeze-dried forms [12].

Vine shoot extracts inhibited the enzymes α -amylase and acetylcholinesterase, indicating their potential for use in the treatment of Alzheimer's and diabetes [13].

Data showed that grape seeds' oligosaccharidic fractions obtained in some combinations could be considered a novel functional ingredient with potential prebiotic activity primarily toward *L. acidophilus* [14].

Grape peel extract was found to diminish UVB-induced epidermal thickening of the skin in mice by 63%. Furthermore, the extract stimulated the activation of the Nrf2/HO-1 signaling pathway, which helped to reduce UVB-induced damage [15].

Applications in food production

Grape pomace flour has been used as a natural preservative, stabilizer, thickener, and antioxidant agent in the food processing and packaging industries. It was also successfully used in developing a chitosan-based edible film with grape pomace as reinforcing agents to improve antioxidant properties and provide a longer shelf-life for food products [2].

At the same time, grape pomace extracts showed antibacterial capacity against food pathogenic bacterial spectrums such as *S. aureus*, *B. cereus*, *Campylobacter*, *E. coli*, and *Salmonella typhimurium* strains [2, 10].

Manufacturing of sorbents from winemaking waste

The conversion of Merlot and Sauvignon Blanc grape marc into sorbents, capable of lowering heavy metals concentration in wastewater is offered as a new technique to profit on agri-food waste. Activated carbon is a carbonaceous material with a high porosity that may selectively trap gases, liquids, or contaminants inside its pores, resulting in superior liquids purifying ability. It can be obtained by a variety of methods, although it has a fairly high production cost. Biochar is a carbon-rich solid material made from the processing of various source materials. It is less expensive to manufacture than activated carbon and has a similar adsorption capacity [4].

Biorefinery

The integrated use of all winery by-products, such as grape stalks, grape pomace, and wine lees, could lead to the creation of integrated biorefineries capable of producing a wide range of goods with multiple market outlets [16].

Designing a biorefinery process to fully recover and/or utilize these components will be relevant in the future. Furthermore, developing more efficient technologies and methods to improve the separation and/or recovery efficiency of valuable components is important. Before scaling up the above-mentioned processes to an industrial scale, economic and environmental assessments are required [17].

To build profitable refining schemes with wine lees processing capacities of 500 to 5000 kg/h and 120 days of yearly working time, the lowest selling prices of the antioxidant-rich extract in the range of 11.06-122 \$/kg are expected [16].

Other possible applications

Because grape skin contains a high concentration of soluble sugars, it can be used to create innovative, highly flexible, biodegradable packaging materials [2]. Extracted grape skins are a viable raw material for the manufacture of low-density insulating boards [6].

Conclusions

The inappropriate wine waste handling may endanger the local ecosystem microbiologically (as growth media for pathogens) and chemically (demonstrate phytotoxicity).

Multiple modern developments and studies give an opportunity to the producers to recycle and moreover, to capitalize on this waste.

The ideal outcome is to develop a complex biorefinery to allow the production of the majority of possible goods, starting from bioethanol production and composting to extraction and processing of the valuable bioactive compounds from the winemaking wastes.

This work shows that it can be made use of all kinds of organic waste from wineries, demonstrating a novel and sustainable approach to the industry, and avoiding discarding on landfills, causing ecological issues.

References

1. MUSTEAȚĂ, G., BALANUȚĂ, A., FILIMON, R., BĂETU, M. Capitalization of secondary wine products-an opportunity for the wine sector of republic of Moldova and Romania. In: *Journal of Social Sciences*, 2021, 4(2), pp. 117–127.
2. YADAV, A., KUMAR, N., UPADHYAY, A., ANURAG, R. Edible Packaging from Fruit Processing Waste: A Comprehensive Review. In: *Food Reviews International*, 2021.
3. RUSS, W., MEYER-PITTROFF, R. Utilizing Waste Products from the Food Production and Processing Industries. In: *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2004, 44(1), pp. 57-62.
4. UTM. Ghid de bune practici. Utilizarea complexă a tescovinei de struguri, mere și alte deșeuri agroindustriale [online]. 2022. [accessed: 02.03.2022]. Available: <https://intelwastes.utm.md/wp-content/uploads/2022/02/Ghid-de-bune-practici-Intelwastes.pdf>
5. NOGALES, R., CIFUENTES, C., BENÍTEZ, E. Vermicomposting of winery wastes: A laboratory study. In: *Journal of Environmental Science and Health*, 2005, 40(4), pp. 659-673.
6. MENDES, J., XAVIER, A., EVTUGUIN, D., LOPES, L. Integrated utilization of grape skins from white grape pomaces. In: *Industrial Crops and Products*, 2013, 49, pp. 286-291.
7. YALCIN, S., TIJEN, B., YESIM, O. Utilization of whey and grape must for citric acid production by two *Yarrowia lipolytica* strains. In: *Food Biotechnology*, 2009, 23(3).
8. SHEIKHA, A., RAY, R. Bioprocessing of Horticultural Wastes by Solid-State Fermentation into Value-Added/Innovative Bioproducts: A Review. In: *Food Reviews International*, 2022.
9. EGÜÉS, I., SERRANO, L., AMENDOLA, D., DE FAVERI, D., SPIGNO, G., LABIDI, J. Fermentable sugars recovery from grape stalks for bioethanol production. In: *Renewable Energy*, 2013, 60, pp. 553-558.
10. BRITO, T., FERREIRA, M., FAI, A. Utilization of Agricultural By-products: Bioactive Properties and Technological Applications. In: *Food Reviews International*, 2020.
11. NAGAI, T., TANOUE, Y., KAI, N., SUZUKI, N. Characteristics of strained lees of wines made from crimson glory vine berries as low economic waste by-product. In: *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 2019, 14.
12. CAMPANELLA, D., RIZZELLO, C., FASCIANO, C., GAMBACORTA, G., PINTO, D., MARZANI, B., SCARANO, N., DE ANGELIS, M., GOBBETTI, M. Exploitation of grape marc as functional substrate for lactic acid bacteria and bifidobacteria growth and enhanced antioxidant activity. In: *Food Microbiology*, 2017, 65, pp. 25-35.
13. MOREIRA, M., BARROSO, M., PORTO, J., RAMALHOSA, M., ŠVARC-GAJIĆ, J., ESTEVINHO, L., MORAIS, S., DELERUE-MATOS, C. Potential of Portuguese vine shoot wastes as natural resources of bioactive compounds. In: *Science of the Total Environment*, 2018, 634, pp. 831-842.
14. BORDIGA M., MEUDEC E., WILLIAMS P., MONTELLA R., TRAVAGLIA F., ARLORIO M., COÏSSON J., DOCO, T. The impact of distillation process on the chemical composition and potential prebiotic activity of different oligosaccharidic fractions extracted from grape seeds. In: *Food Chemistry*, 2019, 285, pp. 423-430.
15. HERNANDEZ, D., CERVANTES, E., LUNA-VITAL, D., MOJICA, L. Food-derived bioactive compounds with anti-aging potential for nutricosmetic and cosmeceutical products. In: *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2021, 61(22), pp. 3740-3755.
16. DIMOU, C., VLYSIDIS, A., KOPSAHELIS, N., PAPANIKOLAOU, S., KOUTINAS, A., KOOKOS, I. Techno-economic evaluation of wine lees refining for the production of value-added products. In: *Biochemical Engineering Journal*, 2016, 116, pp. 157-165.
17. JIN, Q., O'HAIR, J., STEWART, A., O'KEEFE, S., NEILSON, A., KIM, Y.-T., MCGUIRE, M., LEE, A., WILDER, G., HUANG, H. Compositional Characterization of Different Industrial White and Red Grape Pomaces in Virginia and the Potential Valorization of the Major Components. In: *Foods*, 2019, 8(12), p. 667.

UTILIZAREA APEI DE FIERBERE A NĂUTULUI ÎN TEHNOLOGIA DE FABRICARE A PANDIȘPANULUI VEGETAL

Mihail MAZUR*, Ana-Maria BORTA

Școala Doctorală a Universității Tehnice a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Mazur Mihail, e-mail: mihail.mazur@saiem.utm.md

Cuvinte cheie: năut, apă de fierbere a năutului, pandispan vegetal, calitate.

Apa de fierbere a năutului prezintă un lichid vâscos rezultă din gătitul năutului. Sursele acestui produs pot fi conservele de năut sau ca rezultat din fierberea boabelor de năut, de obicei nu se consumă și prezintă deșeuri alimentare. Acest ingredient conține o sursă importantă de proteine solubile. Aceste proteine pot servi ca agenți de spumare la fabricarea produselor de cofetărie. Înlocuirea agenților de spumare de origine animală cu cele de origine vegetală, permite fabricarea produselor alimentare pentru consumatori-vegetarieni și vegani sau pot fi consumate în perioada de post. Utilizarea materialelor vegetale naturale în aceste scopuri permite nu numai îmbunătățirea calității și extinderea gamei de produse alimentare, ci și utilizarea rațională a resurselor locale.

În Republica Moldova se cultivă cantități esențiale de produse leguminoase, anual circa 51 mii tone. Fabricile autohtone de conserve produc anual cantități impunătoare de conserve de năut, fasole, mazăre verde etc. Apa de fierbere a năutului constituie aproximativ 40 % din masa totală a unei conserve, iar în condiții casnice este foarte ușor de obținut prin fierberea boboaselor un timp mai îndelungat. Acest fapt permite utilizarea pe scara largă a apei de fierbere în fabricarea produselor alimentare vegetale. Scopul acestui studiu a fost cercetarea posibilității de a obține produse de cofetărie vegetale înlocuind ouăle cu apă de fierbere a năutului (aquafaba), ca agent de spumare de origine vegetală, în fabricarea pandispanului vegetal.

Pentru cercetare s-a utilizat apa de fierbere a năutului din conserve de năut de la diferiți producători. Au fost analizate indicii organoleptici și indicatorii de calitate a conservelor de năut. Au fost studiate proprietățile reologice a spumei obținute pe baza apei de fierbere a năutului și albușului de ou. S-a demonstrat că proprietățile texturale și stabilitatea spumei formată din apă de fierbere a năutului depinde de tehnologie de fabricare a conservelor și de soiuri de năut. Volumul și stabilitatea spumei a fost comparată cu cele obținute cu albușul de ou. S-a cercetat influența timpului de batere asupra stabilității spumei obținute în baza apei de fierbere a năutului și albușului de ou. S-a constatat că pentru obținerea unei spume stable din apă de fierbere a năutului este necesar de mărit timpul de batere în raport cu spuma obținută din albuș de ou. Aceleași tendințe au fost observate și în cazul capacitatii de spumare. La obținerea pandispanului vegetal s-a utilizat tehnologia și rețeta clasica de fabricare, în care albuș de ou a fost înlocuit cu apă de fierbere a năut. Din punct de vedere senzorial, pandispanul vegetal a avut culoarea și textura similară pandispanului preparat cu albuș de ou, dar mai puțin elastic, cu gust și miros plăcut. Au fost analizate indicatorii fizico-chimici și stabilitatea microbiologică în timpul păstrării.

În urma cercetărilor realizate s-a constatat că apa de fierbere a năutului obținută din conserve poate fi utilizată în fabricarea produselor de patisserie, fiind o soluție promițătoare pentru obținerea alimentelor vegetale.

Mulțumire: Autorii mulțumesc proiectului de stat 20.80009.5107.09 „Ameliorarea calității și siguranței alimentelor prin biotecnologie și inginerie alimentară”.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СОЛОДА И ПИВНОЙ ДРОБИНЫ, ПОЛУЧЕННОЙ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ПИВА

Олеся ШАЙТАН*, Анна-Мария БОРТА

Научная школа Технического университета Молдовы,
Кишинев, Республика Молдова

*Автор-корреспондент: Шайтан Олеся, e-mail olesea.saitan@tpa.utm.md

Ключевые слова: вторичное сырьё, пивоваренное производство, биологически-активные вещества, биологическая ценность.

Производство пива является длительным и трудоемким процессом, основным сырьём которого является солод и в результате чего производится большое количество отходов, богатых пищевой и энергетической ценностью называемая пивная дробина. Она образуется на третьем этапе производства пива, во время фильтрации затора. Солод в результате его дробления и нагревания отличается видом и цветом зерновки, таким образом влияет на сенсорные показатели пивной дробины, следовательно солод и пивная дробина полученная из него, в зависимости от способа его производства и от вида, будут иметь разные показатели качества, а так же разную пищевую ценность. В процессе работы был изучен светлый ячменный солод и произведенная из него пивная дробина. Таким образом, пищевая ценность солода составляет: белки - 10,28 г из которых в более высоком содержании является лейцин, и аргинин, а в малых - глицин; жиры - 1,84 г, из которых ленолевая полинасыщенная жирная кислота находится в больших количествах; углеводы-71,2 г, представленные в основном сложными углеводами [1]. Из содержащихся витаминов можно выделить группу витаминов В, из которых в приоритетном соотношении являются витамины В₆ и В₅, участвующие в поддержании иммунитета; а так же микро- и макроэлементы из которых фосфор присутствует в солоде в наиболее больших количествах, чем натрий, также из микроэлементов можно выделить в больших количествах железо и в меньших марганец [2]. При сравнении химического состава пивной дробины с солодом данные полученные в результате библиографического анализа отличаются, так как заторение солода может производиться в разных термических условиях, при которых активируются ферменты расщепляющие белок и сахара в водорастворимые вещества, переходящие в сусло. Таким образом пивная дробина характеризуется остаточным количеством биологически активных веществ, содержащихся в твёрдой фракции, и может рекомендоваться к использованию в разных сферах деятельности: в животноводстве, медицине и в производстве обогащенных пищевых продуктов.

Благодарность: Авторы благодарят государственный проект 20.80009.5107.09, «Улучшение качества и безопасности пищевых продуктов с помощью биотехнологии и пищевой инженерии».

Литература:

1. МЕЛЕДИНА, Т.В., МИТЮКОВ, И.В., ФЁДОРОВ, А.В. Несолженые материалы в пивоварении, Санкт-Петербург, 2017.
2. КАЗИМИРОВА, Е.А., ЛЮТОВА, Е.В., Использование пивной дробины в пищевой промышленности, 2014 // [file:///C:/Users/User/Downloads/ispolzovanie-pivnoy-drobiny-v-pischevoy-promyshlennosti%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/ispolzovanie-pivnoy-drobiny-v-pischevoy-promyshlennosti%20(1).pdf) (Дата обращения: 24.02.2022).

METODE DE PROCESARE A ZERULUI

Irina PALADII^{1,2}

¹*Școala Doctorală a Universității Tehnice a Moldovei, str. Studenților 9/8, Chișinău, Moldova*

²*Institutul de Fizică Aplicată, str. Academiei 5, Chișinău, Moldova*

*Autorul corespondent: Paladii Irina, paladiiirina@gmail.com

Rezumat. Procesarea zerului pentru valorificarea componentelor utile (lactoză, proteine, macro- și microelemente, vitamine, etc.) este realizată prin diverse metode de procesare, cum ar fi: termice, chimice, fizico-chimice, biotecnologice, electrofizice. Metodele utilizate necesită abordare inovatoare, rapide, eficiente, rentabile, ecologice și ușor de extins și să ofere produse de înaltă calitate cu posibilitatea de-a fi utilizate în diverse domenii ale industriei alimentare, inclusiv farmaceutice.

Cuvinte cheie: zer, filtrare, cromatografie, electroactivare

Recuperarea și valorificarea proteinelor din zer prezintă un domeniu de interes larg datorită proprietăților sale funcționale cum ar fi legarea apei, solubilitatea, gelificarea, emulsificarea, spumarea etc.. Proteinele din zer, dar și produsele proteice obținute din zer (concentratele, izolatele și hidrolizatele proteice) sunt utilizate pentru adăugarea valorii nutritive diferitor produse alimentare, ca substituenți a grăsimilor, pentru îmbunătățirea texturii netede și cremoase a iaurturilor, acționează ca agent de aromatizare etc. [1]. Calitatea înaltă a produselor proteice din zer sunt acceptabile pentru fabricarea formulelor alimentare pentru copii, suplimente alimentare, precum și, în industria farmaceutică ca produse funcționale cu efecte terapeutice și imunostimulatoare [1, 2].

Fracționarea zerului este realizată prin diferite tehnici de separare a proteinelor, cum ar fi: termice (termocoagularea); chimice (complexare, precipitare); fizico-chimice (osmoza inversă; diafiltrarea; microfiltrarea; ultrafiltrarea; nanofiltrarea; dializa; schimb de ioni); biotecnologice (biosinteza; procesarea microbială, enzimatică); electrofizice (electrodializa; electroactivarea). Combinarea diferitor metode permit sporirea eficientizării proceselor tehnologice [3].

Unele dintre aceste procese nu au fost implementate pe scară industrială din cauza complexității, costului ridicat, randamentului general scăzut, selectivității reduse, activității scăzute sau degradării produsului asociată cu valori ale temperaturii și pH-ului înalte [1, 2].

Precipitarea termică sau termocoagularea este o metodă bazată pe sensibilitatea proteinelor serice față de temperaturi ridicate (precipitare termică), prin varierea pH-ului până la atingerea punctului izoelectric (precipitare izoelectrică), precipitare cu calciu la temperaturi moderate (precipitare termocalcică) [4].

Precipitarea cu utilizarea reagenților. Proteinele serice pot fi separate utilizând metoda de extracție apoasă cu două faze (EADF). Utilizarea sistemului apos de extracție în două faze este o alternativă a proceselor termice și face fezabilă separarea proteinelor [5, 6].

În sistemele EADF, separarea lichid-lichid are loc prin amestecuri a doi polimeri sau un polimer și o sare, care în anumite concentrații, produce o soluție pură într-o singură fază, iar în cealaltă se formează două faze nemiscibile, în care biomoleculele prezente în amestec sunt ulterior separate. EADF a fost aplicată și pentru separarea selectivă a proteinelor [7, 8].

Precipitarea proteinelor cu agenți coagulanți, cum ar fi polifosfatul de sodiu, hexametafosfatul de sodiu, sărurile de fier și polielectroliții sunt metode eficiente în precipitarea/extragerea conținutului de proteine, însă necesită recuperarea proteinelor din coagulanți. Utilizarea polimerului natural - chitosan (2-acetamido-2-deoxi-D-glucoză) este o metodă de precipitare a proteinelor, obținând lactoză pură de înaltă calitate în supernatant. Acest coagulant este un polimer liniar cationic cu greutate moleculară ridicată obținut prin deacetilarea chitinei (b (1-4) - N-acetyl-D-glucosamină) fabricat din cochilia exterioară a crustaceelor. Lactoza preparată din zerul deproteinizat tratat cu chitosan are o puritate de 99,89% [9, 10].

Procese membranare. Principalele tehnici de procesare cu utilizarea membranelor sunt: osmoza inversă (OI), diafiltrarea (DF), macro- și microfiltrarea (MF), ultrafiltrarea (UF) și nanofiltrarea (NF). O separare mai eficientă a proteinelor din zer este posibilă prin combinarea tehnicii membranare cu schimbul de ioni [11]. Aplicațiile membranelor în prelucrarea zerului includ: a) concentrarea zerului în 3 etape (24%) cu OI și NF înainte de evaporare și uscare, b) obținerea izolatorilor proteice din zer (90%), c) producerea concentratelor proteice din zer (35-80% proteine), d) transformarea lactozei prin fermentare (de exemplu obținerea etanolului sau acidului lactic) sau prin hidroliză enzimatică în reactoare cu membrană cu funcționare continuă, e) fracționarea zerului pentru obținerea suplimentelor alimentare, f) MF zerului ca pretratament pentru UF și g) concentrarea și demineralizarea zerului și a permeatului obținut după ultrafiltrare prin NF [12, 13].

Fracționarea cromatografică a proteinelor din zer. Cromatografia cu schimb de ioni (CSI) este una din metodele utilizate pentru fabricarea izolatorilor proteice din zer (IPZ), ce se bazează pe interacțiunea reversibilă dintre grupele funcționale ale proteinelor și a rășinei schimbătoare de ioni [2]. Separarea proteinelor din zer datorită punctelor lor izoelectrice permite obținerea a două grupe: 1. proteine majore din zer: β -lactoglobulina (β -lg), albumina seică bovină (ASB) și α -lactalbumina (α -la), care sunt încărcate negativ la pH-ul zerului dulce (pH 6,2-6,4); 2. proteinele minore lactoferina și lactoperoxidaza care au o sarcină pozitivă. Rășinile cationice (încărcate negativ) se utilizează pentru a reține proteinele încărcate pozitiv LF și LP; la același pH, proteinele majore sunt încărcate negativ; astfel, ele nu sunt reținute de rășină, obținând o fracție bogată în aceste proteine. LF și LP sunt ulterior separate din eluție cu soluții alcaline. Fracțiile sunt spălate în final și uscate prin pulverizare [14].

Metodele de fracționare chromatografică (cu simularea patului mobil, capcană magnetică de gradient înalt, adsorbția selectivă, cromatografia de deplasare, adsorbția membranară) asigură un grad ridicat de separare a fracțiilor proteice din zer [15].

Metode biotecnologice de procesare a zerului. Principalele metode biotecnologice de procesare a zerului sunt: biosinteza lactulozei; hidroliza enzimatică a lactozei, a proteinelor din zer; tratarea aerobică și anaerobică [16].

Biosinteza lactulozei, constă în hidroliza enzimatică a lactozei până la monozaharidele glucoză și galactoză și prin reacții de transfer de o glicozidază catalizată (de exemplu, β -galactozidaza) sau prin izomerizarea directă a lactozei în lactuloza cu enzima celobioză-2-epimerază [17].

Hidroliza zerului poate fi realizată prin două metode: enzimatică și acidă. Hidroliza acidă sau chimică este realizată prin adăugare de acid, cum ar fi acidul sulfuric, și are unele dezavantaje: (1) denaturarea proteinelor; (2) necesită pre-demineralizarea zerului deoarece sărurile minerale inactivează acidul; (3) formarea unei culori maronii ca rezultat a reacțiilor Maillard, care necesită decolorarea cu cărbune activ și (4) formarea produselor secundare (lactuloză, trizaharide și zaharuri cu greutate moleculară ridicată). Hidroliza enzimatică permite hidroliza atât a lactozei, cât și a lactulozei până la monozaharide, depinde de concentrația enzimei utilizate și poate fi realizată în două etape: hidroliza primară și cea secundară. Hidroliza fermentativă dirijată a proteinelor serice permite îmbunătățirea proprietăților funcționale ale hidrolizatorilor proteice obținute [18].

Metode electrofizice de procesare a zerului (electrodializă, electroactivarea).

Electrodializa este un proces electrochimic de transfer al ionilor prin membrană sub acțiunea câmpului electric. Temperatura, debitul și compoziția lichidului de lucru, tensiunea aplicată influențează rata transportului ionic în sistemele de electrodializă. Rata transferului de ioni poate fi modificată prin selectarea intensității curentului. Zerul este procesat în modulele de electrodializă echipat cu membrane ion selective sub acțiunea câmpului electric. Electrodializa permite reducerea conținutului de substanțe minerale din zer [19].

Procesarea zerului cu electrodializă asigură un nivel de 90% de demineralizare fără modificări semnificative în compoziția cantitativă a altor componente din conținutul său solid. Produsul suportă bine procesele de liofilizare, cristalizare, uscare, are caracteristici tehnologice și organoleptice îmbunătățite, ce permite o gamă mai largă de aplicații, inclusiv obținerea de produse din lapte integral [20].

Electroactivarea este un procedeu emergent bazat pe electroliza soluțiilor apoase, care prezintă o intercalare de reacții ce au loc în condițiile degajării minime de căldură a acțiunilor electrochimice și electrofizice a lichidelor (în deosebi ale apei), ce conțin ioni și molecule ale substanțelor dizolvate în regiunea sarcinii spațiale amplasate la suprafața electrodului (anodului sau catodului) al sistemului electrochimic la transferul sarcinii prin interfața fazelor „electrod-electrolit” de către electroni. Schimbările structurale majore ale moleculelor de apă au loc la suprafața electrodului, unde intensitatea câmpului electric e mai mare cu câteva ordine [21].

Scopul electroactivării reprezintă reducerea sau excluderea completă a consumului de reagenți chimici, reducerea emisiilor în soluții, îmbunătățirea calității produselor finale, reducerea duratei de prelucrare, mărirea eficienței și simplificarea proceselor tehnologice.

Electroactivarea se utilizează la elaborarea tehnologiilor înalt-eficiente și ecologic pure la procesarea mediilor disperse [21].

Activarea electrochimică tehnic se realizează prin acțiunea electrică asupra lichidului tehnologic în regiunea electrodului polarizat, de exemplu, în electrolizorul cu diafragmă. Însă, spre deosebire de electroliză și electrodializă, electroactivarea nu prezintă un proces chimic finit și se utilizează pentru reglarea capacitatii reactive a proprietăților fizico-chimice ale mediilor în diverse procese tehnologice, având ca scop optimizarea și mărirea eficacității procesului propus [21, 22].

Concluzii

Recuperarea proteinelor și obținerea produselor valoroase din zer predetermină posibilitatea utilizării diferitor metode bazate pe anumite procese de prelucrare a zerului sau combinarea acestora pentru extracția eficientă și rentabilă a componentelor valoroase, crearea ciclurilor de procesare non-reziduale, reducerea timpului de procesare, consumului de energie și asigurarea sustenabilității mediului ambiant.

Procesele și metodele de procesare a zerului descrise: termice, chimice, fizico-chimice, biotecnologice, și electrofizice, permit diversificarea gamei de derivați valoroși obținuți din zer.

Mulțumiri. Doctoranda, Paladii Irina, mulțumește conducătorilor științifici, doamnei Țislinscaia Natalia, dr., conf. univ., domnului Bologa Mircea, acad., dr. hab., prof. univ., precum și doamnei Vrabie Elvira, dr., cerc. ș., coord., pentru sprijinul și îndrumările acordate pe parcursul lucrului. Lucrarea a fost elaborată în cadrul proiectului program de stat, ANCD nr. 20.80009.5007.06.

Referințe

- PIRES, A.F., MARNOTES, N.G., RUBIO, O., GARCÍA, A.C., PEREIRA, C.D. Dairy By-Products: A Review on the Valorization of Whey and Second Cheese Whey. In: *Foods*, 2021, 10(5), 1067.
- MAHAM, Aslam., ANSA, K., GHANWA, T., HAMID, M. Recent Developments in Purification Techniques for Whey Valorization. In: *Journal of Biomedical Research & Environmental Sciences*, 2021, 2. pp. 876-887.
- PRAZERES, A.R., CARVALHO, F., RIVAS, J. Cheese whey management: a review. In: *Journal of Environmental Management*, 2012, 110, pp. 48-68.
- PEREIRA, C.D., DIAZ, O., COBOS, A. Valorization of by-products from ovine cheese manufacture: clarification by thermocalcic precipitation/ microfiltration before ultrafiltration. In: *International Dairy Journal*, 2002, 12(9), pp. 773.
- ASENJO, J. A., ANDREWS, B. A. Aqueous two-phase systems for protein separation: Phase separation and applications. In: *Journal of Chromatography A*, 2012, 1238, pp.1–10.

6. GONZÁLEZ-AMADO, M., TAVARES, A.P., FREIRE, M.G., SOTO, A., RODRÍGUEZ, O. Recovery of lactose and proteins from cheese whey with poly(ethylene)glycol/sulfate aqueous two-phase systems. In: *Separation and Purification Technology*, 2021, 255, 117686.
7. Glyk, A., Scheper, T., Beutel, S. PEG–Salt aqueous two-phase systems: An attractive and versatile liquid–Liquid extraction technology for the downstream processing of proteins and enzymes. In: *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2015, 99, pp. 6599–6616.
8. Domínguez-Puerto, R., Valle-Guadarrama, S., Guerra-Ramírez, D., & Hahn-Schlamp, F.F. Purification and concentration of cheese whey proteins through aqueous two phase extraction. In: *CyTA - Journal of Food*, 2018, 16, pp.452 - 459.
9. Su, H., Wang, Z., Tan, T., Preparation of a surface molecular-imprinted adsorbent for Ni²⁺ based on *Penicilliumchrysogenum*. In: *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 2005, 80(4) pp. 439.
10. Su, H., Zhao, Y., Li, J., Tan, T., Short communication: biosorption of Ni²⁺. By the surface molecular imprinting adsorbent. In: *Process Biochemistry*, 2006, 41(6), pp. 1422
11. Lech, M.B., Trusek, A. Whey management based on bioreactor and membrane processes: clean technology gaining valuable components of whey. In: *Desalination and Water Treatment*, 2021, 214, pp.128-134.
12. A. AKPINAR BAYIZIT et al. Membrane processes in whey production. In: *Mljekarstvo*, 2009, 59(4), pp. 282-288
13. Bennani, C.F., Ousji, B., Ennigrou, D.J. (2015). Reclamation of dairy wastewater using ultrafiltration process. *Desalination and Water Treatment*, 55, 297-303.
14. El-Sayed, M.M.H., Chase, H.A., Purification of the two major proteins from whey concentrate using a cation-exchange selective adsorption process. In: *Biotechnology Progress*, 2010, 26 (1), pp. 192.
15. Santos, M.J., Teixeira, J., Rodrigues, L.R. Fractionation of the major whey proteins and isolation of β-Lactoglobulin variants by anion exchange chromatography. In: *Separation and Purification Technology*, 2012, 90, pp. 133.
16. Poništ, J., Prepilková, V., Samesova, D., Schwarz, M. Methods of processing whey waste from dairies. A review. In: *Environment Protection Engineering*, 2021, 47(4), pp. 67-84.
17. Song, Y.S., Lee, H.U., Park, C., Kim, S.W., Optimization of lactulose synthesis from whey lactose by immobilized β-galactosidase and glucose isomerase. In: *Carbohydrate Research*, 2013, 369, pp. 1.
18. Ryan, M., Walsh, G. The biotechnological potential of whey. In: *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 2016, 15, pp. 479.
19. Гаршина Т.И. Переработка молочной сыворотки с помощью электродиализа. In: *Молочная промышленность*, 2012, 11, pp. 55.
20. Merkel, A., Ashrafi, A.M. An investigation on the application of pulsed electrodialysis reversal in whey desalination. In: *International Journal of Molecular Sciences*, 2019, 20(8) pp. 1918.
21. Бахир, В.М., Электрохимическая активация: ключ к экологически чистым технологиям водоподготовки. In: *Водоснабжение И Канализация*, 2012, 1–2, pp. 89.
22. Sprinchan, (Vrabie), E., Bologa, M., Stepurina T., Bologa Al., et al. Peculiarities of the electric activation of whey. In: *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*, 2011, 47, pp. 66.

DINAMICA PROCESULUI DE FERMENTARE ALCOOLICĂ A BORHOTULUI DE CEREALE ÎN PREZENȚA ACIDULUI DEHIDROXIFUMARIC

Corina TAŞCA

Moldova State University, Chemical and Technological Sciences, Chișinău, MD- 2009, Republic of Moldova

*Autorul corespondent: Corina Tașca, zubic.corina@gmail.com

Rezumat. În ultimii ani, industria alimentară a cunoscut o dezvoltare fără precedent, dezvoltare corelată cu creșterea rapidă a cantității de deșeuri agricole. În mod evident, problemele de mediu și impactul negativ ale deșeurilor agricole au devenit preocuparea principală în ultimii ani. Deșeurile agricole prezintă o aplicabilitate considerabilă datorită rezistenței ridicate, costurilor reduse, disponibilitate și ușurință în reutilizare.

Cantități mari de deșeuri organice sunt înregistrare mai ales pentru industria vinicolă, deoarece produsele de bază – vinurile și divinurile – constituie cel mult 60 la sută din costul materiei prime utilizate, pe de o parte, iar produsele secundare se acumulează în volume impunătoare. Tratarea deșeurilor din industria vinului și a alcoolului este problema actuală în Republica Moldova.

Cercetări în ceea ce privește valorificarea deșeurilor din industria băuturilor, în Republica Moldova sunt foarte puține. Astfel, am urmărit cercetarea influenței substanțelor biologic active (acid dehidroxifumaric), posibilul lor efect activator sau inhibitor, asupra procesului de fermentație alcoolică a borhotului de cereale, în condiții de laborator. Rezultatele obținute mărturisesc clar eficiența utilizării biocatalizatorilor în cadrul proceselor de fermentare alcoolică.

Cuvinte cheie: acid dehidroxifumaric, alcool, substanțe biologic active, deșeuri agricole, industria vinicolă.

Introducere

Una dintre principalele probleme de mediu ale societății de astăzi este creșterea continuă a cantității de deșeuri organice. Aceste aspecte îngrijorătoare, au condus la necesitatea conceperii dezvoltării durabile care sugerează menținerea armoniei, a echilibrului om – natura concomitent cu progresul economico – social [1].

Actualmente, la fabricile de vin și secțile de producere a divinului și alcoolului din Republica Moldova se acumulează, ca deșeuri, circa 20-25 mii tone de drojdii de vin, nu mai puțin de 50 mii metri cubi de vinasă și 45-50 mii m³ de borhot de cereale și melasă [2].

Acumulându-se continuu și deversându-se fără vreo normă, aceste deșeuri provoacă un impact poluant asupra mediului, dar mai cu seamă asupra solului și apelor de suprafață [2].

În mod evident, preocuparea principală trebuie să fie îndreptată în direcția conducerii proceselor tehnologice pentru reducerea la minim a subproduselor și deșeurilor în paralel cu extinderea tehnologiilor pentru valorificarea acestora și limitarea deversării necontrolate a acestora.

Scopul cercetării este studiul influenței biocatalizatorilor asupra cineticii și mecanismelor proceselor de fermentare alcoolică a borhotului de cereale, în prezența acidului dehidroxifumaric ca substanță biologic activă. În această ordine de idei, în scopul eficientizării procesului de fermentare alcoolică a borhotului de cereale s-a recurs la stimularea procesului, prin introducerea în amestecul supus fermentării, a substanței biologic active – acid dehidroxifumaric.

Acidul dehidroxifumaric, o moleculă care a fost raportată de Fenton în anii 1890, a făcut obiectul unor studii recente. Deși a fost raportat în primul rând ca agent reducător (oxidare la acid dioxosuccinic), s-a dovedit, de asemenea, că acidul dehidroxifumaric suferă o reducere la acid tartric. Datorită înclinației sale inerente spre oxidare, a fost folosit ca aditiv în diverse alimente și preparatele de vin ca antioxidant. Proprietățile fizice și chimice ale acidului dihidroxifumaric variază semnificativ

pe măsură ce se trece de la diacid la baza conjugată a diacidului la diester. În funcție de forma specifică, poate (a) prezenta caracter nucleofil sau electrofil și/sau (b) se comportă ca un agent oxidant sau un agent reducător [3].

Acidul dehidroxifumaric este implicat în metabolismul în timpul coacerii strugurilor. Deși se găsește în cantități mici în struguri, servește ca catalizator pentru reacțiile redox [4].

Borhotul rezultat din plămada dezalcoolizată este cel mai important produs secundar. În fabricile de etanol care nu utilizează recircularea borhotului la fermentare se obțin 10-15 l de borhot pentru 1 L de etanol. Acesta este un reziduu cu un necesar biologic de oxigen (BOD) de 15000 – 25000 ppm și o singură fabrică poate genera o poluare echivalentă cu a unui oraș cu 1,4 milioane locuitori. Substanțele componente ale borhoturilor sunt greu biodegradabile sau refractare și chiar toxice față de microflora care realizează epurarea biologică. Aceasta înseamnă că borhotul trebuie mai întâi tratat pentru a putea fi deversat în sistemul de canalizare sau trebuie valorificat sub forma unor produse nepoluante [5].

Tabelul 1.

Compoziția borhotului din materii prime cerealiere*

Componentul	Borhot de porumb	Borhot de grâu	Borhot de orz	Borhot de secără
Substanță uscată (%)	8,5	4,2	26,0	8,0
Proteine (% din s.u.)	25,5	34,8	31,3	42,4
Lipide (% din s.u.)	11,7	2,2	10,2	3,5
Fibră (% din s.u.)	10,6	3,4	13,7	5,9
Cenușă (% din s.u.)	4,7	8,6	2,1	3,5

*Conform sursei [5]

În rezultatul studiului bibliografic a fost formulat scopul cercetării: optimizarea proceselor de epurare a deșeurilor agroalimentare. Obiectivul specific abordat în cercetările experimentale include studiul influenței biocatalizatorului (acidul dehidroxifumaric) în concentrații diferite asupra proceselor de fermentare a diferitor tipuri de deșeuri agroindustriale. Concomitent au fost apreciate proprietățile antioxidantă a biocatalizatorului utilizat.

Materiale și metode

Cercetările au fost realizate folosind borhotul rezultat la procesul de distilare a cerealelor de la întreprinderea “Garma Grup” SRL, r-ul Hâncești, s. Fârlădeni. Procedeul de fermentare alcoolică a borhotului a implicat adăugarea amestecului fermentativ, precum și utilizarea adaosurilor propuse (biocatalizatori).

Testările tehnologice au fost efectuate folosind instalația experimentală de laborator în cadrul Centrului de cercetări Oenologice, Facultatea Tehnologia Alimentelor/UTM. Amestecul biomasei a fost supus fermentării alcoolice în condiții mezofile (20-32 °C). Biocatalizatorul (acid dehidroxifumaric) a fost dizolvat în metanol (0,3 %). Ulterior au fost utilizate concentrații de 0,0001 mmol/L, 0,0002 mmol/L, 0,0003 mmol/L, 0,0004 mmol/L de acid dehidroxifumaric.

Cinetica procesului de fermentare a fost evaluată după cantitatea de CO₂ degajat, care a fost captat de către o soluție alcalină și ulterior a fost determinate prin metode volumetrice.

Toate cercetările au fost efectuate în triplicate și prelucrate statistic în programul Excel.

Rezultate și discuții

În tabelul 2 sunt prezentate caracteristicile borhotului utilizat

Tabelul 2.

Caracteristicile borhotului utilizat

Caracteristica	Borhot	Must
Zaharitatea, g/dm ³	26,27±0,12	124 ±3
pH	3,9±0,1	3,9±0,1
Aciditatea titrabilă, g/dm ³	3,42±0,05	2,74±0,04
H ₂ SO ₄ (borhot)/acid tartric (must)		
Conținutul de azot aminic, mg/dm ³	494 ± 0,15	140±0,11

În scopul determinării influenței biocatalizatorului (acid dehidroxifumaric) în concentrații diferite asupra proceselor de fermentare a borhotului de cereale, a fost analizată viteza procesului de fermentare a borhotului pe parcursul a 120 h. Rezultatele obținute sunt prezentate în figura 1.

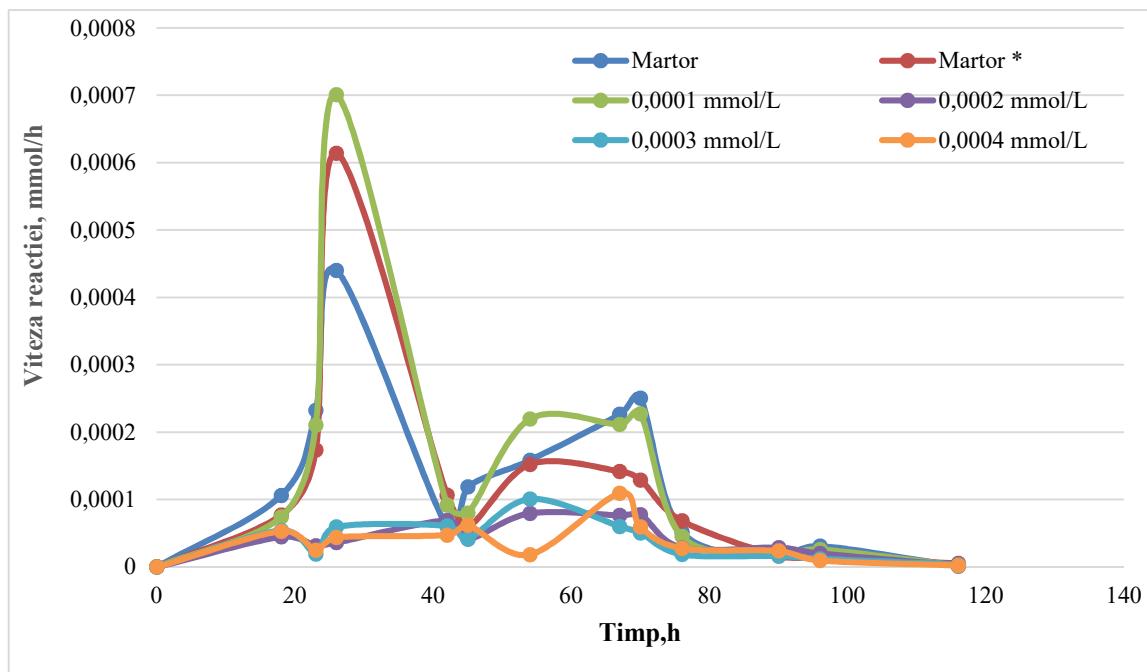


Figura 1. Viteza reacției, în prezența SBA acid dehidroxifumaric

Conform reprezentării grafice, utilizarea SBA în concentrație de 0,0001 mmol/L, este metoda mai eficientă pentru accelerarea proceselor biochimice, deoarece volumul gazului degajat este cu 36,7 % mai mare decât în cazul concentrație de 0,0004 mmol/L.

Din rezultatele experimentale, putem observa influența biocatalizatorilor asupra proceselor biochimice. Astfel, s-a urmărit efectul de stimulare a procesului de fermentare aerobă a amestecului, în prezența SBA acid dehidroxifumaric. Prințipul stimulării și intensificării procesului de fermentare biochimică, poate fi datorat proprietăților de oxido-reducere a acidului dehidroxifumaric. Se observă o intensificare a procesului în cazul concentrației de 0,0001 mmol/L, astfel putem afirma că creșterea concentrației de biocatalizator adăugată nu este rațională.

Concluzii

Rezultatele obținute mărturisesc clar despre eficiența utilizării biocatalizatorilor în cadrul proceselor de fermentare alcoolică. Astfel, cea mai eficientă concentrație de biocatalizator este de 0,0001 mmol/L. Raportându-ne și la rezultatele din literatura de specialitate, putem confirma faptul că creșterea concentrației de biocatalizator nu este rațională, deoarece nu se înregistrează accelerarea vitezei procesului de fermentare.

Explicația acestor fenomene poate fi racordată la proprietățile antioxidantă a biocatalizatorilor utilizați. Putem presupune că intensificarea proceselor de fermentare se datorează activității antioxidantă, antihipoxante și antimutagene ale acestora.

Astfel, putem spune că se asigură realizarea obiectivelor preconizate care vizează intensificarea fermentării biochimice a deșeurilor agroalimentare.

Ne propunem să determinăm mecanismele proceselor cu transfer de electroni și protoni, sub influența biocatalizatorilor.

Mulțumiri: autorul aduce sincere mulțumiri Proiectului de Stat 20.80009.500727 "Mecanisme fizico-chimice a proceselor redox cu transfer de electroni implicate în sistemele vitale, tehnologice și de mediu", desfășurat la Institutul de Chimie al AŞM și Universitatea Tehnică a Moldovei.

Referințe bibliografice

1. CIOBANU, D. *Minimizarea scăzămintelor tehnologice în industria alimentară prin valorificarea subproduselor și deșeurilor*(Vol.I), Tehnica-Info, 2005.
2. PLĂMĂDEALĂ, V. Cercetări privind valorificarea ca îngrășământ a deșeurilor din industria vinicolă și cea de producer a alcoolului etilic. *Știința agricolă*, nr. 1 (2016)(3-8).
3. WARD, Ge. Base-Mediated Cascade Aldol Addition and Fragmentation Reactions of Dihydroxyfumaric Acid and Aromatic Aldehydes: Controlling Chemodivergence via Choice of Base, Solvent, and Substituents, *The Journal of Organic Chemistry*, vol.83 2018
4. SECARA, N., DUCA, Gh. *Observations on the antioxidant activity of novel dihydroxyfumaric acid derivatives*, 2011.
5. BANU, C. Bioalcoolul – combustibilul viitorului. Editura AGIR , București, 2006.

ESTIMAREA CONSUMULUI DE ZAHĂR, ANALIZA PERICOLELOR

Nikoleta POJOGA

*Departamentul Tehnologia produselor alimentare, grupa TMAP-201, Facultatea Tehnologia Alimentelor,
Universitatea Tehnică din Moldova, Chișinău, Republica Moldova*

Autorul corespondent: Nikoleta Pojoga, e-mail nikoleta.pojoga@an.utm.md

Rezumat. Zahărul este un produs obținut din sfeclă de zahăr, care este pe larg utilizat în industria alimentară. Atunci când este consumat întrecând norma, poate aduce după el și anumite consecințe organismului, precum: diabet zaharat, mărire a colesterolului, afectarea calității somnului și diverse boli cardiovaseculare. Anumite alimente conțin o cantitate ascunsă de zahăr despre care consumatorul nu este informat, de aceea în zilele noastre, sunt dezvoltate anumite tehnologii și înlocuitori sănătoși ai zahărului care nu ar cauza anumite consecințe nefaste organismului. Pe piață sunt utilizati preponderent diverși înlocuitori ai zahărului, aceștia fiind naturali sau artificiali, cei artificiali fiind utilizati din motiv că sunt mult mai ieftini și convenabili pentru ca producătorii să aibă un profit, din acest motiv consumatorii trebuie să se informeze, să citească etichetele și să aleagă variantele sănătoase.

Cuvinte cheie: zahăr, producere, risc, înlocuitori, educația nutrițională, consumator

Introducere

Zahărul este produs obținut din sfecla de zahăr, ce are un conținut sporit de zaharoză (un dizaharid solid, alb, cristalin), care îi oferă un gust dulce proeminent. Acest produs este utilizat în alimentația zilnică a oamenilor pe bază de conservant, dar și ca îndulcitor a mâncărurilor și băuturilor. Aceasta se digeră repede, reprezentând o sursă promptă de glucoză.

Există mai multe tipuri de zahăr: zahăr alături de rafinat, care conține numai zaharoză, iar celelalte substanțe sunt eliminate prin diverse procedee chimice și zahărul brut, nerafinat, care pe lângă conținutul sporit de zaharoză, mai conține și careva amprente de substanțe naturale care derivă din planta de extracție. Zahărul se obține în zonele cu clima caldă, precum cea tropicală, subtropicală și ecuatorială, din trestia de zahăr, iar în țările cu climă temperată din sfecla de zahăr.

Producerea zahărului la nivel industrial

Procedeul de producție a zahărului are drept scop extragerea zaharozei (altfel numită „zahăr”) din plante. Zaharoza în natură este întâlnită în diverse specii de plante, pe când speciile utilizate în industrie sunt trestia de zahăr, care are un conținut de zaharoză de 7-18% din greutate și începând cu secolul al XIX-lea, sfecla de zahăr, cu un conținut de 8-22% din greutate. În același timp, producția de zahăr din surse, precum palmierul curmal și arțarul, joacă un rol mai nesemnificativ [1].

Procesul de producție a zahărului este diferit în funcție de materia prima care este utilizată în proces, de părțile plantei care sunt folosite la extragere, dar și de gradul de impurități care sunt prelucrate sau îndepărtate ulterior. Melasa este obținută și prin procesul de furnizare a zahărului. Producția de zahăr din trestie consistă în extracția zaharozei din trestia de zahăr dezgolită de frunze și constituie în mod traditional 2 etape cruciale

- Extractia zahărului brut prin măcinare trestiei de zahăr
- Înălbirea extractului pentru căptătarea zahărului rafinat, cu un conținut sporit de zaharoză în proporție de 99% [2].

Consumul de zahăr la nivel național și mondial

Zahărul este utilizat pe scară largă, atât la nivel național, cât și la nivel mondial. Oamenii, de pretutindeni, utilizează zahărul neștiind adevărata sa consecință asupra organismului uman fiind consumat în cantități mult prea mari, pe post de îndulcitor al alimentelor și băuturilor, dar și ca și conservant.

Uniunea Europeană este considerată ca și cea mai mare producătoare de zahăr din sfeclă din lume, acoperind aproape 50% din producția mondială. Toate acestea fiind spuse, zahărul din sfeclă reprezintă doar 20% din producția mondială de zahăr, restul de 80% revenindu-i obținerii din trestia de zahăr [3].

Toate zaharurile sunt carbohidrați ce furnizează energie oamenilor. Acesta, de obicei, este asociat cu băuturile răcoritoare, produsele de cofetărie sau patiserie, bomboane, diverse dulciuri, însă el poate fi găsit în diferite alimente, care nici pe deosebire nu ar insufla această idee. Consumul de zahăr este complicat de controlat, deoarece în industria alimentară el este adăugat în acele produse, despre care consumatorii nu sunt informați sau nu sunt necesitate de a verifica etichetele produselor. Limita recomandată pentru o doză zilnică de zahăr este de 11 grame sau aproximativ să nu depășească 5% din doza zilnică de calorii. Potrivit recomandărilor Organizației Mondiale a Sănătății, limita nu trebuie să depășească 25 grame, însă tot mai mulți oameni depășind această limită se soldează mai apoi cu grave probleme de sănătate [4].

În Republica Moldova, este considerat că cetățenii consumă de cinci ori mai mult zahăr, în medie, decât ar avea nevoie organismul său. România este considerată ca fiind una din cele mai consumatoare țări din Europa de zahăr. Media europeană de consum de zahăr fiind de 16 kg pentru cap de locuitor anual, pe când românii consumă cam la 30 kg pentru cap de locuitor, ceea ce ar însemna o problemă alarmantă, românii fiind predispuși la boli cardiovasculare, diabet zaharat, hipertensiune arterială și altele consumând zahăr în exces [5].

Efectuându-se o statistică mai amplă s-a constatat o listă cu primele zece țări consumatoare de zahăr din lume, ce neglijeză norma admisibilă pe cap de locuitor. (Tab.1)

Top 10 țări consumatoare de zahăr în lume

Tabelul 1

Rang	Tară	Consumul mediu individual de zahăr (în gms)
1	Statele Unite ale Americii	126.40
2	Germania	102.90
3	Olanda	102.50
4	Irlanda	96.70
5	Australia	95.60
6	Belgia	95.00
7	Regatul Unit	93.20
8	Mexic	92.50
9	Finlanda	91.50
10	Canada	89.10

Analiza risurilor produse de consumul excesiv de zahăr

Zahărul consumat în cantități depășite de normă se poate solda cu diverse neplăceri asupra organismului și sănătății omului. Astfel, specialiștii recomandă să nu fie depășită norma de 6 linguri de zahăr (în stare pură sau din alimente) sau 25 grame pe zi, în cazul femeilor, iar în cazul bărbătașilor este recomandat să nu fie întrecută norma de 9 linguri sau 36 grame pe zi. Această normă nu este respectată, deoarece consumatorii nu sunt mereu informați și nu cunosc cu adevărat în ce produse se pot găsi cantități sporite de zahăr, care i-ar putea provoca diferite maladii, dintre cele mai cunoscute fiind: diabetul zaharat, obezitatea, bolile de inimă, boli ale ficatului, apariția cariilor și altele [6].

1. Creșterea în greutate

Dulciurile sunt foarte bogate în calorii, însă ele nu oferă senzația de sațietate organismului, astfel consumate în exces ele au tendința de a duce la creșterea în greutatea a omului, mai ales dacă acesta optează pentru un mod de viață inactiv. Un studiu din 2004 prezintă că doar o doză de suc consumată pe zi poate să îți crească greutatea cu 7 kg într-un an, astfel crescând și şansele de predispozitie la obezitate.

2. Rezistența la insulină și diabet

Consumând un număr mare de produse dulci poate declanșa în organism nevoie mare de insulină, acesta fiind un hormon ce transformă mâncarea în energie. Dacă nivelul insulinei ramâne ridicat, organismul devine mai puțin sensibil la aceasta, în sânge acumulându-se glucoză și atunci omul are o permanentă stare de oboseală, foame, tensiune mare, dar are de suferit și creierul, care în astfel de condiții nu funcționează normal.

3. Apariția cariilor

Dulciurile în general strică dinții, deoarece zahărul hrănește bacteriile din gură, iar acestea lasă în urma lor un acid care atacă smântul sănătos al dinților. Cele mai nocive alimente consumate care ar putea provoca carii sunt: ciocolata, bomboanele, fructele uscate, iar dulciurile acre, precum plăcinta cu visine, sorbetul de lărmăie sunt la fel de acide ca și acidul lăsat de bacterii. Specialiștii recomandă să fie consumate în limită, dar și dacă sunt consumate, să bea consumatorii lapte pentru a neutraliza acidul.

4. Calitatea somnului

Zahărul care este consumat în timpul zilei poate afecta calitatea somnului pe parcursul nopții, deoarece poate ridica nivelul de glucoză din sânge, astfel crescând și energia eliberată în organism, iar dimineața omul poate simți o stare de oboseală și schimb de dispoziție.

5. Bolile cardiovasculare

Datele statistice și studiile prezintă că indivizii care consumă zahărul în cantități inaceptabile sunt cei mai predispuși la activarea diverselor boli cardiovasculare. Oamenii de știință spun că după ce a fost ingerată o cantitate mai mare de zahăr, crește nivelul presiunii sângelui și de asemenea se eliberează mai multe grăsimi. Acestea pot provoca infarct, accident vascular sau alte boli de inimă.

6. Creșterea colesterolului

O cantitate în exces consumată de zahăr este mult prea nocivă pentru inimă, indiferent de constituția corporală și greutatea pe care o posedă persoana. Zahararile au proprietatea de a crește nivelul „colesterolului rău LDL și de a scădea norma „colesterolului bun HDL [7].

Analiza sortimentului produselor cu un conținut sporit de zahăr

De obicei, consumatorii nu cunosc ce produse conțin un număr sporit de zaharuri, astfel considerând că sunt produse sănătoase, consumându-le zilnic, se poate trezi cu un conținut mult prea mare de zahăr în sânge. În unele cazuri, consumatorii cunosc că per general produsele cu conținut de zahăr sunt: fructele, sucurile, ciocolata, produsele de cofetărie și altele, însă sunt diferite alimente care au un conținut mult prea mare de zahăr la care consumatorul nici nu se așteaptă.

Sosul de roșii

Borcănașele cu sos de roșii din supermarketuri prezintă o sursă necunoscută de zahăr, acesta este adăugat pentru a contrabalașa gustul acid specific roșiilor, dar și pentru a prelungi termenul de valabilitate a produsului. Unele tipuri de roșii conservate ajung de la o cantitate de 12 grame de zahăr până la 60 grame în produsul finit, ceea ce denotă că trebuie verificată eticheta produsului cu rigurozitate anume a conținutului de zahăr, care poate fi inscripționat și ca sirop de porumb.

Chipsurile

Gustările sărate ar putea insufla ideea că zahărul sau lipsește sau se găsește într-o cantitate extrem de mică, însă o pungă cu chipsurile preferate ale consumatorilor pot avea în componență aproximativ 5% zahăr. De obicei, acest proces se aplică pungilor cu chipsuri cu aromă de grătar, de miere sau de chili. Statistica spune că doar 15 chipsuri consumate cu aromă de grătar pot constitui 2 grame de zahăr, astfel specialistii recomandă consumarea cât mai rară și moderată a acestor tipuri de snack-uri.

Băuturile energizante, carbogazoase și dulci

Băuturile carbogazoase dulci, îndeosebi cele de tip cola conțin de la 10 până la 25 de cuburi de zahăr, în funcție de cât lichid este consumat, pe când băuturile energizante la 250 ml consumat conțin 6 cuburi de zahăr. Nutriționiștii propun evitarea acestor tipuri de băuturi care ar putea fi considerate drept bombe calorice, ce ar putea afecta sănătatea omului.

Sucurile și piureurile din fructe

Sucurile din fructe mereu au fost considerate ca fiind gustoase și sănătoase, însă astfel de produse pot fi apreciate ca fiind doar gustoase, pentru că la fiecare 250 ml de suc stors se poate obține o cantitate de 30 grame de zahăr, dacă în acesta sunt incluse mai multe tipuri de fructe, iar piureurile de fructe au un conținut de 40 grame de zahăr per 250 grame de produs, ceea ce în limite mari ar putea cu siguranță afecta organismul uman, provocându-i diferite boli, îndeosebi copiilor, care sunt considerați cei mai frecvenți consumatori.

Înlocuitorii naturali și artificiali ai zahărului

În zilele noastre zahărul este considerat ca un demon, care o dată consumat poate crea dependență și diverse maladii, din acest considerent sunt încercate diverse metode pentru a înlocui zahărul obișnuit cu anumiți înlocuitori, după natură ei fiind naturali sau sintetici. Întrebuințarea zahărului în industria alimentară și cea farmaceutică s-a soldat cu trecerea limitei normale recomandate de OMS a consumului de zahăr, astfel se cercetează anumite metode de înlocuire al lui.

Înlocuitori naturali

Stevia este recunoscută drept unul dintre cei mai sănătoși îndulcitori naturali, care posedă capacitatea de a regla nivelul zahărului în sânge, precum și de a inhiba senzația de foame. Aceasta nu are efecte adverse asupra sănătății și are un conținut de 0 calorii.

Printre îndulcitorii naturali se numără și mierea care are nespus de multe beneficii asupra organismului uman, dar are și un conținut de enzime care ajută organismul să sintetizeze mineralele din corpul uman. Mierea este considerată, de asemenea, un puternic antioxidant.

Nutriționiștii recomană utilizarea siropului de arțar pe post de înlocuitor al zahărului, acesta posedă o cantitate deosebită de nutrienți, cum ar fi fierul, manganul, zincul, calciu, dar are și un efect mult mai puternic de antioxidant decât mierea [8].

Înlocuitori artificiali

Zaharina reprezintă un înlocuitor sintetic al zahărului, acesta fiind considerat unul din cei mai siguri, având și anumite beneficii, precum: păstrarea sănătății dinților, ținerea sub control a diabetului zaharat, dar și pierderea în greutate.

Aspartamul este considerat unul dintre înlocuitorii artificiali ai zahărului, care prezintă un conținut destul de mic de calorii în diverse preparate alimentare și băuturi răcoritoare dietetice. Un alt îndulcitor artificial utilizat în industria alimentară este sucraloza, aceasta se face din zahăr, dar nu are calorii și are un gust mult mai dulce decât zahărul. Acesta este un înlocuitor relativ nou pe piață, dar unul destul de utilizat în locul zahărului.

Concluzii

Zahărul este un produs alimentar, care în cantități mari poate provoca anumite boli sau diverse consecințe nefaste asupra organismului și sănătății omului. Aceasta este utilizat preponderent în industria alimentară, însă nu în toate cazurile consumatorul este informat despre conținutul de zahăr adevărat din produs. Din acest motiv pentru a reduce consumul de zahăr din alimentație este necesar să fie citită eticheta produselor înainte de a fi procurate, să fie luate în considerare porțiile recomandate de pe ambalaje, să se opteze pe varianta de consum a fructelor întregi în defavoarea sucurilor din fructe, de asemenea diverse sosuri și dressing-uri folosite la salate să fie făcute acasă și ultimul, dar nu cel din urmă cafeaua, ceaiul sau alte băuturi de acest gen să fie consumate fără zahăr sau în cantități moderate. De asemenea, educația nutrițională și informarea din surse veridice joacă un rol preponderent pentru diferite categorii de populație.

Referințe

1. COVALIOV, E. GROSU, C. POPOVICI, V. CAPCANARI, T. SIMINIUC, R. RESITCA, VI. Impact of sea buckthorn berries (*hippophae rhamnoides*) on yoghurt biological value and quality. *The annals of the university Dunarea de Jos of Galati, fascicle VI – Food Technology* 45(2) / 2021.
<https://doi.org/10.35219/foodtechnology.2021.2.05>

2. COVALIOV, E., SUHODOL, N., CHIRSANOVА, A., CAPCANARI, T., GROSU, C., SIMINIUC, R. Effect of grape skin powder extract addition on functional and physicochemical properties of marshmallow. *Ukrainian Food Journal*. 2021. Volume 10. Issue 2, pp. 333 – 345. DOI: 10.24263/2304-974X-2021-10-2-10.
3. POPOVICI, V., RADU, Ox., HUBENIA, V., COVALIOV, E., CAPCANARI, T., POPOVICI, C. Physico-chemical and sensory properties of functional confectionery products with Rosa Canina powder. *Ukrainian Food Journal*, Volume 8, Issue 4, 2019, ISSN 2313–5891 (Online) ISSN 2304–974X, p.815-827.
4. BOAGHI, E. CAPCANARI, T., MIJA, N., DESEATNICOVA, O., OPOPOL, N. The evolution of food products consumption in Republic of Moldova in the demographic transition period. *Journal of Engineering Science*. Chișinău, Vol. XXV, no. 4 (2018), pp. 74 – 81. ISSN 2587-3474. eISSN 2587-3482. https://jes.utm.md/wp-content/uploads/sites/20/2019/03/JES-2018-4_74-81.pdf
5. SIMINIUC, R., COVALIOV, E., ȚURCANU, D., POJAR, D., REŞITCA, V., CHIRSANOVА, A. and CAPCANARI, T. (2022) Eating Behavior of Students at the Technical University of Moldova during the Isolation Period. *Food and Nutrition Sciences*, 13, 108-123. <https://doi.org/10.4236/fns.2022.132011>
6. CAPCANARI, T., CHIRSANOVА, A., COVALIOV, E. and SIMINIUC, R. (2021) Development of Lactose Free Yogurt Technology for Personalized Nutrition. *Food and Nutrition Sciences*, 12, 1116-1135. <https://doi.org/10.4236/fns.2021.1211082>
7. CHIRSANOVА, A., CAPCANARI, T. and BOISTEAN, A. (2021) Quality Assessment of Honey in Three Different Geographical Areas from Republic of Moldova. *Food and Nutrition Sciences*, 12, 962-977. <https://doi.org/10.4236/fns.2021.1210071>.
8. CHIRSANOVА, A., CAPCANARI, T., BOISTEAN, A. and SIMINIUC, R. (2021) Physico-Chemical Profile of Four Types of Honey from the South of the Republic of Moldova. *Food and Nutrition Sciences*, 12, 874-888. doi: [10.4236/fns.2021.129065](https://doi.org/10.4236/fns.2021.129065).

UTILIZAREA PRODUSELOR SECUNDARE A PROCESĂRII PIERSICILOR

Mihaela DODON

Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Tehnologia Alimentelor, Departamentul Alimentație și Nutriție,
grupa TMAP-181, Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Dodon Mihaela, mihaela.dodon@an.utm.md

Rezumat. Produsele secundare obținute în urma procesării piersicului sunt: pulpa, pielita și sâmburii. Pielita se caracterizează cu un conținut înalt de substanțe nutritive valoroase, micro- și macroelemente, pectină, care pot fi utilizate în industria alimentară pentru obținerea produselor alimentare noi. Aceasta va permite diversificarea sortimentului de produse alimentare finale drept produse funcționale, inclusiv și stoparea poluării mediului înconjurător.

Cuvinte cheie: piersic, produse secundare, valoare nutritivă, produse alimentare.

Începând cu aproximativ 3.000 de ani în urmă, piersicul a fost mutat din China în toate climalele temperate și subtropicale, în zonele muuntoase tropicale și umede subtropicale ale Asiei, Europe, Americii de Nord și de Sud [1].

Piersicul aparține familiei Rosaceae, subfamilia Prunoideae, genul *Prunus* (L.), subgenul *Amygdalus*, secțiunea *Euamygdalus*. Soiurile comerciale de piersici aparțin speciei *Prunus persica* (L.) Batsch [1]. Nectarina este clasificată ca o subspecie de piersici [2].

Sortimentul de soiuri de piersic este bogat (peste 50 de soiuri) și cuprinde soiuri de piersic, nectarine și pavii, cu maturare timpurie, semi-timpurie, semi-tîrzie și tîrzie, reprezentate în Fig.1, iar fructul piersicului poate fi caracterizat după duritatea pulpei și variația culorii [1].

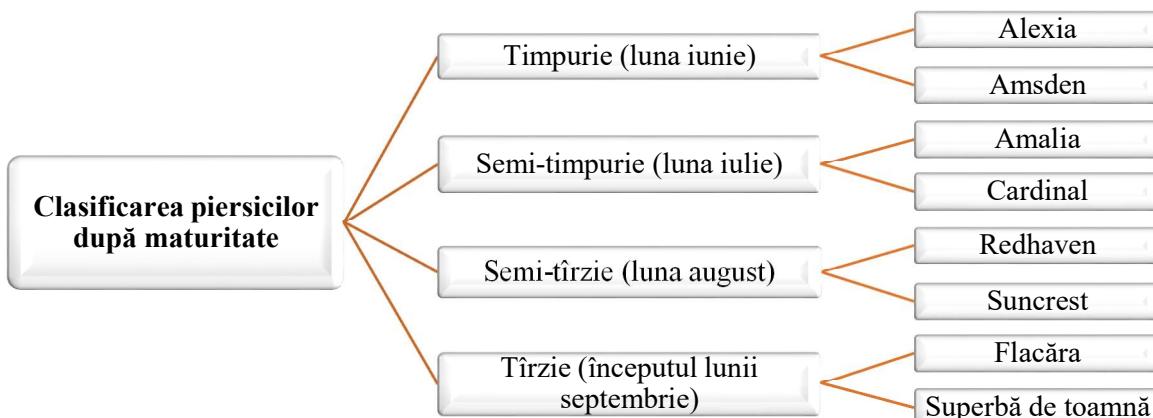


Figura 1. Clasificarea piersicilor după maturitate [3]

Piersicul, cât și mutația sa nectarinul, constituie specia pomicolă cea mai răspândită, după măr, în zonele cu climat temperat [3]. La nivel global, principalele țări producătoare de piersici și nectarine sunt China (14.300.000 de tone), Spania (1.800.000 de tone), Italia (1.250.000 de tone), Grecia (938.000 de tone), Statele Unite ale Americii (775.000 de tone) și Turcia (771.000 tone) [2]. În Republica Moldova în anul 2015 s-au plantat 8,38 mii ha de piersici, iar în anii 2016-2017 s-au plantat cîte 7,8 mii ha de piersici. Analizând dinamica colectării piersicilor la fabricile de procesare din Republica Moldova în anii 2013-2016 se constată, că cel mai mult s-au strîns în anul 2015 – 4 257,0 tone, și deja în 2013 – 2 471,1 tone; în 2014 – 1 052,3; și cel mai puțin în 2016 – 283,9 tone [4]. Piersicile se pretează, pe lângă consum în stare proaspătă, la o gamă largă de produse procesate [3].

Fructele de piersici (*Prunus persica (L.) Batsch*) au valoare economică și nutritivă ridicată. Carbohidrați, acizii organici, mineralele și fibrele alimentare se numără printre constituenții majori ai fructelor de piersici, care contribuie la calitatea nutrițională atât a fructelor proaspete, cât și a produselor din piersic [5].

Fructele de piersici complet coapte, în mare parte având pulpă gălbuie – aurie, sunt de obicei mai dulci, deoarece prezintă o aciditate mai mică. Pe de altă parte, fructele cu pulpă galbenă au în mod normal o aromă acidă împreună cu un gust dulce. O piersică este excepțional de bogată în vitamina A și potasiu, pe lângă faptul că are cantități considerabile de alte componente valoroase precum acizi organici și zaharuri naturale etc. [5]. În Tab.1 este redată compoziția chimică a piersicului la 100 grame de substanță proaspătă.

Tabelul 1

Compoziția chimică a piersicului [6,7]

Compoziția chimică		Valori (g sau mg)
Apă		86,5 g
Proteine		0,9 g
Glucide	Totală	10,4 g
	Mono- și dizaharide	9,5 g
Celuloză		0,9 g
Cenușă		0,6 g
Acid malic		0,22-1,48 g
Taninuri		0,02-0,034 g
Substanțe pectice		0,26-1,26 g
Substanțe minerale	K	363 mg
	Ca	20 mg
	Mg	16 mg
	P	34 mg
	Fe	4,1 mg
Vitamine	β-caroten	0,50 mg
	B ₁	0,04 mg
	B ₂	0,01 mg
	PP	0,70 mg
	C	5,28-32,0 mg

Fructul piersicului este potrivit pentru consumul direct și este un material interesant pentru prelucrare. Principalele direcții de utilizare a piersicilor sunt concentrate privind fabricarea de produse alimentare și produse secundare (pieliță și sâmburi) care rezultă în timpul prelucrării industriale a piersicilor.

În prezent, sâmburii de piersici sunt folosiți ca:

→ biocombustibil ecologic, ocazional, care au o putere calorică ridicată. Însă această soluție nu este încă utilizată pe scară largă, din cauza disponibilității limitată a materiei prime și necesitatea introducerii unor modificări structurale pentru adaptarea cuptoarelor de ardere [8];

→ materie primă valoroasă – lignino-celuloză pentru producerea de cărbune activ, de celuloză și hârtie, pentru creșterea digestibilității culturilor furajere. Cărbune activ, obținut din sâmburi de piersici, se caracterizează prin proprietăți care permit utilizarea sa în industria alimentară pentru a elimina ocratoxina A din producția de vin roșu, păstrând în același timp compușii polifenolici din produs [8];

→ materie primă în industria cosmetică. Cojile mărunte sunt adăugate la cosmeticele epidermice datorită proprietăților bune de frecare. Iar uleiul presat din sâmburi este apreciat pentru conținutul mare de acizi grași nesaturati și tocoferoli, și de asemenea, datorită proprietăților sale antirid și protecția pielii împotriva radiațiilor UV [8].

Utilizarea pectinei industriale extrasă din tescovina de piersici în jелеuri cu conținut ridicat de zahăr este cea mai importantă aplicație industrială a pectinei. Dar pectina este utilizată și în alte domenii, de exemplu farmaceutic, stomatologie și cosmetică [9].

Din punct de vedere industrial, pereții celulares ai fructelor oferă o resursă bogată de pectină și sunt considerați un factor important în influențarea eficacității multor procese tehnologice. Pe de altă parte, pereții celulares din fructe nu numai că furnizează fibre alimentare consumatorilor, dar determină și textura fructelor, care poate influența acceptabilitatea senzorială a consumatorilor. Prin urmare, cunoștințele despre compoziția peretelui celular sunt importante pentru înțelegerea modificărilor proprietăților texturii fructelor care apar în timpul perioadelor de dezvoltare și maturare a fructelor [10].

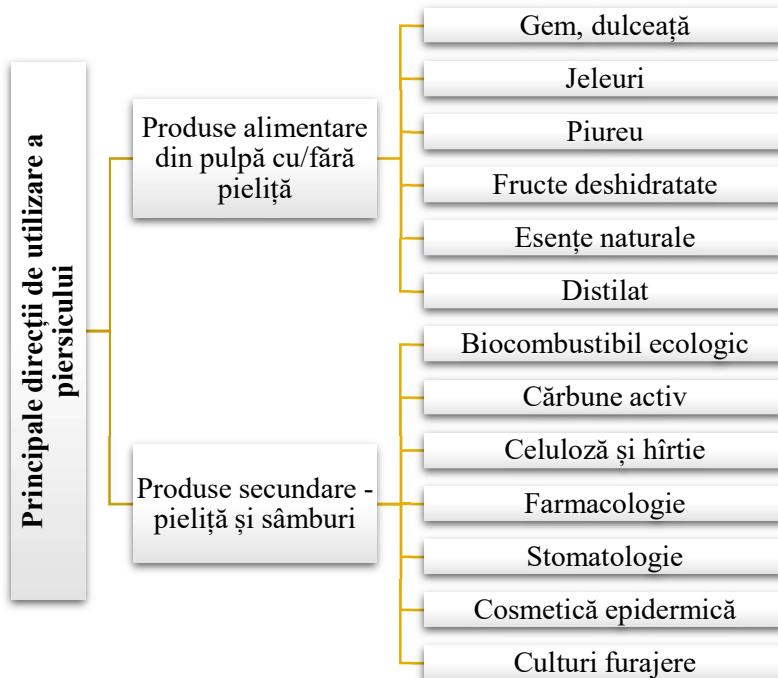


Figura 2. Principalele direcții de utilizare a piersicilor [8].

Manzoor M. și colab. au studiat că extractele de coajă și pulpă, derive din soiurile analizate de piersic: Golden, Shireen, și Shahpasand, au prezentat o cantitate apreciabilă de fenoli totali (TP) și flavonoide totale (TF), variind de la 1.209,3–1.354,5 și 711,7–881,3 mg GAE (gallic acid equivalents)/100 g și 599,7–7851 și 499,7 mg CE (catechin equivalent)/100 g, respectiv, pe bază de greutate uscată. Puterea de reducere a extractelor de coajă și pulpă (concentrație de 12,5 mg/ml) a variat între 2,57–2,77 și 1,54–1,99. Inhibarea peroxidării acidului linoleic și a activității de captare a DPPH a extractelor a variat de la 70,8–80,9% și 66,8–76,5% în coji și 51,9–60,1% și 43,4–49,1% în pulpe [5].

Analiza minerală a arătat că conținutul de K a fost cel mai mare în ambele părți ale fructului de piersic, urmat de Mg, Ca, Fe, Mn și Zn. Rezultatele studiului indică faptul că coaja de piersică a avut niveluri semnificativ mai mari de minerale, capacitate antioxidantă și fenolică decât cele ale pulpei, sugerând consumul de piersici nedecocite ca o sursă potențială de componente de mare valoare. Coaja de piersică poate fi o sursă viabilă de antioxidanți naturali pentru alimente funcționale și aplicații nutraceutice [5].

Tabelul 2

Conținutul mineral în coajă și pulpă a diferitelor soiuri de fructe de piersici (*Prunus persica* L.) [5]

Conținutul mineral (mg/100 g)	Varietăți de piersic					
	Shireen		Golden		Shahpasand	
	Pielitură	Pulpă	Pielitură	Pulpă	Pielitură	Pulpă
K	1240,4 ± 24,8	1520,2 ± 31,5	1330,1 ± 26,4	1690,4 ± 33,1	1290,1 ± 23,9	1580,3 ± 30,2
Ca	87,50 ± 1,74	59,70 ± 1,33	81,70 ± 1,57	49,90 ± 1,11	76,60 ± 1,46	40,80 ± 0,83
Mg	92,70 ± 1,81	61,50 ± 1,24	100,9 ± 0,2	69,30 ± 1,39	85,50 ± 1,54	54,30 ± 1,13
Mn	0,69 ± 0,2	0,47 ± 0,03	0,74 ± 0,1	0,53 ± 0,04	0,70 ± 0,03	0,41 ± 0,02
Fe	7,01 ± 0,14	1,62 ± 0,01	6,53 ± 2,7	1,89 ± 0,03	5,14 ± 1,12	1,59 ± 0,04
Zn	0,59 ± 0,03	0,35 ± 0,02	0,51 ± 0,05	0,30 ± 0,02	0,40 ± 0,03	0,29 ± 0,02
Media	238.14 ± 4.76	273.97 ± 4.35	253.41 ± 5.03	302.05 ± 6.01	239.78 ± 4.99	279.61 ± 5.61

În Republica Moldova, în anul 2008 a fost generată o cantitate totală de 2841,7 mii tone de deșeuri provenite din activitatea întreprinderilor. Cea mai mare parte a acestora, circa 1570 mii de tone, este reprezentată de deșeuri aferente industriei alimentare și a băuturilor, alte 540 mii tone sînt deșeuri de la întreprinderile de extracție, 249 mii tone provin de la creșterea animalelor. Din cantitatea de deșeuri de producție, doar 30% au fost utilizate, 50% sînt eliminate prin depozitare la gunoiști, iar 20% rămîn în stoc pe teritoriul întreprinderilor [11].

Conform HG nr. 248 din 10.04.2013 pentru aprobarea Strategiei de gestionare a deșeurilor în Republica Moldova pentru anii 2013-2027, organizarea activității de gestionare a deșeurilor de producție este obligația generatorului. Unitățile economice realizează aceste activități cu mijloace proprii sau contractează serviciile de salubritate [11].

În conformitate cu această strategie se propune reutilizarea deșeurilor de piersici (pielita) ca materii prime secundare, pentru obținerea produselor funcționale.

Referințe bibliografice

1. BYRNE, D.H., RASEIRA, M.B., BASSI, D., PIAGNANI, M.C., GASIC, K., REIGHARD, G.L., MORENO, M.A., PEREZ, S. Peach. In: Badenes, M.J., Byrne, D.H., ed. *Fruit Breeding, Handbook of Plant Breeding, Book 8*. Springer Science+Business Media, 2012, pp.507-509.
2. GEÇER, M.K. Biochemical content in fruits of peach and nectarine cultivars. In: *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 2020, pp.500. [online]. [accesat 15.02.2022]. Disponibil: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1783932>
3. SUMEDREA, D., ISAC, I., IANCU, M., OLTEANU, A., COMAN, M., DUȚU, I. *Pomi, arbuști fructiferi, căpușun – Ghid tehnic și economic*. Pitești: Invel Multimedia, 2014, pp.153-154. [online]. [accesat 15.02.2022]. Disponibil: <https://www.madr.ro/docs/agricultura/legume-fructe/Ghid-Pomicultura-final.pdf>
4. Federația Agricultorilor din Moldova "AGROinform". *Studiul "Analiza internă și externă a sectorului producerii de fructe în Republica Moldova"*, Chișinău, 2018.
5. MANZOOR, M., ANWAR, F., MAHMOOD, Z., RASHID, U., ASHRAF, M. Variation in Minerals, Phenolics and Antioxidant Activity of Peel and Pulp of Different Varieties of Peach (*Prunus persica* L.) Fruit from Pakistan. In: *Molecules*, 2012, pp.6492-6498. [online]. [accesat 16.02.2022]. Disponibil: <https://www.mdpi.com/1420-3049/17/6/6491/htm>
6. DUMITRU, L.M. *Studii și cercetări privind crearea și cultivarea piersicului și nectarinului*. București: Estfalia, 2013, pp.11. [online]. [accesat 14.02.2022]. Disponibil: https://www.academia.edu/6445225/L_i_a_na_-M_e_1_a_ni_a_D_u_m_i_t_r_u_STUDII_SI_CERCETARI_PRIVIND_CREAREA_SI_CULTIVAREA_PIERSICULUI_SI_NECTARINULUI_DWARF%20
7. DUPUY, E., COȘCIUG, L. *Bazele nutriției în cifre și calcule*. Chișinău U.T.M., 2011, pp.100.
8. NOWICKA, P., WOJDYLO, A. Content of bioactive compounds in the peach kernels and their antioxidant, anti-hyperglycemic, anti-aging properties. In: *European Food Research and Technology*, 2018, pp.1-2. [online]. [accesat 18.02.2022]. Disponibil: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00217-018-3214-1.pdf>
9. PAGAN, J., IBARZ, A., LLORCA, M., COLL, L. Quality of industrial pectin extracted from peach pomace at different pH and temperatures. In: *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1999, pp.1038.
10. ZHU, N., HUANG, W., WU, D., CHEN, K., HE, Y. Quantitative visualization of pectin distribution maps of peach fruits. In: *Scientific reports*, 2017, pp.1. [online]. [accesat 15.02.2022]. Disponibil: <https://www.nature.com/articles/s41598-017-09817-7.pdf>
11. HG nr. 248 din 10.04.2013 cu privire la aprobarea Strategiei de gestionare a deșeurilor în Republica Moldova pentru anii 2013-2027, Chișinău, 2019. [online]. [accesat 24.02.2022]. Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=67104&lang=ro#

IMPACTUL NITRIȚILOR ȘI NITRAȚILOR DIN PRODUSELE DIN CARNE ASUPRA ORGANISMULUI UMAN

Maia MITITELU¹, Irina GRUMEZA-CLEFOS^{2*}

¹Departamentul Tehnologia Produselor Alimentare, grupa TPA-181, Facultatea Tehnologia Alimentelor, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

²Departamentul Tehnologia Produselor Alimentare, studentă-doctorandă, Școala Doctorală a Universității Tehnice a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Irina Grumeza-Clefos, irina.grumeza@tpa.utm.md

Rezumat. Sunt prezentate rezultatele sondajului de opinie privind influența nitriților și nitratilor din produsele din carne asupra organismului uman. S-a studiat consumul de carne și produse din carne la nivel național, inclusiv și volumul de producție. S-a analizat toxicitatea nitritului/nitratului asupra organismului uman și influența utilizării lor în produsele din carne. Realizarea sondajului de opinie a confirmat necesitatea informării consumatorilor privind impactul nitriților și nitratilor asupra organismului uman. Astfel, peste 26% nu cunosc ce influență au nitriții/nitratii în utilizarea lor în produsele din carne și 34% nu cunosc ce aditivi alimentari sunt ei.

Cuvinte cheie: toxicitate, aditivi alimentari, consumul de produse din carne, risc.

Introducere

Nitriții și nitratii sunt compuși chimici anorganici, care se diferențiază unul de celălalt prin prezența a 3 atomi de oxigen la nitrat și doi atomi de oxigen la nitrit. Sunt folosiți ca îngărmășaminte, explozivi, ca agenți de conservare a alimentelor în special împotriva agentului *Clostridium Botulinum* [1]. În anii 1970 din cauza preocupărilor legate de sănătate, legate de potențialul de formare a nitrozaminei cancerigene acești compuși erau practic interzisi de a fi folosiți în alimente de consum [2]. În prezent nitriții și nitratii sunt considerați aditivi alimentari nocivi, e important de a ține cont de doza admisibilă la fabricarea produselor din carne, care reprezintă conform legislației actuale, în produse din carne afumată și produse din carne în conservă în doza de încorporare de 150 mg/kg și 50 mg/kg cantitate reziduală [4]. Oamenii sunt expuși la nitrati prin consumul de legume și, într-o măsură mai mică, prin apă sau alte alimente și plus la asta, nitratii sunt formați endogen [3].

Lucrarea prezentată are ca scop influența utilizării nitratilor și nitriților în produsele din carne, efectul negativ asupra sănătății, precum și analiza sondajului de opinie efectuat privind impactul de nitrati/nitriți în produsele din carne.

1. Consumul de carne și produse din carne la nivel național

Interesul pentru consumul de carne și impactul acestuia asupra mediului și sănătății a crescut semnificativ în ultimele câteva decenii și aceasta creștere a condus la o cerere mai mare pentru aceste date fiabile.

Sectorul industriei alimentare și anume industria cărnii este poziționat în ultimii 2 ani pe locul 3 după producția anuală și este preocupată de producerea produselor de primă necesitate. Conform Biroului Național de Statistică din Republica Moldova producția din industria cărnii (Fig. 1) reprezintă un volum de producție de carne care a crescut cu 10,4% în 2020 în comparație cu 2019. Pe locul întâi s-a poziționat industria panificației care reprezintă în 2019 (130,9 mii tone/an), în 2020 (123,1 mii tone/an) și locul 2 industria moraritului care în 2019 (120,9 mii tone/an), în 2020 (108,8 mii tone/an) [9].

Conform datelor analizate din Biroul Național de statistică din Republica Moldova prezentate în figura 1 observăm că producția conservelor și produselor din carne din 2017 până în 2020 a crescut cu peste 11%, ceea ce reprezintă o creștere considerabilă motivele fiind creșterea cererii din partea consumatorilor, mărirea cantității de produse din carne pentru export.

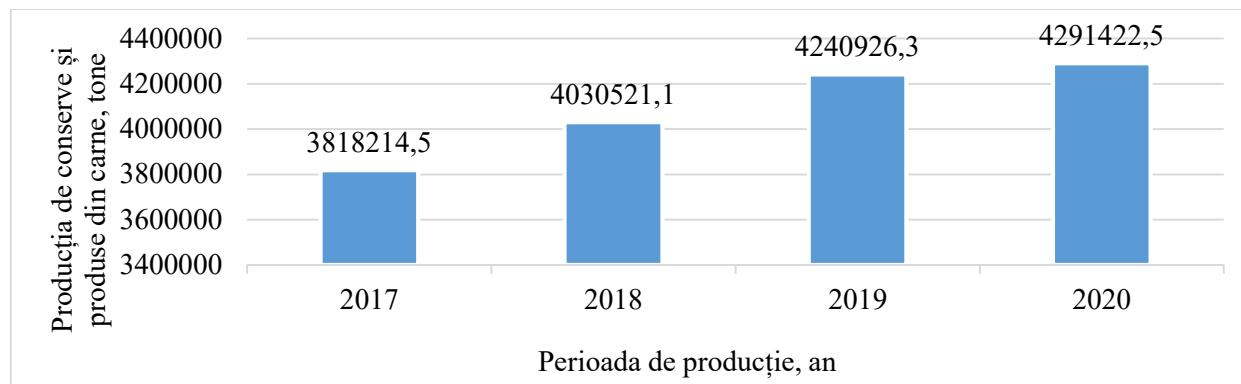


Figura 1. Volumul producției de conserve și produse din carne în Republica Moldova

Din punct de vedere a datelor din Biroul Național de Statistică din Republica Moldova prezentate în Tab. 1 [9] putem constata că și consumul mediu anual pe cap de locuitor a cărnii și produselor din carne la fel e în creștere cu 2,8% în anul 2020 față de anul 2019.

Tabelul 1

Consumul mediu anual pe cap de locuitor în Republica Moldova a cărnii și produselor din carne

Produse alimentare	2019	2020
Carne și produse din carne	52,8	54,3

Analizând datele respective rezultă că indiferent dacă produsele din carne conțin aditivi alimentari sau nu, consumatorii continuă să consume produsele respective.

2. Toxicitatea utilizării nitrițiilor și nitrațiilor

Toxicitatea nitrițiilor sau a nitrațiilor au fost observate atunci când doza zilnică a acestor aditivi depășește (10 g în doză zilnică). Acțiunile adverse a azotitului se manifestă în direcțiile:

1. **Toxicitatea directă** și anume de combinare cu hemoglobina din sânge cu formarea de metmioglobină care se manifestă prin faptul că azotatul se leagă de hemoglobină și ca rezultat nu mai este capabil să transporte oxigen la țesuturi. Cei mai afectați sunt copii nou născuți și anumite persoane care au dificulență eriditară în anumite enzime, persoanele cu aciditate gastrică redusă și persoanele în vîrstă [6].

2. **Toxicitatea indirectă** prin formarea de nitrozamine cu acțiune cancerigenă și de atrofiere a glandei suprarenale, nitrozamine care se formează atât *in vitro* (în produse care conțin amine, alimente care sunt supuse unor procese de procesare și depozitare) dar și *in vivo*.

De asemenea azotitul prezintă și un efect oxidant și asupra citocromilor, precum și asupra tuturor sistemelor oxidoreducătoare, reducând rezervele de vitamina A din ficat și perturbă funcția tiroidiană [7].

Efectul nitrațiilor și nitrițiilor în alimentația omului este asociat cu riscul de cancer. Cu toate acestea, rezultatele publicate ale studiilor privind relația dintre aportul de nitrati și nitriți și riscul de cancer sunt inconcluzive. Pe de o parte, există multe dovezi ale unei legături între aportul de nitrati/nitriți și un risc relativ mai mare de cancer de sân, gastric, colorectal, esofagian și tiroidian. Pe de altă parte multe analize care s-au efectuat asupra asociației nitrițiilor și nitrațiilor cu riscul de cancer au rămas a fi niște asociații slabe [8].

3. Influența nitrițiilor și nitrațiilor asupra procesării cărnii

Nitriți au următoarele efecte pozitive asupra produselor din carne și anume: efecte antibacteriene; efecte de colorare; efecte de aromatizare.

Efectul său antibacterian combată dezvoltarea bacteriei *Clostridium botulinum*. Aditivul mai acționează și asupra altor microorganisme aerobe și anaerobe, ca de exemplu: *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella*. Adaosul de clorură de sodiu, precum și de ascorbați și izoascorbați (amestec de sărare) are un efect sinergic asupra azotitilor, mărind astfel capacitatea lor de inhibare a microorganismelor.

După sacrificarea animalului, culoarea cărниi se schimbă. Culoarea brună se datorează faptului că mioglobina, care conține în structura sa Fe^{2+} , se transformă în metmioglobină (MMb) sau methemoglobină (MHb), prin oxidarea Fe^{2+} la Fe^{3+} . Azotii, împreună cu ceilalți agenți de sărare introduși în carne, acționează asupra metmioglobinei (sau MHb), pe care o transformă într-un pigment roșu-strălucitor - nitrozomioglobină (NO-Mb) sau nitrozohemoglobină (NO-Hb), cu o frumoasă culoare roșie pentru carne conservată. Deci, necesitatea utilizării acestor aditivi constă în faptul că produsele din carne, prin culoarea pe care o capătă, devin atractive pentru consumator și au aspectul cărnii proaspete.

Azotii au și un efect slab aromatizant asupra produselor din carne, deoarece inhibă procesul de oxidare a lipidelor. Astfel, unele substanțe rezultate din metabolizarea lipidelor, ca: aldehida valerianica, hexanalul (produși specifici râncezirii grăsimilor) se formează în cantitate mică și deci, în prezența aditivilor mai sus-menționați, aroma cărni este mai plăcută [4].

Nitrați și nitriți împreună cu clorura de sodiu sunt adăugați în mod obișnuit la carne în timpul procesului de sărare/ procesare. Doza admisibilă a nitritului de sodiu, conform HG Nr. 229 din 29.03.2013 sunt prezentate în Tab. 2 [5].

Tabelul 2

Doza admisibilă de nitrit de sodiu

Numărul E al aditivului alimentar adăugat	Denumirea aditivului alimentar adăugat	Nivelul maxim în preparatul enzimatic	Nivelul maxim în produsul alimentar final cu excepția băuturilor
E 250	Nitrit de sodiu	500 mg/kg	0,01 mg/kg

4. Rezultate și discuții

A fost realizat un sondaj de opinie în cadrul studiului pentru a studia necesitatea informării consumatorilor privind influența nitrătilor și nitriților utilizați la fabricarea produselor din carne. Astfel, sondajul de opinie a avut următoarele obiective: 1. Evaluarea nivelului de cunoștințe despre nitriți și nitrăti în produsele alimentare (produse din carne) în rândul respondenților; 2. Identificarea tipului de carne consumata cel mai frecvent; 3. Stabilirea frevenței consumului de carne și produse din carne.

La începutul chestionarului s-a introdus o întrebare filtru, pentru a evidenția procentul de populație consumatoare de carne la modul general. Eșantionul a fost constituit din 114 de persoane, dintre care 103 (reprezentând 90% din total) au declarat că sunt consumatori de carne și 11 (reprezentând 10% din total) nu sunt consumatori de carne (Fig. 2).

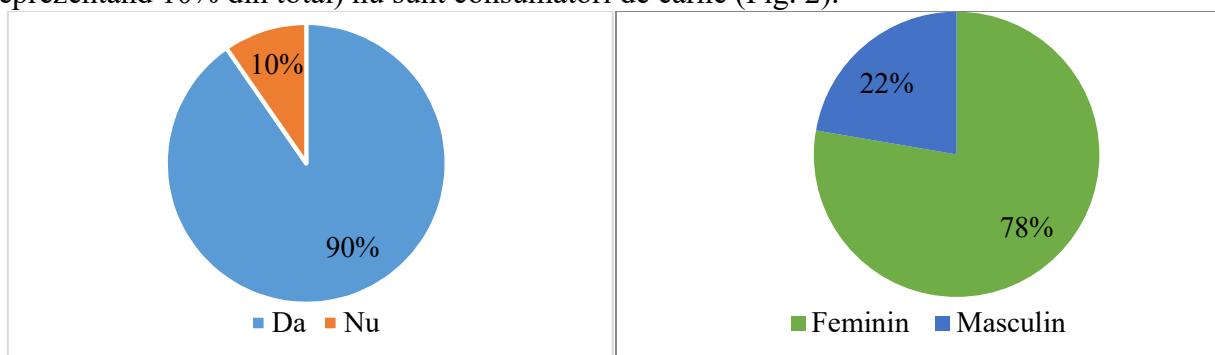


Figura 2. Consumatori de carne

Figura 3. Repartizări pe gen

Ca urmare a răspunsurilor la întrebarea filtru, restul chestionarului a putut fi completat doar de consumatorii de carne. Dintre 90% din persoanele care au declarat că sunt consumatori de carne, circa 78% sunt femei și 22% sunt bărbați (Fig. 3) cu vârstă cuprinsă între 18 și 69 de ani (vârstă medie de viață în ultimii 5 ani în Republica Moldova la femei reprezintă ± 40 ani, la bărbați ± 37 ani).

Participanții cu vârstă cuprinsă între 18-29 de ani prezintă cel mai mare procent (74%) și 14% sunt în categoria de vîrstă care cuprinde 30-39 de ani. O explicație posibilă a prevalenței respondenților din categoria de vîrstă între 18-29 de ani își are originea în faptul că chestionarul a fost distribuit prin rețelele de socializare disponibile online (Facebook, Whatsapp, Viber) (Fig. 4). Au participat personane atât din regiuni rurale cât și urbane, din mediul urban reprezintă 83%, din mediul

rural 17%. La fel putem constata că suma veniturilor lunare a prevalat între 2900 de lei și 7900 lei, acest venit reprezintă salariu mediu pe țară din Republica Moldova (Fig. 5).

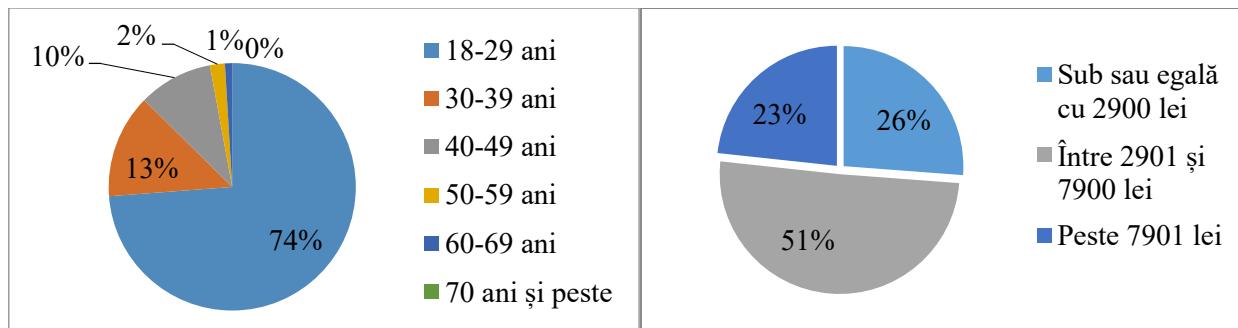


Figura 4. Categorii de vârstă

Figura 5. Repartizarea salariului

Unul din obiectivele studiului a vizat identificarea tipului de carne consumat în mod frecvent, acestea au avut de ales între tipurile de carne: pasăre, vită, porc (Fig. 6).

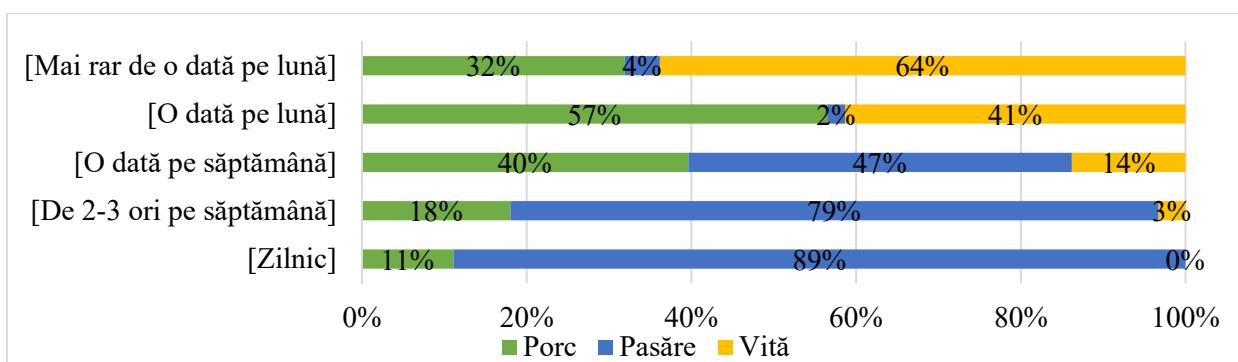


Figura 6. Tipuri de carne consumată și frecvența de consum

Circa 89% au exprimat că consumă zilnic carne de pasăre, 11% consumă carne de porc și 0% consumă carne de vită, dar la indicatorul "mai rar de o dată pe lună" datele sau modificat în felul următor 64% au precizat că consumă carne de vită, 32% carne de porc și doar 4% carne de pasăre. Ca o comparare dintre aceste date s-a contatat că carnea de pasăre în marea majoritate este consumată zilnic din mai multe consecințe: este mai ieftină, se găsește mai repede, se găsește în cantități mari în diferite tipuri de magazine.

Principalul obiectiv de la care a pornit efectuarea sondajului a fost de a identifica cunoștințele consumatorilor despre nitriți și nitrați în produse din carne și de a evalua percepția oamenilor despre aditivi alimentari. Circa 47,57% din participanți au considerat că nitriți și nitrați sunt amelioratori de culoare și aroma și 26,21% din participanți nu au știut ce reprezintă (Fig. 7).

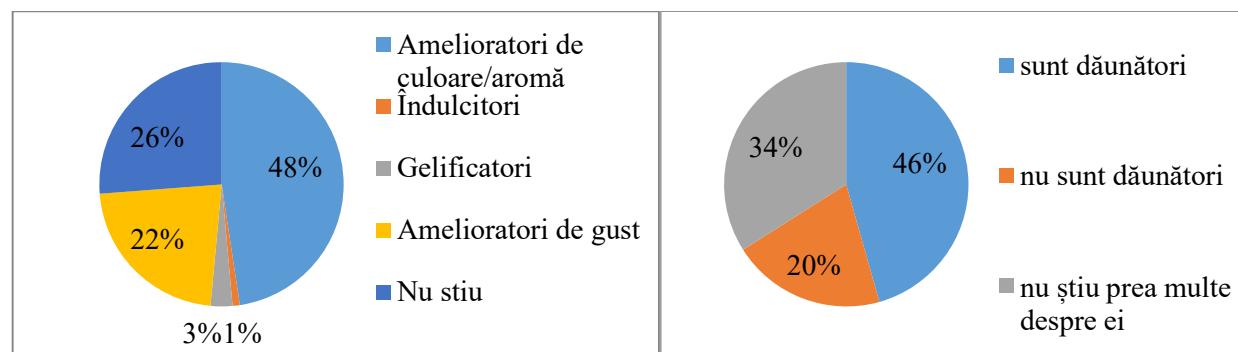


Figura 7. Rolul nitriților și nitraților

Figura 8. Caracteristica aditivilor alimentari

Circa 45,63% au declarat că nitriți și nitrați sunt dăunători și 33,98% nu cunosc ce sunt aditivi alimentari (Fig. 8), motivul fiind necunoașterea ingredientelor de pe eticheta produselor, dar acest fapt nu îi opresc pe consumatori de a cumpăra produsele date.

Aproximativ 33% din participanți au declarat că E249/E250 sunt adaosuri periculoase, 32% au considerat din contra că sunt nocivi pentru om, 11% au susținut că sunt toxice, 15% că sunt cancerigene (Fig. 9). Comparând aceste date putem menționa că totuși prevalează răspunsurile negative față de acești aditivi alimentari, rezultă că oamenii sunt incorect sau deloc informați.

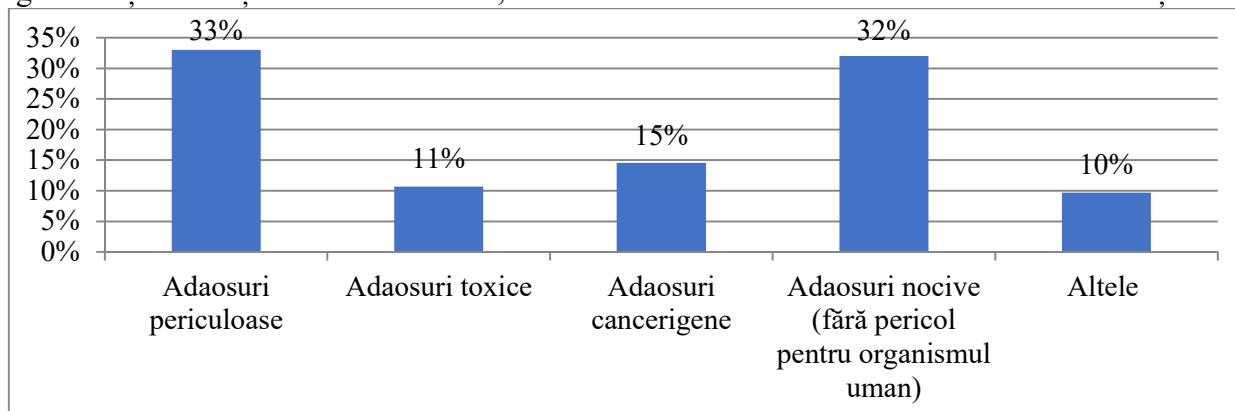


Figura 9. Caracteristica E 249/E 250

Concluzii

Industria cărnii este asociată în special cu utilizarea nitrătilor și nitriților, deoarece aceste substanțe sunt considerate ca aditivi alimentari multifuncționali în industria cărnii. Datorită efectului cancerigen potențial, nitrătii și nitriții ar trebui să fie limitați în industria cărnii. Cu toate acestea, găsirea alternativei perfecte la nitrăți/nitriți în procesarea cărnii este foarte dificilă datorită naturii sale multifuncționale. De aceea este necesar de informat consumatorul despre impactul nistrătilor/nitriților asupra organismului uman.

Referințe

1. GASSARA, F., KOUASSI, A. P., BRAR, S. K., BELKACEMI, K. Green alternatives to nitrates and nitrites in meat-based products—a review. In: *Critical reviews in food science and nutrition*, №56 (13), 2016. pp. 2133-2148. ISSN 1040-8398 (print), ISSN 1549-7852 (online).
2. BEDALE, W., SINDELAR, J. J., MILKOWSKI, A. L. Dietary nitrate and nitrite: Benefits, risks, and evolving perceptions. In: *Meat science*, Volume 120, Octomber 2016. pp. 85-92. ISSN 0309-1740.
3. NUJIĆ, Marija, HABUDA-STANIĆ, Mirna. Nitrates and nitrites, metabolism and toxicity. In: *Food Health Dis*, 6, 2017. pp. 63-72. ISSN 2233-1220 (Print), ISSN: 2233-1239 (Online).
4. ORANESCU, E. *Aditivi alimentari, necesitate și risc*. Editura AGIR, București, 2008. 376 p. ISBN: 978-973-720-176-8.
5. Hotărârea Guvernului Republicii Moldova pentru aprobarea Regulamentului sanitar privind aditivii alimentar: nr. 229 din 29.03.2013. In: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, 2013, nr. 69-74, art. 283.
6. TOFANĂ, M. *Aditivi alimentari. Interacțiunea cu alimentul*. Editura AcademicPres, Cluj-Napoca, 2006. 330 p. ISBN (10) 973-744-035-8.
7. BANU, C. (coord.). *Aplicații ale aditivilor și ingredientelor în industria alimentară*. Editura ASAB, București, 2010. 677 p. ISBN 9789737725707.
8. KARWOWSKA, M., KONONIUK, A. Nitrates/nitrites in food - Risk for nitrosative stress and benefits. In: *Antioxidants*, 9(3), 241. 2020. ISSN 2076-3921. <https://doi:10.3390/antiox9030241>
9. Anuarul Statistic al Republicii Moldova. Chișinău: BIROUL NAȚIONAL DE STATISTICĂ AL REPUBLICII MOLDOVA, 2020. 473 p. ISBN 978-9975-3481-4-0.316+338(478)(083.41)=135.1=111=161.1.

STUDIUL METODELOR MODERNE DE EXTRACȚIE A FIBRELOR ALIMENTARE

Iuvelina MADAN

*Departamentul Alimentație și nutriție, gr.TMAP-181,
Facultatea Tehnologia Alimentelor, Universitatea tehnică a Moldovei, Chișinău, Moldova*

*Autorul corespondent: Madan Iuvelina – iuvelina.madan@an.utm.md

Rezumat. Fibrele alimentare au un rol important pentru sănătatea umană, acestea sunt necesar să fie prezente în alimentația de zi cu zi într-o anumită pondere. În lucrarea dată au fost studiate cele mai moderne metode de extracție a fibrelor alimentare cu scopul utilizării acestora în alimentația publică.

Cuvinte cheie: fibre alimentare, metode moderne, extracție, metode fizice.

Introducere

Un stil de viață sănătos reprezintă un mod eficient de menținere a stării noastre de sănătate și reducere a riscurilor îmbolnăvirii prin: alimentație sănătoasă și bogată în nutrient.

Este necesar ca o persoană sa se alimenteze corect, pentru a duce un mod de viață sănătos ,ceea pentru ce optează omenirea din ce în ce mai mult. O mare parte din alimentația corectă a omului o au și produsele alimentare funcționale. Consumarea acestor produse contribuie la diminuarea riscului dezvoltării maladiilor provocate de nutriție, au o influență benefică asupra sănătății, datorită prezenței în componența lor a ingredientelor funcționale [1].

Proprietățile fizico-chimice ale fibrelor alimentare

Produsele alimentare conțin un număr extrem de mare de compuși chimici acestea nu aparțin substanțelor nutritive. Cele mai răspândite substanțe secundare în alimente sunt fibrele alimentare, substanțele străine, aditivii alimentari, substanțele toxice. Compușii organici de origine naturală celuloza, lignina, substanțe pectine, gume vegetale este o grupă de polizaharide nedigestive care se numesc fibre alimentare [2].

Datorită proprietăților lor funcționale, fibrele alimentare stimulează funcționarea eficientă a tractului gastrointestinal. Alimentele bogate în fibre alimentare au o influență benefică asupra dintilor, diminuează riscul evoluției cariilor, contribuie la legarea acizilor biliari și eliminarea lor din organism.

Fibrele alimentare provin din plante. Reprezintă porțiunea unei plante care nu poate fi digerată de enzimele prezente în tractul digestiv, dar care poate fi digerată de către microorganismele prezente în intestinul gros [3].

In prezent există trei categorii de fibre alimentare:

- Fibrele structurale din acestea fac parte : celuloza, lignina, unele hemiceluloze, pectine, acestea intră în structura pereților celulari ai plantelor;
- Gumele și mucilagiile: acestea au rol în reconstituirea zonelor lezate ale plantelor;
- Polizaharidele de depozit: acestea reprezintă rezervele nutritive ale plantelor.

Din punctul de vedere al solubilității, fibrele se clasifică în:

- insolubile: Fibrele insolubile sunt prezente în principal în tărâțele de cereale, ele se caracterizează în primul rând prin capacitatea lor de a lega apa (celuloza purificată poate absorbi de la 5 până la 10 ori greutatea acesteia, tărâțele absoarbe de aproximativ 25 de ori greutatea ei). Aportul de fibre insolubile determină creșterea masei fecale, un tranzit intestinal accelerat și reducerea timpului de contact cu mucoasa intestinală a unor substanțe potențial nocive, limitând orice deteriorare. După cum este descris în paragrafele următoare, acest tip de fibre este indicat în mod deosebit în reglarea funcțiilor gastrointestinale (prevenirea și tratamentul constipației și diverticulozei intestinale) [4].

- solubile:Fibrele solubile se găsesc în principal în fructe, unele leguminoase, legume și fulgi de ovăz. Au proprietatea de a forma geluri și de a fi foarte fermentabile de către microflora intestinală. Ele provoacă o încetinire a golirii gastrice și o senzație de sațietate, iar în intestin determină o încetinire a tranzitului intestinal și a peristaltismului acestuia, o creștere a eliminării acizilor biliari, o reducere a absorbției și producției de colesterol [4].

Metode moderne de extragere a fibrelor alimentare

Extracția fibrelor a fost raportată pentru prima dată de Southgate, care a subliniat o metodă de extracție a fracțiilor de celuloză și lignină. Southgate a declanșat un interes pentru extracția fibrelor, cu cercetări ulterioare, care dezvoltă metode de izolare a fibrelor totale, solubile, insolubile și individuale.

Metode de prelucrare uscată

Metodele de prelucrare uscată au fost aplicate în scopuri experimentale, dar și în aplicații industriale. Aceste metode include dezintegrarea semințelor prin măcinare și clasificarea aerului în fracțiuni de amidon și proteine. Făina obținută în timpul procesului de măcinare conține două populații distințe de particule, acestea sunt diferite ca mărime și densitate. Pentru separarea acestor două faze se folosește un curent de aer; astfel. O fază constă din particule fine și mai ușoare care conțin în principal amidon și fibre, în timp ce cealaltă fază este grosieră și relativ mai grea, conținând proteine și lipide. Pentru a purifica fracțiile, clasificarea aerului este repetată pe produse; acest lucru, totuși, este un dezavantaj, deoarece reduce recuperarea produsului [5].

Metode de prelucrare umedă

Toate metodele de măcinare umedă folosesc apă pentru extracția fibrelor, dar diferă în reactivi și condiții suplimentare.

Metodele de măcinare umedă sunt de mai multe tipuri iar acestea sunt măcinarea umedă convențională, măcinarea umedă alcalină, prelucrarea umedă enzimatică și metoda de măcinare umedă modificată.

Metoda de măcinare umedă convențională

În măcinarea umedă convențională, semințele decojite sunt utilizate deoarece cojile conțin constituenți antinutriționali care sunt eliberați în timpul extracției [6]. Semințele decojite sunt măcinate până la obținerea unei făini care este tratată cu un agent de descompunere, de obicei o soluție alcalină pentru a extrage proteine. Proteina este apoi îndepărtată prin precipitare acidă sau ultrafiltrare. Metoda convențională de măcinare umedă implică înmuierea materiilor prime într-o soluție de acid sulfuros. Produsul și amidonul obținut sunt apoi separati fizic. Pe lângă faptul că consumă timp și energie, acest proces este, de asemenea, neprietenos pentru mediu, datorită cantităților mari de dioxid de sulf (SO_2) necesare în timpul etapei de înmuiere [5].

Măcinarea umedă alcalină

Măcinarea umedă alcalină presupune înmuierea materialului vegetal în NaOH (pH 13) la 85°C. Materialul înmuiat este apoi scos, firmitat și înmuiat în NaOH la 45°C, apoi măcinat până la o pulbere. Pulberea este apoi amestecată cu NaOH și depunerile recuperate este degenat, măcinat, cernut și spălat prin site. Rezidul este colectat ca fibră fină [7].

Măcinarea umedă enzimatică

Pentru a ajuta la reducerea problemelor asociate cu SO_2 , a fost dezvoltată măcinarea umedă enzimatică ca alternativă. În acest proces, SO_2 este redus la niveluri minime care conferă numai proprietăți antimicrobiene. Enzimele utilizate în mod obișnuit sunt enzimele protează, cum ar fi alcalazele, care solubilizează și hidrolizează matricea glutenului (proteina), o amilază termostabilă, care gelatinizează, hidrolizează și depolimerizează amidonul și amiloglacoza, care dezintegrează fragmentele de amidon în glucoză. Polizaharidele neamidonate nemodificate sunt recuperate prin precipitare cu etanol, apoi spălate și uscate. Fibrele sunt separate și recuperate prin eliminarea amidonului liber și a proteinelor prin trecerea peste o sită de nisip.

Măcinarea umedă modificată

Metoda de măcinare umedă modificată este destinată aplicațiilor alimentare. Această metodă se bazează pe utilizarea apei și produce produse cu o puritate ridicată care pot fi utilizate pentru o gamă largă de aplicații, inclusiv cercetarea științifică. Primul pas implică măcinarea semințelor până la particule foarte mici pentru a crește suprafața. Proteina este apoi extrasă la un pH alcalin urmat de precipitare acidă. Hidroxidul de sodiu este folosit în mod obișnuit pentru a furniza pH-ul alcalin și HCl pentru pH-ul acid. Pentru a izola fibrele insolubile, se folosesc diferențe în proprietățile de umflare ale fracțiilor. La temperatura camerei, fibrele au o capacitate mare de umflare, în timp ce umflarea amidonului este foarte limitată. Astfel de diferențe în capacitatea de umflare dau naștere la diferite dimensiuni. Fracția de extract insolubil este dispersată într-o cantitate mare de apă și cernută printr-o serie de site, în principal o dispersie a porilor cu diametre cuprinse între 30 - 300 um. Granulele de amidon decantate și rezidul sunt în principal fibre. În industrie, fibrele sunt uscate cu uscătoare de împrăștiat special construite în acest scop [8].

Metode fizice și microbiene

Metodele fizice de extracție a fibrelor păstrează structura fibrelor și evită deteriorarea semnificativă a lanțului polimeric. Ca rezultat, fibrele extrase tind să aibă o capacitate mare de schimb de cationi, deoarece grupul de lanț lateral rămâne aproape intact.

Metodele microbiene implică fermentarea fibrelor folosind microorganisme și enzime. Cele mai multe dintre metodele cunoscute sunt foarte specifice și precise. Enzimele de înaltă puritate sunt adesea folosite pentru a îndepărta selectiv oligozaharidele și polizaharidele, cum ar fi galactanii, fructanii, mananii și arabinanii. Unele dintre avantajele izolării microbiene sunt că structura fibrelor rămâne nedistorionată și hemicelulozele semnificative și fibrele solubile nu se pierd. În plus, metodele au o selectivitate ridicată și sunt ușor de manevrat.

Metode gravimetrice neenzimatiche

Metode gravimetrice nonenzimatiche una dintre cele mai vechi metode dezvoltate pentru extractia fibrelor. Metodele includ descompunerea chimică hidrolitică sau oxidativă, lăsând în urmă fibre brute. Aceste metode sunt împărțite în două categorii. Prima categorie include extractiile cu detergent acid și detergent neutru. Procedura acid-detergent izolează fibra brută ca sumă de celuloză, lignină și hemiceluloze insolubile în acid; ca urmare, majoritatea componentelor fibrelor se pierd. Procedura de detergent neutru izolează celuloza, lignina și hemicelulozele neutre insolubile în detergent. Cu toate acestea, este nepotrivit pentru plantele care au un conținut ridicat de fibre solubile. A doua categorie folosește proteine și enzime care digeră amidonul și este discutată pe larg la metodele enzimatic-gravimetrice [9].

Metode enzimatic-chimice

Acste metode implică digestia enzimatică a fracțiilor nefibre cuplate cu îndepărtarea chimică a fracțiilor. În mod specific, metoda implică îndepărtarea enzimatică a amidonului și utilizarea etanolului pentru a izola concentratul de fibre solubile din scriptul 18g.

Etanolul este folosit în mod obișnuit în aceste metode pentru a precipita componentele fibrelor solubilizate ca în metodele enzimatic-gravimetrice. Un pas crucial a fost eliminarea întregului amidon pentru a evita supraestimarea fibrelor alimentare totale extrase. Acest lucru a fost realizat prin utilizarea dimetilsulfoxidului. Etapa inițială a metodei AACC implică digestia folosind H₂S04 urmată de filtrare cu apă și NaOH. Probele sunt apoi spălate cu H₂S04 și etanol și uscate într-un cuptor cu muflă. Metoda de extractie a fibrelor alcoolice implică fierberea materialului în apă timp de 3 ore și extractia cu etanol 95%, urmată de agitare peste noapte și filtrare printr-o pungă de nailon folosind o presă hidraulică [5]. Fibra este apoi recuperată prin uscarea la aer a rezidiului timp de 6 ore. Fibrele pot fi supuse digestiei alcaline, strecurate printr-o filtru apoi uscate în cuptor peste noapte. Se recomandă reducerea concentrației de etanol care este utilizat în precipitarea fibrelor solubile de la 76% la între 41% și 56% pentru a reduce costurile și, de asemenea, a reduce contaminarea chimică a mediului. Extractia constituenților individuali ai fibrei Substanțele pectice insolubile pot fi extrase din materialul vegetal utilizând o soluție de oxalat amn fum încălzită, urmată de filtrare, spălare cu etanol și apă distilată. Hemicelulozele nu pot fi extrase din fibrele depectinate

prin centrifugarea probelor cu 5% KOH. Reziduul numit lignoceluloză este în continuare centrifugat cu acid acetic 50% la pH 5,0 – 5,5 [6]. Reziduul se usucă sub formă de hemiceluloză. Celuloza poate fi extrasă folosind KMNO₄ amestecat cu tampon de lignină într-un raport de 2:1 urmat de adăugarea de soluție demineralizată. Lignina poate fi extrasă folosind H₂SO₄ la temperatură de refrigerare. Se adaugă apoi apă distilată rece și după precipitare acidul este spălat de reziduu cu apă distilată caldă. Lignina brută poate fi apoi uscată la aer. Optimizarea metodelor de extracție a fibrelor A fost optimizată o metodă de extragere a fibrelor alimentare solubile din grâu, secără, orz, ovăz, cartofi, morcovi, salată verde și mazăre.

Concluzii

În cadrul studiului de față s-a efectuat analiza metodelor moderne de extracție a fibrelor alimentare din diferite surse agro-alimentare. Au fost prezentate aşa metode fizico-chimice, ca metoda uscată, metoda umedă, metoda enzimatico-chimică. Toate aceste metode permit obținerea fibrelor alimentare din surse agro-alimentare de calitate care ulterior pot fi utilizate în industria alimentației publice.

Referințe

1. THOMPSON, H. J. The Dietary Guidelines for Americans (2020–2025): Pulses, Dietary Fiber, and Chronic Disease Risk—A Call for Clarity and Action. *Nutrients* **2021**, *13*, 4034. <https://doi.org/10.3390/nu13114034>
2. TATAROV, P. Chimia produselor alimentare. Chișinău: Editura MS Logo, 2017. 450 p. ISBN 978-9975-4264-2-8.
3. BEUKEMA, M., FAAS, M. M. & de VOS, P. The effects of different dietary fiber pectin structures on the gastrointestinal immune barrier: impact via gut microbiota and direct effects on immune cells. *Exp Mol Med* **52**, 1364–1376 (2020). <https://doi.org/10.1038/s12276-020-0449-2>
4. MAPHOSA, YVONNE, and VICTORIA A. JIDEANI. "Dietary fiber extraction for human nutrition—A review." *Food Reviews International* **32**.1 (2016): 98–115.
5. MERENKOVA S. P., ZININA O.V., STUART M., OKUSKHANOVA E. K., ANDROSOVA N.V. Effects of dietary fiber on human health: a Review // Человек. Спорт. Медицина. 2020. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effects-of-dietary-fiber-on-human-health-a-review> .
6. HUSSAIN, S., JÖUDU, I., BHAT, R. Dietary Fiber from Underutilized Plant Resources—A Positive Approach for Valorization of Fruit and Vegetable Wastes. *Sustainability* **2020**, *12*, 5401. <https://doi.org/10.3390/su12135401>
7. RENEE KORCZAK, JOANNE L Slavin, Definitions, regulations, and new frontiers for dietary fiber and whole grains, *Nutrition Reviews*, Volume 78, Issue Supplement_1, August 2020, Pages 6–12, <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuz061>
8. ARSLAIN, K., GUSTAFSON, C. R., ROSE, D. J. Point-of-Decision Prompts Increase Dietary Fiber Content of Consumers' Food Choices in an Online Grocery Shopping Simulation. *Nutrients* **2020**, *12*, 3487. <https://doi.org/10.3390/nu12113487>
9. SIRMA. A., ANETA, K., DAVID, D., KITTS, J. Dietary fiber: a functional food ingredient with physiological benefits, Editor(s): Harry G. Preuss, Debasis Bagchi, Dietary Sugar, Salt and Fat in Human Health, Academic Press, 2020, Pages 531-555, ISBN 9780128169186, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816918-6.00024-X> .

DIVERSIFICAREA SORTIMENTULUI DE PRODUSE DIN CARNE CU UTILIZAREA CĂRNII DE IEPURE

Nicolae POPA¹, Irina GRUMEZA-CLEFOS^{2*}

¹Departamentul Tehnologia Produselor Alimentare, grupa TPA-181, Facultatea Tehnologia Alimentelor, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

²Departamentul Tehnologia Produselor Alimentare, studentă-doctorandă, Scoala Doctorală a Universității Tehnice a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Irina Grumeza-Clefos, irina.grumeza@tpa.utm.md

Rezumat. Sunt prezentate rezultatele studiilor privind diversificarea sortimentului de produse din carne cu utilizarea rațională a cărnii de iepure. Se ia în considerare starea actuală a creșterii iepurilor la scară mondială și națională. S-au prezentat date despre compoziția chimică ale cărnii de iepure în comparație cu alte specii de animale. Se arată absența în Republica Moldova a produselor din carne de iepure, atât a rețetelor de fabricație, cât și a tehnologiei. Se remarcă faptul că carne de iepure satisface mai mult de 50% din aportul zilnic de proteine animale, ceea ce face posibilă atribuirea produselor din carne de iepure la produsele funcționale fără a adăuga materii prime suplimentare.

Cuvinte cheie: compoziția chimică, produse din carne de iepure, rețete de fabricație, alimente sănătoase, alimente funcționale.

Introducere

Produsele alimentare trebuie să răspundă nevoilor corpului uman cu componentele necesare ale alimentelor. Datele generale privind nevoile fiziole ale unei persoane sunt determinate de organismele autorizate și documentele reglementate [2].

După cum se cunoaște, atunci când se alege un produs alimentar, consumatorul se concentrează în primul rând pe indicatorii organoleptici (culoare, aromă, gust etc.), prin urmare, este necesar să se evalueze acești indicatori. Pentru caracterizarea produselor alimentare se determină compoziția chimică generală și conținutul de micro-, macroelemente și vitamine și se calculează gradul de conformitate a fiecărui component cu formula de nutriție echilibrată.

Calitatea produselor alimentare include caracteristicile nutriționale și biologice, organoleptice, structurale-mecanice, funcționale-tehnologice, sanită-igienice, biologice și de altă natură ale produsului, precum și gradul de severitate a acestora [2].

Carnea de iepure este o bună sursă de vitamine din complexul B (B₂, B₃, B₅, B₁₂), în cantități reduse de colină, tiamină, cobalanină, pirifoxină, acid folic. Din 100 grame carne organismul uman primește peste 100% din doza recomandată de vitamina B₁₂. Organismul uman are capacitatea de stocare a acestei vitamine, astfel consumul de carne facilitează acumularea rezervelor. Conținutul de vitamina B₃ din carne de iepure acoperă aproximativ 40% din necesarul zilnic recomandat. Carnea de iepure acționează ca o sursă de vitamine A, C și E, normalizează activitatea sistemului imunitar și reproductiv, participă la procesele metabolice și de creștere a organismului uman [3].

În același timp, în carnea de iepure se conțin toți aminoacizii esențiali, mai puțin colagen, mioglobină și elastină decât în carnea altor specii de animale, are un conținut scăzut de calorii, sodiu și colesterol, fiind deosebit de importantă atât pentru persoanele în vîrstă, cât și pentru cele care sunt predispușe la supraponderabilitate [1].

Scopul lucrării constă în posibilitatea utilizării cărnii de iepure în vederea diversificării sortimentului de produse din carne.

1. Beneficiile cărnii de iepure

Potrivit studiilor, carne de iepure este foarte bine asimilată, mai mult de 90% din proteine fiind digerate în organism. Pentru comparație, proteina din lapte este asimilată în proporție de 83%, cea din pește – 70%, iar proteina din carne roșie este absorbită doar în proporție de 65% [3].

Carnea de iepure are o compoziție chimică care este influențată de mai mulți factori: rasa animalului, starea de îngrășare, vîrstă, sex și alți factori. Cu creșterea animalului crește și cantitatea de grăsimi și conținutul de energie, aroma și suculența. În carne de iepure cu starea de îngrășare medie se conține aproximativ 59,8% apă, 20,2% proteine, 18,9% lipide, 1,1% substanțe minerale (Tab. 1) [9].

Tabelul 1

Specia și categoria	Starea de îngrășare	Componența chimică a cărnii (%)				Valoarea energetică a 100 g de carne, calorii
		apă	proteine	lipide	substanțe minerale	
Bovine adulte	grasă	62,5	19,2	17,3	1,0	236,6
	medie	68,3	20,0	10,7	1,1	181,5
	slabă	74,0	21,1	3,8	1,1	121,8
Porcine adulte	grasă	49,1	15,1	35,0	0,8	387,4
	medie	65,1	19,0	15,0	0,9	217,4
	slabă	72,5	20,1	6,3	1,0	141,0
Ovine adulte	grasă	57,2	14,3	27,5	1,0	314,4
	medie	64,8	17,0	17,2	1,0	229,6
	slabă	75,0	20,0	4,0	1,0	119,2
Iepuri	medie	59,8	20,2	18,9	1,1	258
Pui de găină	I	67,5	19,8	11,5	1,2	188,1
	II	72,1	22,8	4,0	1,1	130,6

Analizând compoziția chimică a cărnii de iepure în comparație cu celelalte tipuri de cărnuri provenite de la animalele domestice, aceasta prezintă caracteristici superioare (Tab. 1). La o creștere eficientă, iepurii înglobează în jur de 20% proteine în comparație cu 15-20% în carnea de porcine și 19-21% în carnea bovinelor. Carnea de iepure este bogată în proteine și săracă în colesterol, calorii și grăsimi. Ea este considerată un produs alimentar sănătos, ușor digerabilă, recomandată pentru utilizarea în hrana copiilor, bătrânilor și persoanelor cu un regim alimentar special.

Datorită, conținutului redus de colagen, mioglobină și elastină decât în carnea altor specii de animale, cu un conținut scăzut de calorii, sodiu și colesterol (Tab. 2), carne de iepure devine un produs deosebit de important pentru a diversifica produsele din carne în direcția alimentelor sănătoase și funcționale.

Tabelul 2

Denumirea indicatorilor	Iepure	Pui	Bovină	Porcină
Calciu (mg/100g)	21,4	12,1	10,9	9,3
Fosfor (mg/100g)	347	252	179	176,2
Sodiu (mg/100g)	40,5	71,4	63	67,3
Colesterol (mg/100g)	56,4	68,3	114,5	108,4

Cantitatea de calciu (21,4 mg/100 g) și fosfor (347 mg/100 g) ce se conține este mai mare decât în alte tipuri de carne și sărace în grăsimi (18,9 g/100g) și colesterol (56,4 mg/100g).

2. Producția de carne de iepure la nivel național și internațional

Producția mondială de carne de iepure a fost într-o permanentă creștere până în anii 2010 conform Organizația pentru Alimentație și Agricultură (FAO) [1]. După anii 2010 producția cărnii de iepure descrește esențial, în ultimii 5 ani fiind un deficit de 288 mii de tone (Fig. 1).

Astfel, în conformitate cu producția mondială (Fig. 1) cei mai mari producători de carne de iepure [5] sunt țările din Asia (66,7% - 652081,8 t), urmată de țările din Europa (22% - 215480,6 t), Africa (9,7% - 94397,6) și America (1,6% - 15304,8).

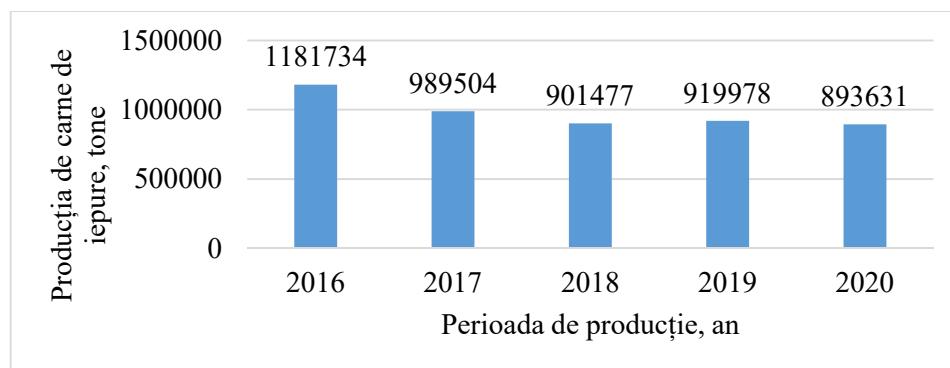


Figura 1. Producția mondială de carne de iepure

În prezent, cel mai mare producător de carne de iepure din lume în perioada 2016-2020 este China, Coreea, urmată de Egipt (Tab. 2), conform FAO [5].

Tabelul 2

Top producători de carne de iepure la nivel mondial

Țara producătoare de carne de iepure	Perioada de producție, t/an				
	2016	2017	2018	2019	2020
China	627152 ¹	468647 ¹	465733 ¹	457765 ¹	456552 ¹
Coreea	152780 ²	154000 ²	150705 ²	166799 ²	142769 ²
Egipt	61646 ³	62262 ³	66944 ³	75000 ³	71178 ³
Spania	59589 ⁴	57258 ⁴	55924 ⁴	-	-
Italia	56461 ⁵	28675 ^{↓8}	23741 ^{↓6}	26647 ^{↑4}	-
Franța	48621 ⁶	45683 ^{↑5}	43886 ^{↑5}	-	-
Cehia	38500 ⁷	38500 ^{↑6}	-	-	-
Germania	33061 ⁸	32532 ^{↑7}	-	-	-
Federația Rusă	18189 ⁹	18319 ⁹	18467 ^{↑7}	17948 ^{↑5}	18364 ^{↑4}
Ucraina	12200 ¹⁰	12200 ¹⁰	12200 ^{↑8}	11600 ^{↑6}	11300 ^{↑5}
Algeria	8204	8412	8488 ^{↑9}	8552 ^{↑7}	8617 ^{↑6}
Sierra Leone (Africa Occidentală)	7786	7858	7830 ^{↑10}	7853 ^{↑8}	7875 ^{↑7}
Mexico	4413	4437	4447	4459 ^{↑9}	4474 ^{↓9}
Rwana (Africa)	4498	4486	4217	4105 ^{↑10}	4474 ^{↑8}
Peru	3347	3389	3374	3376	3377 ^{↑10}

Pe plan mondial, 40% din carnea de iepure este produsă la fermele cu creștere tradițională, 33% cu creștere intermediară și 27% în exploatațiile de creștere în scop commercial. Producția mondială anuală de carne de iepure constituie sute de mii tone, din care: China produce 600-700 mii tone; Italia – 300 mii tone; Spania și Franța - 180 mii de tone [7].

În prezent, necesarul de carne de iepure la nivel mondial este acoperit doar în proporție de 35%, iar cererea este tot mai mare. Pe piața Republicii Moldova, la fel, există un deficit de carne de iepure (Fig. 2), din cauza ignorării de către agenții economici a tehnologijilor performante de întreținere și exploatare a iepurilor și utilizarea raselor cu potențial genetic scăzut [5, 7].

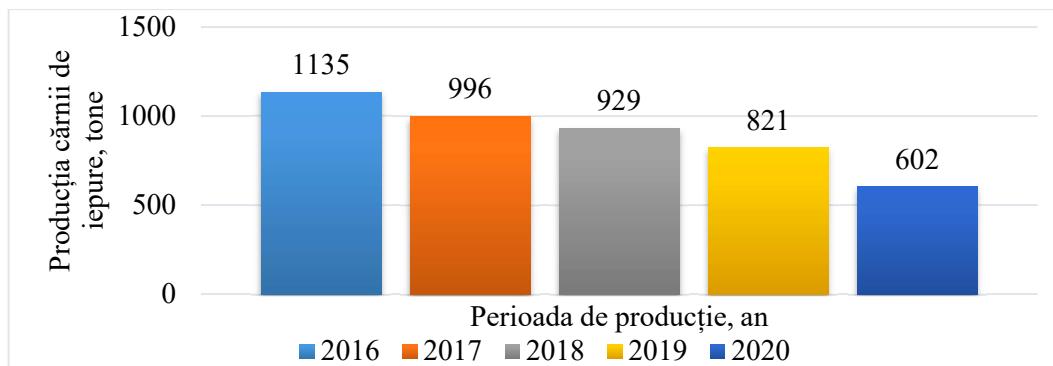


Figura 2. Producția cărnii de iepure în Republica Moldova în perioada anilor 2016-2020

Conform Organizației pentru Alimentație și Agricultură (FAO) Republica Moldova are o producere de carne de iepure în ultimii 5 ani (2016-2020) în descreștere (Fig. 2). Însă acest fapt nu înlătură necesitatea de a elabora rețete și tehnologii de fabricație a produselor din carne cu utilierea cărnii de iepure.

3. Dezvoltarea sortimentului de produse din carne cu utilizarea cărni de iepure

Valorificarea iepurilor de casă se face în primul rând pentru producția de carne, dar în același timp se urmărește și obținerea unor produse secundare, dintre care: pielicele, lâna și unele subproduse precum grăsimea internă (utilizată pe larg în industria farmaceutică și cosmetică) [7].

Pentru producerea produselor din carne de iepure se folosesc părțile anatomicice conform schemei de tranșare a carcasei de iepure din Fig. 1.

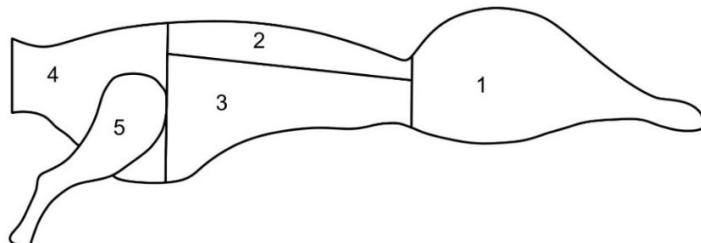


Figura 3. Schema de tranșare a carcasei de iepure:

1 - şold; 2 - muşchi spinal; 3 - partea lombosacrală; 4 - partea cervicotracică; 5 - partea scapulară-umăr

La prelucrarea industrială, părțile 1, 2 și 5 sunt utilizate pentru fabricare ruladelor fierit afumate (cu/fără os), iar bucățile 3, 4 pentru dezosarea manuală apoi fiind utilizate la producția de produse din carne tocată [4].

În conformitate cu scopul și pe baza analizei surselor bibliografice, generalizării informațiilor disponibile, s-au determinat tehnologii de fabricație de produse din carne de iepure produse la nivel mondial fiind reprezentate de sortimentul [2, 4, 8]:

1. **ruladă din carne de iepure, fierit-afumată.** La întocmirea rețetei, s-a analizat recomandările FAO/OMS, conform cărora raportul dintre proteine și grăsimi (1:1,2) este una dintre condițiile necesare pentru obținerea unei valori biologice adecvate. Un produs cu drepturi depline și tehnologii tradiționale de producere a produselor afumate și fierite din alte tipuri de carne. Prin urmare, în compoziția ruladelor a fost introdusă grăsimea de porc (10%), care conferă frăgezimea și suculenta produselor din carne (Fig. 4.a).



a. ruladă din carne de iepure, fierit-afumată



b. salam din carne de iepure, crud-uscat



c. cârneați din carne de iepure



d. carne de iepure marinată (Pegas S.R.L.)

Figura 4. Produse din carne de iepure

2. salam din carne de iepure crud-uscat. Carnea de iepure este o materie primă neconvențională pentru producția de produse uscate, astfel încât este nevoie de îmbunătățirea parametrilor microbiologici ai materiilor prime pentru a îmbunătăți siguranța produselor finite. Stabilitatea microbiologică și siguranța mușchiului uscat sunt afectate pozitiv de astfel de bariere precum nitritul de sodiu, aroma de fum, sare comună și acid lactic, care determină o scădere a pH-ului (Fig. 4.b).

3. cârnați din carne de iepure. La dezvoltarea tehnologiei de producere a principiile moderne de utilizare integrată a materiilor prime au fost implementate în proiectarea sistemelor alimentare multicomponente pentru scopuri speciale. Ca componente de materie prime se utilizează carne de iepure, carne de iepure dezosată mecanic, grăsimi de pe spătă de porc, emulsie din piele de porc și alte componente (Fig. 4.c).

4. carne de iepure marinată. Datorită utilizării cărnii de iepure și alegerii corecte a marinadei se obține un produs cu gust rafinat și face carne mai aromată și mai moale (Fig. 4.d). Doar acest produs din carne de iepure este produs în Republica Moldova la nivel industrial.

Concluzii

Analizând carnea de iepure comparativ cu alte tipuri de carne care sunt frecvent utilizate în alimentația umană, se poate concluziona că este mai sănătoasă, bogată în proteine și săracă în grăsimi. Carnea de iepure nu are o aromă foarte puternică, fiind comparabilă dar nu identică cu carnea de pasăre.

Dezosarea corectă v-a permite să satisfacă cât mai mult posibil nevoile clienților, să asigure utilizarea rațională și intenționată a semifabricatelor, cârneaților și produselor culinare în producția industrială.

Prin urmare, diversificarea sortimentului de produse din carne cu utilizarea cărnii de iepure v-a permis atât elaborarea tehnologiei de fabricație, cât și la formarea alimentelor sănătoase, chiar și a alimentelor funcționale fără a adăuga materii prime suplimentare.

Referințe

1. NISTOR, E., BAMPIDIS, V. A., PĂCALĂ, N., PENTEA, M., TOZER, J., PRUNDEANU H. Nutrient Content of Rabbit Meat as Compared to Chicken, Beef and Pork Meat. In: *Journal of Animal Production Advances*, 2013, 3(4), pp. 172-176. ISSN: 2251-7677.
2. POPOVA, I. A. *Пищевая и биологическая ценность крольчатины: особенности анатомических участков, совершенствование разделки тушенок, ассортиментные линейки продуктов функционального назначения*. Teză pentru gradul de candidat în științe tehnice. Voronezh: Universitatea de Stat de Tehnologie Inginerie, 2019.
3. MARDARI, T. Evaluarea cărnii de iepure de casă din comerț. In: *Știința agricolă*, nr. 1, 2021, pp. 117-122. ISSN 1857-0003 / ISSNe 2587-3202.
4. VOLCOVA, O. V. *Разработка и товароведная характеристика продуктов из мяса кролика*: Dizertație pentru gradul de candidat în științe tehnice: Kemerovo, 2009.
5. *Production/Yield quantities of Meat, rabbit in World + (Total)*. In: FAO. 2022. [online]. [citat 03.03.2022]. Disponibil: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>
6. MARDARI, T., DABIJA, A. Studiul compoziției chimice și calității cărnii de iepure de casă. In: *Lucrări științifice*, Univ. Agrară de Stat din Moldova. 2013, vol. 34: Zootehnie și biotehnologii, pp. 242-245. ISBN 978-9975-64-246-0.
7. CARAMAN, M. *Utilizarea unor preparate cu microorganisme benefice în cunicultură*. Teză de doctor. Chișinău (RM): Universitatea Agrară de Stat din Moldova, 2021.
8. *Carne de iepure marinată*. 2022. [online]. [citat 03.03.2022]. Disponibil: <https://pegas.md/ro/catalog/marinated-rabbit-meat>
9. Hotărârea Guvernului Republicii Moldova cu privire la aprobatarea Reglementării tehnice Carne – materie primă. Producerea, importul și comercializarea: nr. 696 din 04.08.2010. In: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, 2010, nr. 141 – 144, art. 779.

STUDIUL COMPOZIȚIEI COMPUȘILOR BIOLOGIC ACTIVI DIN TOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM)

Iana MARJINEAN

Departamentul Alimentație și Nutriție, TMAP-181,
Facultatea Tehnologia Alimentelor, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

Autorul corespondent: Marjinean Iana, e-mail: iana.marjinean@an.utm.md

Rezumat. Studiul propus relatează despre compușii biologici activi care se conțin în tomate, proprietățile acestora și beneficiile consumului de tomate. Antioxidanții din tomate includ carotenoizi precum β -carotenul, un precursor al vitaminei A și, în principal, licopenul, care este în mare parte responsabil pentru conferirea nuanței roșie a fructelor; vitamine precum acidul ascorbic și tocoferolii și compuși fenolici precum flavonoidele. Consumul regulat de tomate și produse din tomate este asociat cu o viață sănătoasă și echilibrată. Studiile actuale demonstrează numeroasele beneficii ale compușilor bioactivi de tomate, fie izolați, fie în extracte combinate, precum efecte anticancerigene, anticolesterolemice, antidiabetice, cardioprotectoare și hepatoprotectoare.

Cuvinte cheie: tomate, licopen, carotenoizi, β -carotenul, vitamine, flavonoizi.

Introducere

Planta de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fig. 1 a fost importată din regiunea andină în Europa în secolul al XVI-lea, aceasta aparținând familiei Solanaceae, care include și alte plante de importanță economică, precum cartofi, vinete, ardei și tutunul [1]. Roșia (*Solanum lycopersicum*) FOCT 1725-85 este o legumă, mai bine spus un fruct de popularitate aproape universal, după gradul de utilizare este depășită doar de către cartof. Este o componentă cheie în aşa-numita „dieta mediteraneană”, care este deseori asociată cu un risc redus de boli cronice degenerative. Roșia este un produs versatil care poate fi consumat în stare crudă sau procesată într-o mare varietate de produse. Numărul de moduri în care poate fi folosită pentru a îmbunătăți aroma și caracteristicile altor alimente este practic infinit. Acest fruct miraculos, cândva considerat a fi element decorativ, în unele locuri ale globului chiar otrăvitor, astăzi este catalogată a fi o sursă bogată de vitamine (A, C, E), fibre alimentare, proteine, carotenoizii, aminoacizi esențiali, o serie de compuși organici antioxidantă bioactivi, lectine și minerale (K, Mn, Ca, Cu și Zn), care poate ajuta la corectarea deficiențelor populației în multe țări în curs de dezvoltare [Error! Reference source not found., 2].



Inima boului



Liana



Veneta

Fig. 1 Soiurile de tomate cultivate în R. Moldova

S-a demonstrat prin diverse studii faptul că consumul regulat și în proporții adecvate de tomate și alimente pe bază de tomate pot preveni bolile cronice degenerative induse de stresul oxidativ și inflamației.

Bioaccesibilitatea și biodisponibilitatea compușilor de tomate sunt influențați de modul în care roșii sunt consumate (adică, crude sau procesate), care îi afectează bioactivitatea ulterioară. Studiile clinice efectuate în ultimii ani elucidează efectele pozitive și mecanismele implicate în activitatea compușilor de tomate împotriva bolilor cardiovasculare și a diferitelor tipuri de cancer. Într-adevăr, extractele de roșii, precum și licopenul, α -tomatina și unii compuși fenolici au fost evidențiate ca având un potențial crescut pentru dezvoltarea de noi medicamente, nutriceutice și alimente funcționale [2].

Compușii biologic activi din tomate

Carotenoizii - sunt pigmenți lipofili sintetizați de plante, ciuperci, alge și bacterii. La plante, carotenoizii contribuie la sistemul fotosintetic și le protejează împotriva fotodeteriorării, pe lângă acesta influnțează asupra producerii de fitohormoni. Ca pigmenți ei sunt responsabili pentru culorile roșu, portocaliu, roz și galben ale fructelor, legumelor, în unele cazuri a crustaceelor. Cercetătorii au identificate în natură peste 750 de tipuri de carotenoizi, dar doar circa 100 sunt prezenți în cantități detectabile în dieta noastră, ca exemple avem: licopen, luteină, β -caroten, β -criptoxantina, α -caroten și zeaxantina [4].

Fructele și legumele sunt principalele surse de carotenoizi în dieta umană, furnizând 80-90% din acești compuși în țările dezvoltate și 82% în țările în curs de dezvoltare. Demonstrat este faptul că carotenoizii nu pot fi sintetizați în corpul uman, de aceea ei sunt utilizati ca biomarkeri pentru a reflecta aportul de fructe și legume, stabilind o relație directă între consumul de legume și concentrația de carotenoizi în sânge.

Carotenoizii se găsesc în aproape toate alimentele de origine vegetală, dar Britton și Khachik [5] au stabilit o clasificare a surselor alimentare în funcție de conținutul lor de carotenoizi, precum:

- surse cu conținut scăzut - 0–0,1 mg/100 g (piersică, kiwi, măr, poamă),
- moderat - 0,1–0,5 mg/100 g (mandarine, portocale, ananas),
- ridicat - 0,5–2 mg/100 g (papaya, mango, pepene verde),
- conținut foarte mare >2 mg/100 g (tomate, caisă, cartof dulce, morcov) [6].

β -carotenul - este principalul carotenoid prezent în dieta umană. Se găsește îndeosebi în fructe și legume de nuanțe galben-portocalii și verde închis, precum morcovi, dovleci, spanac, papaya, mango, caise și cartofi dulci [7].

Cercetări recente au arătat posibilele efecte preventive și protectoare ale β -carotenului asupra steatozei hepatice, fibrozei, stresului oxidativ, inflamației și apoptozei [8].

Licopenul - este un carotenoid căruia îi lipsește activitatea provitaminei A și este responsabil pentru conferirea culorii roșii până la roz în fructe și legume, cum ar fi tomatele, pepenele verde, caise, guava roz și papaya. Cantitatea de licopen crește în fructe pe măsură ce se coc. Conținutul de licopen crește considerabil de la 0,11 mg în fructele verzi la 0,84 mg în fructele semicoapte și până la 7,85 mg - în fructele coapte. Licopenul - are o activitate antioxidantă puternică și alte efecte benefice *in vitro* și *in vivo* datorită capacitatea sa de a acționa ca un captator de radicali liberi care este de 2 ori mai mare decât β -carotenul. Cercetorii au descoperit că licopenul previne deteriorarea pielii ca urmare a expunerii la razele ultra-violete (UV) și este un scut protector împotriva cancerului de piele [10].

Principalul efect protector al licopenului se datorează efectului său antioxidant prin inactivarea ROS și stingerea radicalilor liberi. Dincolo de capacitatea sa antioxidantă, mai reprezintă și alte mecanisme potențiale non-antioxidante, dintre care licopenul poate proteja împotriva bolilor cronice, inclusiv reglarea expresiei genelor, capacitatea antiproliferativă, imunitatea și modularea hormonală. Aceasta este motivul pentru care licopenul este unul dintre cei mai studiați carotenoizi în prevenirea și tratamentul NAFLD (Boala ficatului gras nonalcoolic) [11]. Roșii și produsele pe bază de roșii sunt cele mai comune surse de licopen în dieta umană și reprezintă mai mult de 85% din aportul alimentar al acestui carotenoid în America de Nord. De asemenea, în alimentația europeană, aportul de licopen și produse din tomate pe bază de roșii (conserve de roșii, piure de cartofi, supe și

sosuri de roșii) constituie 57% în Franța, 56% în Republica Irlanda și Regatul Unit, 61% în Țările de Jos și 97% în Spania [12].

Vitamina C – Tomatele concurează cu citricele în legătură cu conținutul de vitamina C.

Nivelurile ridicate de acid ascorbic din fructele de roșii oferă beneficii pentru sănătate pentru oameni și joacă un rol decesiv în mai multe aspecte ale vieții plantelor. Vitamina C din tomate ajută la reducerea riscului de accident vascular cerebral, o boală cardiovasculară, de asemenea conferă o bună funcționare a creierului .

O dietă îndestulată de legume și fructe produce o cantitate bună de vitamina C care menține nivelul adecvat al tensiunii arteriale, de asemenea protejează organismul de radicalii liberi care ar putea fi cauza accidentului vascular cerebral [13].

Vitamina E – denumita popular ca vitamina al fertilității, datorită importanței pe care îl joacă în funcția reproductivă a organismului, are un puternic efect antioxidant, sprijină sistemul imunitar, are grija de sănătatea epidermei și prezintă efecte asupra blocării reacțiilor patologice, care generează radicali liberi, capabili să afecteze ADN - ul. Tocoferolii opresc peroxidarea lipidelor în membranele celulare și diferitele particule de lipide prin donarea hidrogenului fenolic al inelului cromanol către radicalii peroxil lipidici, formând astfel radicali tocoferoxil nereactivi incapabili să continue reacția oxidativă în lanț.

În mod curios, tocoferolii sunt principalii antioxidanți liposolubili găsiți în plasmă, celule roșii și țesuturi. Acestea au fost asociate cu o incidență mai scăzută a bolilor de inimă, cu întârzierea bolii Alzheimer și cu prevenirea mai multor tipuri de cancer [14, 15].

Flavonoizi - reprezintă o clasă de metaboliți secundari care sunt produs omniprezent în fructe și legume. Acești polifenoli compuși au fost studiați pe larg datorită beneficiilor potențiale pentru sănătate. Flavonoidele au funcții importante în plante, inclusiv apărarea împotriva agenților patogeni și protecție împotriva radiațiilor ultraviolete (UV). La mamifere, ele s-a demonstrat că au multiple beneficii pentru sănătate ca antioxidanți și compuși antiinflamatori, anti-cancer și antivirali [16]. Se crede că activitatea lor antioxidantă este benefică pentru a încetini îmbătrânirea celulelor și pentru a proteja împotriva peroxidării lipidelor, o reacție care ar putea fi un pas important în dezvoltarea unor boli precum cardiovascular sau coronariene, boli de inimă și inflamație cronică [17]. Aceste caracteristici îi fac captatori eficienți ai radicalilor liberi, cum ar fi produsele peroxidării lipidelor, care sunt generate de reacțiile oxidative în lanț și conduc la deteriorarea țesuturilor [18].

Roșia este o cultură alimentară majoră la nivel mondial, iar fructul său conține mai multe flavonoide dintre care predomină naringenina, calcona și rutina, cu toate acestea, acești compuși se găsesc în cantități scăzute, întâlnite în special în coaja acesteia. Modificarea genetică poate fi utilizată pentru a regla biosinteza flavonoidelor în acest fruct.

Concluzii

Studiul realizat a demonstrat că tomatele sunt fructe etalon, un cadou minunat al naturii, fiind o sursă excelentă de antioxidanți, fibre, minerale și vitamine. Datorită beneficiilor sale multifuncționale este adesea recomandată de către dieticieni și nutritioniști în curele de scădere a colesterolului și în programele de pierdere în greutate. Este științific dovedit că antioxidanții prezentați în roșii oferă protecție împotriva cancerului, inclusiv a cancerului de colon, de prostată, de sân, endometrial, pulmonar și în tumorile pancreatiche.

Referințe

- BERGOUGNOUX, V. The history of tomato: from domestication to biopharming. *Biotechnol Adv* 2014; 32(1): 170-89.
- BORGUINI, R. G., FERRAZ DA SILVA TORRES, E. A. Tomatoes and tomato products as dietary sources of antioxidants // *Food Reviews International*. – 2009. – T. 25. – №. 4. – C. 313-325.
- STAJČIĆ, S., ĆETKOVIĆ, G., ČANADANOVIĆ-BRUNET, J., DJILAS, S., MANDIĆ, A., ĆETOJEVIĆ-SIMIN, D. Tomato waste: Carotenoids content, antioxidant and cell growth activities. *Food Chem* 2015; 172: 225-32.

4. MILANI, A., BASIRNEJAD, M., SHAHBAZI, S., BOLHASSANI, A. Carotenoids: Biochemistry, pharmacology and treatment. *Br. J. Pharmacol.* 2017, 174, 1290–1324.
5. BRITTON, G., KHACHIK, F. Carotenoids in Food. In Carotenoids: Nutrition and Health, 4th ed.; Britton, G., Pfander, H., Liaaen-Jensen, S., Eds.; *Birkhäuser Verlag: Basel*, Switzerland, 2009; pp. 45–66.
6. RODRIGUEZ-AMAYA, D. B., KIMURA, M., GODOY, H. T., AMAYA-FARFAN, J. Updated brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoids composition. *J. Food Compos. Anal.* 2008, 21, 445–463.
7. SHETE, V., QUADRO, L. Mammalian metabolism of β-carotene: Gaps in knowledge. *Nutrients* 2013, 5, 4849–4868.
8. YILMAZ, B., SAHIN, K., BILEN, H., BAHCECIOGLU, I.H., BILIR, B., ASHRAF, S., KUCUK, O. Carotenoids and non-alcoholic fatty liver disease. *Hepatobiliary Surg. Nutr.* 2015, 4, 161–171.
9. POPOVICI, V., RADU, O., HUBENIA, V., COVALIOV, E., CAPCANARI, T., POPOVICI, C. Physico-chemical and sensory properties of functional confectionery products with Rosa Canina powder. *Ukrainian Food Journal*, Volume 8, Issue 4, 2019, ISSN 2313–5891 (Online) ISSN 2304–974X, p. 815-827.
10. STAHL, W., HEINRICH, U., AUST, O., TRONNIER, H., SIES, H. Lycopene-rich products and dietary photoprotection. *Photochem. Photobiol. Sci.* 2006, 5, 238–242.
11. O'NEILL, M. E., CARROLL, Y., CORRIDAN, B., OLMEDILLA, B., GRANADO, F., BLANCO, I., SOUTHON, S. A. European carotenoid database to assess carotenoid intakes and its use in a five-country comparative study. *Br. J. Nutr.* 2001, 85, 499–507
12. BOAGHI, E., CAPCANARI, T., MIJA, N., DESEATNICOVA, O., OPOPOL, N. The evolution of food products consumption in Republic of Moldova in the demographic transition period. *Journal of Engineering Science*. Chișinău, Vol. XXV, no. 4 (2018), pp. 74 – 81. ISSN 2587-3474. eISSN 2587-3482. https://jes.utm.md/wp-content/uploads/sites/20/2019/03/JES-2018-4_74-81.pdf
13. SHIDFAR, F., FROGHIFAR, N., VAFA, M., RAJAB, A., HOSSEINI, S., SHIDFAR, S. et al. The effects of tomato consumption on serum glucose, apolipoprotein B, apolipoprotein A-I, homocysteine and blood pressure in type 2 diabetic patients. *Int J Food Sci Nutr* 2011; 62(3):289-294
14. MORLIERE, P., PATTERSON, L. K., SANTOS, C. M. et al. The dependence of α-tocopheroyl radical reduction by hydroxy-2,3-diaryl xanthones on structure and micro-environment. *Org Biomol Chem* 2012; 10(10): 2068-76.
15. COVALIOV, E., GROSU, C., POPOVICI, V., CAPCANARI, T., SIMINIUC, R., RESITCA, V. Impact of sea buckthorn berries (hippophae rhamnoides) on yoghurt biological value and quality. *The annals of the university Dunarea de Jos of Galati, fascicle VI – Food Technology* 45(2) / 2021. <https://doi.org/10.35219/foodtechnology.2021.2.05>
16. BURTON, GW, TRABER, MG. Vitamin E: antioxidant activity, biokinetics, and bioavailability. *Annu Rev Nutr* 1990; 10: 357-82.
17. HOLLMAN, P. C. H., HERTOG, M. G. L., KATAN, M. B. Role of dietary flavonoids in protection against cancer and coronary heart disease. *Biochem. Soc. Trans.* 1996, 24, 785-789.
18. COVALIOV, E., SUHODOL, N., CHIRSANOVА, A., CAPCANARI, T., GROSU, C, SIMINIUC, R. Effect of grape skin powder extract addition on functional and physicochemical properties of marshmallow. *Ukrainian Food Journal*. 2021. Volume 10. Issue 2, pp. 333 – 345. DOI: 10.24263/2304- 974X-2021-10-2-10.

ZrO₂ – O TENDINȚĂ MODERNĂ ÎN STABILIZAREA PROTEICĂ A VINURILOR ALBE

Marina TÎRSÎNĂ

Departamentul Oenologie și Chimie, grupa OEPV-211M, Facultatea Tehnologia Alimentelor,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

Autorul corespondent: Marina Tîrsină, marina.tirsina.98@gmail.com

Rezumat. Lucrarea respectivă reprezintă un studiu axat pe instabilitatea proteică a vinurilor, în particular a celor albe, în cadrul căruia s-au evaluat perspectivele de stabilizare a vinurilor contra precipitațiilor proteice cu materiale și metode noi și inofensive pentru consumator, inerte față de matricea vinului și care nu provoacă efecte colaterale nedorente asupra complexului organoleptic al vinului.

Pentru determinarea gradului de instabilitate proteică, asupra probelor s-au realizat un șir de teste termice dar și un test-expres, testul Protocheck. Acestea din urmă au fost efectuate în contextul aprecierii dozelor de sorbenți pentru cleirile deproteinizante – tradiționala bentonită, și sorbentul nou de perspectivă – ZrO₂.

Cuvinte cheie: instabilitate proteică, teste proteice, bentonită, ZrO₂, spectre de absorbție UV-VIS

Introducere

Stabilitate fizico-chimică a vinului este limitată în timp de o serie de factori intrinseci și extrinseci. În mare măsură, aceasta se datorează nivelului de stabilitate a proteinelor prezente în stare coloidală în mediul vinului. În principiu, instabilitatea proteică apare datorită denaturării acestora din urmă și se manifestă prin apariția unei ușoare opalescențe care ulterior formează precipitate ce se depun pe fundul buteliei formând un strat de depozit fin, alb-cenușiu, dezagreabil. Proteinele vinului provin, în principal, din struguri și sunt proteine legate de patogeneza (PR). Cele mai abundente sunt chitinazele și proteinele asemănătoare taumatinei (TLP) cu mase moleculare joase cuprinse între 20 și 30 kDa [1, 2].

Aprecierea cantitativă a stabilității proteice a vinului devine dificilă în condițiile în care, diferite teste analitice oferă rezultate diferite. Aceste diferențe se datorează parametrilor individuali fizico-chimici ai vinului, condițiilor de desfășurare a testelor, dar și corectitudinii modului operatoriu. Însă, dat fiind faptul că principalul factor care contribuie la destabilizarea proteinelor este șocul termic, convingerea că testele pe bază de denaturare termică dau cele mai bune rezultate este argumentată.

Stabilitatea sau instabilitatea proteică a vinurilor se determină prin stimularea desfășurării proteinelor termolabile sub influența temperaturilor ridicate (80°C) și măsurarea turbidității înainte și după test. Ulterior, se formulează concluzii generale despre starea de stabilitate a vinului și, implicit, necesitatea unui tratament care, la rândul său, trebuie să fie adecvat situației reale, și să nu supra- sau sub-estimeze dozele de sorbenți deproteinizanți pentru a evita ineficiența tratamentului sau eliminarea unor elemente importante pentru vin, din punct de vedere structural și organoleptic [3, 4].

Actualmente, în rândurile vinificatorilor din R. Moldova, și nu numai, modalitatea de stabilizare proteică a vinurilor rămâne a fi tratamentul complex cu bentonite, însă acesta prezintă o serie de inconveniențe sub aspect al calității vinurilor tratate (înlăturarea aromelor), cât și sub aspect economic și ecologic. Din acest motiv, se caută metode de asigurare a stabilității proteice care să fie eficiente și inofensive față de vin și consumator [5, 6, 7].

O metodă fizico-chimică de stabilizare proteică care este, relativ nouă dar destul de promițătoare este utilizarea oxidului de zirconiu - ZrO₂. Perspectiva acestui tratament devine tot mai intrigantă, prin prisma multitudinii avantajelor pe care le prezintă: este inert față de vin, oferă volume reduse de sedimente proteice, permite regenerarea lui după tratament și reselectiv, utilizarea repetată [8, 9].

În cadrul acestui studiu s-au analizat șase varietăți de vin alb, care au fost expuse testelor termice de stabilitate proteică, la cele mai diferite regimuri de temperatură și timpi de încălzire/răcire, dar și medii diferite. Scopul acestei diversificări de testare este de a-l identifica pe cel care exprimă conținutul real de proteine din vin, cu cea mai mică eroare posibilă.

Materiale și metode

Probele de vin selectate pentru analiza experimentală provin din roada anului 2020, trei dintre care sunt vinuri seci produse din varietățile europene Chardonnay, Pinot Grigio, Sauvignon Blanc în cadrul ÎM „Vinăria Purcari”, alte trei sunt obținute la Departamentul Oenologie și Chimie al FTA, UTM, din soiurile autohtone – Legenda, Riton și Viorica.

Toate testele au fost efectuate în laboratoarele din cadrul Departamentului Oenologie și Chimie al FTA, UTM. Inițial, toate probele au fost filtrate prin hârtie de filtru, condiționate la temperatura camerei (25°C); ulterior s-au măsurat turbiditățile inițiale ale probelor prin metoda nefelometrică. Totodată a fost monitorizat și complexul fenolic al vinurilor prin analiza spectrofotometrică în UV-VIS.

Metoda de testare lentă la cald presupune tratarea termică în cuptor termostatat, la temperatură constantă de 80°C timp de 10, 30, 120, 360 min., urmat de răcirea și măsurarea turbidității fiecarei probe după 1, 2, 3, 4, 5h distanță de încheierea tratamentului. Metoda testului rapid la cald prevede tratarea termică în baie cu apă la temperatură constantă de 80°C , timp de 30 minute, apoi răcirea și măsurarea turbidității fiecarei probe după 45 minute de la încheierea testului. Testul expres Protocheck constă în măsurarea inițială a turbidității (T_1), adăugarea probei de analizat la volumul kitului, omogenizarea uniformă a lui și măsurarea turbidității dezvoltate (T_2).

Tratamentul de deproteinizare cu bentonită a prevăzut prepararea suspensiei de bentonită de concentrație 5% din bentonită granulară Kolirex CP (Dal Cin, Italia) prin dizolvare în apă distilată. Suspensia obținută a fost menținută 30 min în repaos pentru gonflare, apoi administrată. Tratamentul cu ZrO_2 se rezumă la cântărirea sorbentului sub formă de pulbere, adăugarea acesteia direct în probele de analizat și încorporarea lui cu o baghetă de sticlă.

Toate măsurările au fost triplicate, pentru calcule fiind luate valorile medii dintre cele 3 măsurări paralele.

Pentru realizarea practică a experimentelor au fost utilizate următoarele utilajele și aparate: etuvă cu stabilirea digitală a temperaturii Drying oven SLN 53 SIMPLE, $+5\ldots+250^{\circ}\text{C}$; cuptor de calcinare SNOL 3/1000 LHM01, 3 litri, $+10\ldots+1100^{\circ}\text{C}$; baie de apă cu agitare Stuart SBS 40, 24 litri, $+5\ldots+95^{\circ}\text{C}$; spectrofotometru SPECTROCORD 250 PLUS, 190–1100 nm; centrifugă Hettich EBA 21, 18 000 rpm; turbidimetru WTW Turb 355 IR, NTU 0...10000.

Rezultate și discuții

Astfel cum avem nevoie de testul cel mai relevant și care oferă cea mai veridică informație, ținând cont de faptul că denaturarea proteinelor se desfășoară sub influența căldurii, am considerat mai veridice decât alte teste, testele la temperatură (în baie și în etuvă).

Testul la cald în etuvă, a avut 4 programe de încălzire. Din graficul reprezentat se poate remarcă faptul că turbiditatea probelor crește cu mărirea perioadei de menținere la cald, moment condiționat de proprietățile proteinelor supuse șocului termic de a nu forma tulbureli instantaneu, ci pe parcursul tratamentului. Din acest motiv se recomandă aplicarea unor condiții mai aspre de tratare, în vederea identificării potențialului real existent de denaturare a proteinelor.

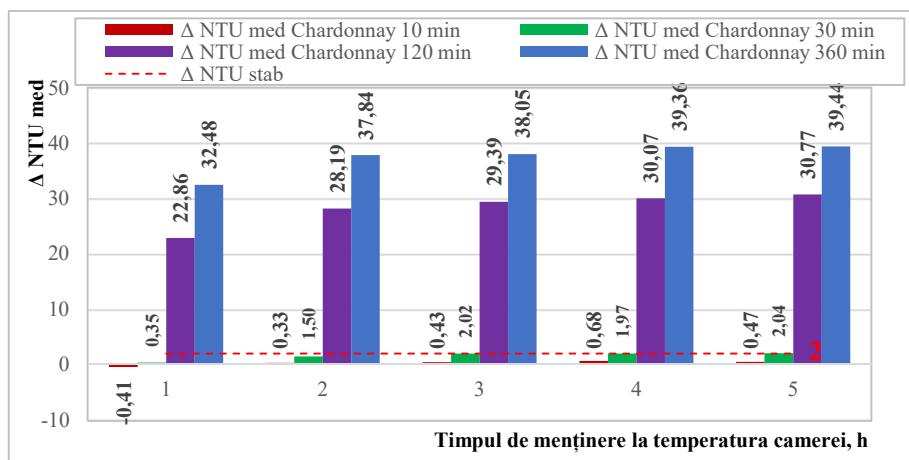


Figura 1. Dependența turbidității vinului Chardonnay în funcție de perioada de încălzire și cea de răcire a probelor

Pentru a fi testată stabilitatea vinului, proteinele termoinstabile trebuie să fie excitate și activate prin încălzire experimentală în baia cu apă, care asigură o încălzire mai uniformă a conținutului eprubetelor față de încălzirea cu aer cald – aceasta mai greu se încălzește, în schimb, își menține mai bine temperatura constantă. Acest fapt este demonstrat de turbiditățile obținute la testarea probelor, expuse în Fig. 2, care exteriorizează predispoziția vinului la casarea proteică într-un timp mai scurt și cu eforturi mai mici.

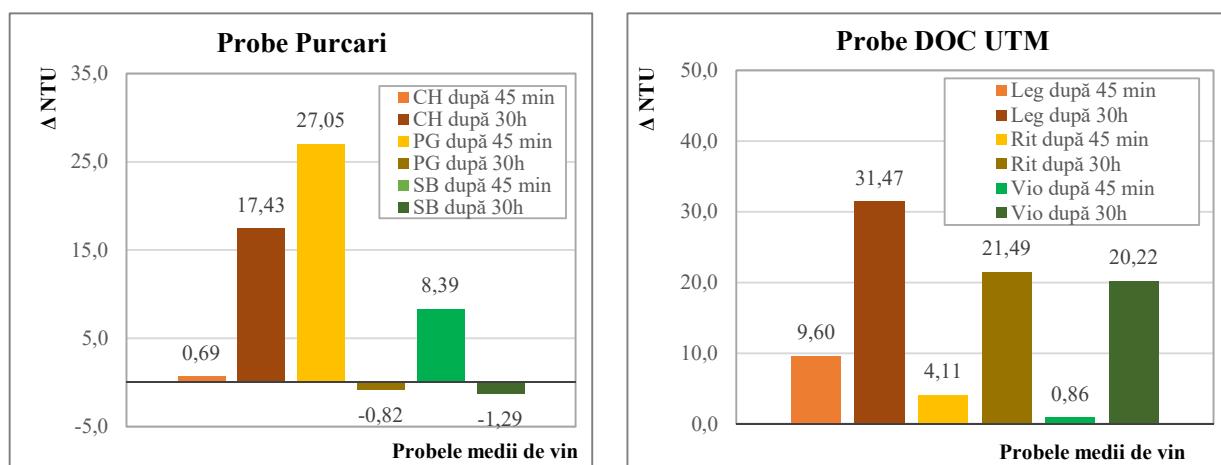


Figura 2. Turbiditatea probelor de vin încălzite în baie de apă, $t = 80^{\circ}\text{C}$, $\tau_{măs.1} = 30\text{min}$, $\tau_{măs.2} = 45\text{min}$, $\tau_{măs.3} = 30\text{h}$.

În baza rezultatelor oferite de testul în baie s-au calculat dozele de bentonită granulară Kolirex CP utilizată în tratările experimentale. Dozele de bentonită folosite au fost subestimate, iar probabilitatea casărilor proteice nu a fost înălăturată pentru 5 din 6 probe. Rezultatele măsurărilor arată că doar doza cea mai mare de bentonită aplicată în tratarea vinului Chardonnay oferă stabilitate vinului. În acest sens, ar fi necesar ca vinurile să fie tratate cu o doză mai mare de bentonită pentru a ajunge la pragul de stabilitate a vinului ($\Delta\text{NTU} \leq 2$). Paralel, pentru toate tratările a fost studiat ce se întâmplă cu complexul fenolic prin analiza spectrofotometrică.

Oxidul de Zr (IV) - adsorbantul sub formă de pulbere prezintă alternativa pentru bentonită. Folosit în cadrul experimentelor sub formă de pulbere cu puritate chimică 99%, în doze de 5g/l, 15g/l și 25g/l, a dovedit o stabilizare foarte bună a probelor. Pentru a evita anumite erori, probele tratate au fost testate în baia cu apă, iar rezultatele obținute nu prezintă diferențe esențiale, respective statutul probelor analizate rămâne a fi - stabile proteic.

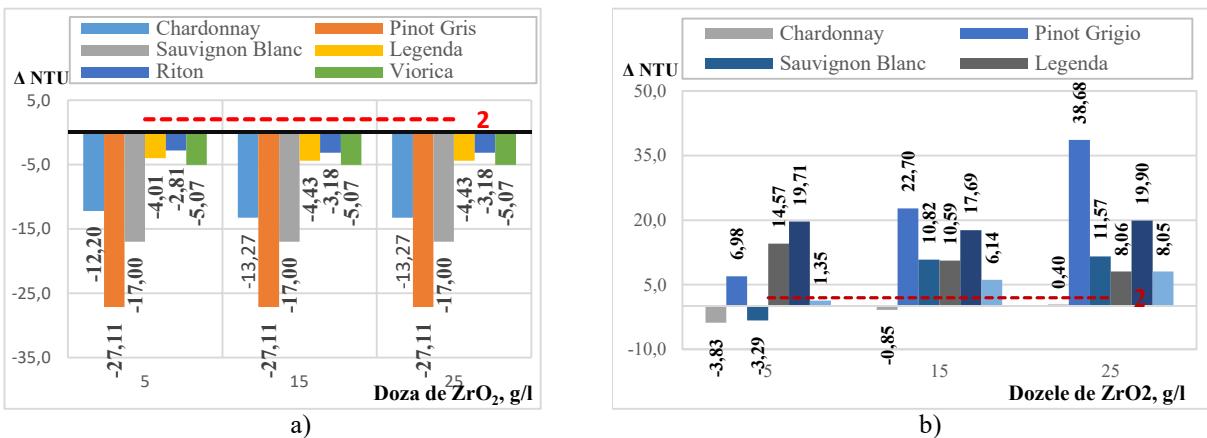


Figura 3. Dependența turbidității probelor în funcție de dozele de ZrO_2 administrate. Măsurări înregistrate a) după 5 zile de la tratament, b) după tratarea în baie cu apă ($t=80^\circ\text{C}$, $\tau=30\text{min}$) și menținerea 45min. în repaus

Diferențele de turbiditate înainte și după tratarea cu ZrO_2 și testarea în baie arată că dozele de sorbent necesar au fost depășite și doar în cazul probelor de Viorica doza 5 g/l este insuficientă, iar cea de 15 g/l deja este prea mare. În acest caz s-ar putea cerceta care ar putea fi doza optimală din intervalul 5...15 g/l pentru stabiliza vinul din punct de vedere proteic fără a consuma cantități mari de sorbent. Pentru celelalte probe de vin – Chardonnay, Pinot Grigio, Sauvignon Blanc; Legenda și Riton, implicit apare necesitatea precăutării dozelor individuale de ZrO_2 , mai mici de 5 g/l, care să ofere stabilitate vinului fără consum mare (și inutil) de sorbent.

În ceea ce privește complexul fenolic, studiat prin analiza spectrofotometrică UV-VIS, aspectul curbei (din Fig. 4) este obținută prin diferența între spectrul inițial și spectrul după tratamentul probei Chardonnay, denotă eliminarea de către ZrO_2 a proteinelor și a unor concentrații de substanțe fenolice care erau legate de proteine.

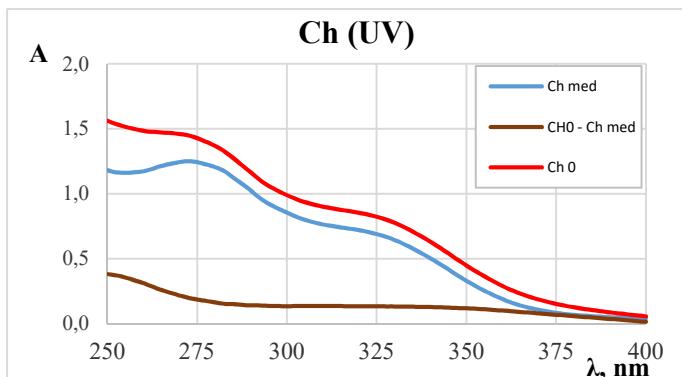


Figura 4. Spectrul de absorbție în UV a probei de Chardonnay netratat, Chardonnay tratat cu ZrO_2 , spectrul diferenței. $L=10\text{mm}$, Diluția = 10 ori

Ne-am convins că, comparativ cu tratamentul cu doze exagerate de bentonită, dozele mari de ZrO_2 utilizate nu generează probleme, deoarece în afară de proteine, ele practic nu elimină nimic altceva, cu atât mai mult că sedimentele formate pot fi izolate, recuperate, ZrO_2 din componența lor poate fi regenerat prin spălarea cu produse chimice sau prin tratarea termică.

Regenerarea sedimentelor de ZrO_2 a fost efectuată într-un cupitor de calcinare la 1000°C timp de o oră. Exploatarea proprietăților de adsorbție a oxidului de Zr regenerat s-a efectuat prin tratarea acelorași probe de vin cu doza de 25 g/l și studierea lor. Fig. 5 demonstrează și confirmă datele bibliografice că eficiența Zr-ului după regenerare rămâne aceeași, pe alocuri prezentând efect mai bun față de tratamentul inițial cu aceeași doză, apt care îi permite pe bună dreptate să înlocuiască tradiționala bentonită și să fie inclus în scheme de stabilizare proteică în flux continuu.

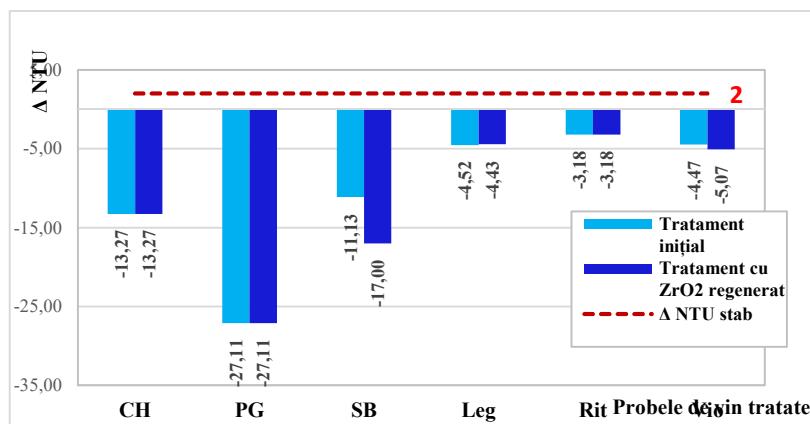


Figura 5. Diferențele de turbiditate a probelor de vin tratate cu ZrO₂ și cu ZrO₂ regenerat.

Concluzii

Instabilitatea proteinelor din vinuri este un fenomen multifactorial, iar tehnologiile de stabilizare proteică au nevoie de cunoștințe detaliate despre matricea vinului care urmează a fi tratat, despre cantitatea de proteine instabile prezente în mediul vinului dar și interacțiunile acestora cu diversi compuși ai vinului. Deoarece, multitudinea de teste care identifică gradul de instabilitate a vinurilor nu oferă rezultate univoce, aplicarea unui sau altui test trebuie să fie condiționată de „soarta” ulterioară a vinului-condițiile de transportare (timp, temperatură, agitare), stocare, comercializare.

S-a dovedit că deproteinizarea vinurilor cu bentonită rămâne a fi un tratament care sărăceaște vinul din punct de vedere organoleptic prin reduceri importante ale substanțelor fenolice, în timp ce ZrO₂ demonstrează capacitate de acțiune la nivel molecular și neutralitate față de complexul fenolic. Pe lângă aceasta sedimentele obținute de la tratarea cu ZrO₂ au fost colectate și regenerate prin combustia materiei organice. Regenerat, ZrO₂ a demonstrat aceeași eficiență deproteinizantă – argument forte pentru integrarea tratamentului vinurilor albe cu ZrO₂ în scheme tehnologice în flux cu recuperarea sorbentului.

Referințe

- MARANGON, M. New tools for white wine protein stabilization. ACENOLOGIA, 31.10.2017.
- MARANGON, M., VAN SLYTER, S. C., WATERS, E. J., MENZ, R. I. (2014). Structure of Haze Forming Proteins in White Wines: *Vitis vinifera* Thaumatin Like Proteins. PLoS ONE 9.
- CELOTTI, E., SALVIAN, J., FERRARETTO, P. (2015). Test di stabilità proteica a confronti. L'Enologo. 10, 79-85.
- TOLEDO, L. N., SALAZAR, F. N. AQUINO, A.J.A. A theoretical approach for understanding the haze phenomenon in bottled white wines at molecular level, *S. Afr. J. Enol. Vitic.* vol.38 n.1 Stellenbosch 2017
- LEE, T. (1986). Protein instability: nature, characterization and removal by bentonite.
- SALAZAR, G. FERNANDO, N. (2007). PhD Thesis. White wine continuous protein stabilisation. Taragona, Spain.
- COSME, F., FERNANDES, C., RIBEIRO, T., FILIPE-RIBEIRO, L., NUNES FERNANDO, M. (2020). White Wine Protein Instability: Mechanism, Quality Control and Technological Alternatives for Wine Stabilisation-An Overview. Beverages, 6, 19.
- SALAZAR, F. N., ZAMORA, F., CANALS, J. M., LOPEZ, F. (2010). Protein stabilization in sparkling base wine using zirconia and bentonite: influence on the foam parameters and protein fractions. *J. Int. Sci. Vigne Vin.* 6, 51-58.
- PASHOVA, V., GUELL, C., LÓPEZ, F. (2004). White wine continuous protein stabilization by Packed Column. *J. Agric. Food Chem.* 52, 1558–1563.

STUDIUL PROPRIETĂȚILOR FIZICO-CHIMICE ȘI EFECTUL TERAPEUTIC A SUBSTAȚELOR BIOLOGIC ACTIVE DIN USTUROI

Eugenia MÎLANIUC

Departamentul Tehnologia produselor alimentare, grupa TMAP-181,
Facultatea Tehnologia Alimentelor, Universitatea Tehnică din Moldova, Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Mîlaniuc Eugenia, e-mail eugenia.milaniuc@an.utm.md

Rezumat: Usturoiul cunoscut și sub numele Allium Sativum, este o legumă prețioasă cu aromă specifică datorită prezenței compușii organo sulfurați responsabil fiind alliina. Deasemenea există și alți compuși biologic activi precum: melanoide, saponine, compuși fenolici și, steroizi, flavonoide, taninuri, glicozide, alcaloizi. Bogat în vitamine (A, PP, C, B1, B2), minerale: fosfor, clor, zinc și iod. A fost și este utilizat pe scară largă la prepararea bucatelor ca condiment. Utilizat de către strămoșii noștri în scopuri medicinale profilactice și terapeutice pentru tratarea diferitor boli. Usturoiul manifestă diverse proprietăți protectoare cardiovascular, anticancerigene, antifungice, antiinflamatorii, imunomodulatoare și altele.

Cuvinte cheie: compuși orgno sulfurați (Aliina), flavonoide, saponine, alicină.

Introducere

Usturoiul (Allium sativum L.) face parte din familia Alliaceae (fig. 1). Este un condiment cu multe beneficii pentru sănătate, datorită prezenței diferiților compuși bioactivi, cum ar fi sulfuri organice, saponine, compuși fenolici și polizaharide, steroizi, flavonoide, taninuri, glicozide, alcaloizi etc. [1, 2]. În zilele noastre, populația optează mai mult pentru medicamentele tradiționale ca sursă esențială a asistenței medicale primare [1]. Originar din Asia centrală. Fiind utilizat ca mirodenie și medicament tradițional din antichitate, iar acum este cultivată în întreaga lume [3]. Usturoiul este o sursă importantă de minerale precum calciu, magneziu, fier, seleniu, fosfor, clor, zinc și iod. De asemenea, conține oligoelemente: nichel, cobalt și crom. O gamă de vitamine precum (A, PP, C, B1, B2) [4]. În ultimele decenii, numeroase studii au demonstrat funcțiile biologice remarcabile ale usturoiului, inclusiv proprietăți antioxidantă, protectoare cardiovasculare, anticancerigene, antifungice, antiinflamatorii, imunomodulatoare, antidiabetice, antiobezitate și antibacteriene [2, 5].

Proprietățile fizico-chimice a usturoiului

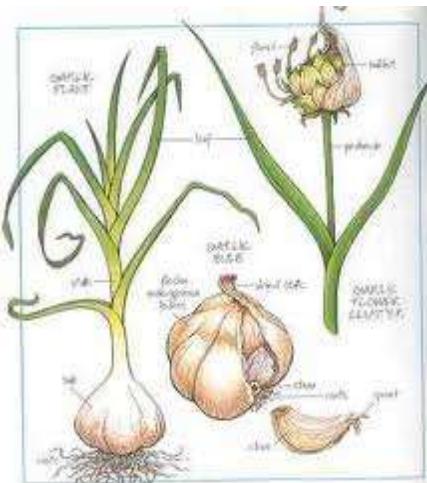


Figura 1. Usturoi (Allium Sativum) [6]

Usturoiul conține substanțe fitochimice, compuși care conțin sulf, cum ar fi ajoene (E-ajoene, Z-ajoene), tiosulfinați (alicină), vinilditiine (2-vinil-(4H)-1,3-ditiina, 3-vinil-(4H)-1,2-ditiina),

sulfuri (disulfură de dialil (DADS), trisulfură de dialil (DATS)) și altele care au reprezentat 82% din conținutul total de sulf de usturoi [1, 7]. Responsabili pentru prevenirea bolilor cardiovasculare (cancer, hipertensiune arterială, dislipidemie, obezitate și hiperglicemie) [8]. Pe lângă aceasta, activitatea antioxidantă a acestor compuși se coreleză și cu alți compuși bioactivi, cum ar fi peptidele bioactive, fibrele alimentare, polifenoli, flavonoide și micronutrienții. [10] Peptidele glutamil, cum ar fi c-glutamil-S-2-propenil cisteina (GluAlC), c-glutamil-S-trans-1-propenil-cisteina (IsoGluAlC) și c-glutamil-S-metil cisteina, sunt intermediari importanți în calea metabolică a biosintizei S-alil-cisteină sulfoxid și sunt considerate, de asemenea, ca rezervoare de azot și sulf în interiorul celulei [9, 15].

Flavonoide care au activitate antioxidantă sunt catechine, izoflavone, flavonoli, flavone, flavonoide și calcone. Au rol în creșterea sistemului de apărare al organismului ca imunostimulatori. Flavonoidele pot crește sistemul de apărare al organismului deoarece crește producția de IL-2 (Quercetină, interleucină), care este implicată în activarea și proliferarea limfocitelor [11, 12]. Poate inhiba activitatea enzimei xantinoxidază și poate crește activitatea antioxidantă. Flavonoidele sunt toxice pentru celulele canceroase, dar nu sunt toxice pentru celulele normale, pot fi utilizate în prevenirea cancerului. Antioxidanții primari, cum ar fi flavonoidele în concentrații scăzute, sunt cunoscuți că inhibă reacțiile de oxidare sau elimină radicalii liberi [10, 12].

Studiile efectuate *în vitro* au demonstrat că consumul de ulei de usturoi este eficient pentru prevenirea și tratamentul infecțiilor cu *H. Pylori*. Datorită prezenței melanoidina, polizaharide, fucoidan, Cladosiphon okamuranus [13,17].

Componentele bioactive ale usturoiului au reprezentat o gamă variată de funcționalități ale usturoiului. Proprietățile benefice ale componentelor usturoiului sunt reprezentate în tab. 1.

Mecanismele de acțiune a proprietăților compușilor biologic activi

Tabelul 1

Compuși biologic activi	Proprietăți	Mecanisme de acțiune	Surse
Allicină	Antibacterian	Interacțiune chimică cu enzime care conțin tiol	[1]
Alicina	Anti-inflamator	Creșterea activității celulelor imune f, inhibarea chemokinei SDF1α (factorul α derivat din celulele stromale) și migrarea transendootelială a neutrofilelor	[1]
Disulfură de alil propil, alicină, sulfoxid de cisteină, S-alil cisteină sulfoxid, aliina	Antidiabetic	Scăderea secreției de insulină din celulele pancreatiche, creșterea metabolismului hepatic și, creșterea producției de insulină cu acțiune scurtă	[1]
Gamma-glutamilcisteină	Antihipertensiv	Inhibarea enzimei de conversie a angiotensinei	[1]
Allicina	Anticancer	Inhibă proliferarea celulelor canceroase și induce apoptoza prin activarea caspazelor	[7]
S-Allyl cysteine		Blocarea formării și bioactivării nitrozaminelor	[7]
Flavonoide		mecanismul de reglare a proliferării celulare, inhibarea angiogenezei, alterarea permeabilității mitocondriale și creșterea proprietăților antioxidantă și a proapoptozei	[10]

Saponinele din Allium nu sunt întepătoare și au multe proprietăți biologice, inclusiv activități antispastice, antifungice, hemolitice, antiinflamatorii, de scădere a colesterolului și citotoxice. Mecanismele de acțiune sunt reprezentate în tab. 2. [15, 10]

Proprietățile terapeutice a saponinelor [16]

Tabelul 2

Substanța activă	Acțiunea fiziolitică
erubozidul-B	activitate antifungică pentru <i>Candida albicans</i> activitate antitumorală activități citotoxice <i>in vitro</i>
β-glucozidază	scade colesterolul plasmatic total și colesterolul LDL fără a modifica nivelurile de colesterol HDL la animale hipercolesterolemice.
Saponinele vegetale	inhibă absorbția colesterolului din lumenul intestinal la animalele și în consecință, reduc concentrația de colesterol plasmatic.

Substanțele active a saponinelor au demonstrat că acționează pozitiv asupra persoanelor bolnave, micșorând colesterolul rău și un remediu bun pentru împiedicarea dezvoltării ciupercilor.

Mai multe studii au arătat proprietățile biologice a usturoiului care posedă activitate antibacteriană, anticanceroasă, antiinflamatoare, antihipertensivă, hepatoprotectoare, antidiabetică, antimicrobiană și anti boala Alzheimer sunt reprezentate în figura 2.

Activitate antibacteriană	• sucul de usturoi, cât și alicina inhibă creșterea <i>Staphylococcus</i> , <i>Streptococcus</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Brucella</i> la concentrații scăzute
Activitate anticanceroasă	• Activitate antiproliferativă • Induce apotoza
Activitate antiinflamatoare	• Inhibă eliberarea de citokine inflamatorii
Activitate antihipertensivă	• Inhibarea enzimei de conversie a angiotensinei (ACE)
Activitatea hepatoprotectoare	• Îmbunătățirea stării antioxidantă • Reglarea stresului oxidativ
Activitatea antidiabetică	• Activarea secreției de insulină • Creșterea sensibilității celulelor la insulină
Activitate antimicrobiană	• Interacțiune chimică cu enzime care conțin tiol • Modificări ultrastructurale ireversibile ale celulelor fungice
Activitatea anti boala Alzheimer	• Inhibă enzimele colinesterazei (BuChE și ACHE)

Figura 2. Activitatea usturoiului și mecanismele ei [1, 14]

Studiind activitățile usturoiului putem observa că extractul de usturoi posedă mecanismele datorită activității sulfului stimulând factorii de relaxarea a endoteliului. O altă proprietate este inhibarea enzimelor și trombozei.

Concluzii

În urma studiului proprietăților fizico-chimice a usturoiul s-a constat că acesta posedă proprietăți terapeutice, precum activități anticancerigene, antioxidantă, antidiabetice, antiinflamatorii, imunomodulatoare, antidiabetice, antiobezitate și antibacteriene. Activitate antioxidantă a usturoiului provine din compuși care conțin sulf inclusiv alicina, 2-vinilditiinele, ajoenele, disulfura de dialil, trisulfura de dialil și sulfura de dialil. Usturoiul influențiază pozitiv sănătății omului.

Referințe

- EL-SABER BATIHA, G., MAGDY BESHISHY, A., G WASEF, L. (2020). Chemical constituents and pharmacological activities of garlic (*Allium sativum* L.): A review. *Nutrients*, 12(3), 872. <https://doi.org/10.3390/nu12030872>

2. SHANG, A., CAO, S. Y., XU, X. Y., GAN, R. Y. (2019). Bioactive compounds and biological functions of garlic (*Allium sativum L.*). *Foods*, 8(7), 246. <https://doi.org/10.3390/foods8070246>
3. SATYAL, P., CRAFT, J. D., DOSOKY, N. S. (2017). The chemical compositions of the volatile oils of garlic (*Allium sativum*) and wild garlic (*Allium vineale*). *Foods*, 6(8), 63. <https://doi.org/10.3390/foods6080063>
4. NAJMAN, K., SADOWSKA, A., & HALLMANN, E. (2021). Evaluation of bioactive and physicochemical properties of white and black garlic (*Allium sativum L.*) from conventional and organic cultivation. *Applied Sciences*, 11(2), 874. <https://doi.org/10.3390/app11020874>
5. ICIEK, M., KWIECIEŃ, I., & WŁODEK, L. (2009). Biological properties of garlic and garlic-derived organosulfur compounds. *Environmental and molecular mutagenesis*, 50(3), 247-265. <https://doi.org/10.1002/em.20474>
6. <https://www.selecthealthy.com/blog/2011/08/the-benefits-of-odourless-garlic-capsules>
7. SANTHOSHA, S. G., JAMUNA, P., & PRABHAVATHI, S. N. (2013). Bioactive components of garlic and their physiological role in health maintenance: A review. *Food bioscience*, 3, 59-74. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2013.07.001>
8. ZENG, Y. (2017). Therapeutic role of functional components in alliums for preventive chronic disease in human being. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/9402849>
9. MARTINS, N., PETROPOULOS, S., & FERREIRA, I. C. (2016). Chemical composition and bioactive compounds of garlic (*Allium sativum L.*) as affected by pre-and post-harvest conditions: A review. *Food chemistry*, 211, 41-50. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.029>
10. BOAGHI, E., CAPCANARI, T., MIJA, N., DESEATNICOVA, O., OPOPOL, N. The evolution of food products consumption in Republic of Moldova in the demographic transition period. *Journal of Engineering Science*. Chișinău, Vol. XXV, no. 4 (2018), pp. 74 – 81. ISSN 2587-3474. eISSN 2587-3482. https://jes.utm.md/wp_content/uploads/sites/20/2019/03/JES-2018-4_74-81.pdf
11. LIN, S., ZHANG, G., LIAO, Y., PAN, J., & GONG, D. (2015). Dietary flavonoids as xanthine oxidase inhibitors: Structure-affinity and structure-activity relationships. *Journal of agricultural and food chemistry*, 63(35), 7784-7794. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b03386>
12. POPOVICI, V., RADU, O., HUBENIA, V., COVALIOV, E., CAPCANARI, T., POPOVICI, C. Physico-chemical and sensory properties of functional confectionery products with Rosa Canina powder. *Ukrainian Food Journal*, Volume 8, Issue 4, 2019, ISSN 2313–5891 (Online) ISSN 2304–974X, p.815-827.
13. TAKEUCHI, H., TRANG, V. T., MORIMOTO, N. (2014). Natural products and food components with anti-Helicobacter pylori activities. *World Journal of Gastroenterology: WJG*, 20(27), 8971. doi: [10.3748/wjg.v20.i27.8971](https://doi.org/10.3748/wjg.v20.i27.8971)
14. NASIR, A., FATMA, G., NESHAT, N., & AHMAD, M. A. (2020). Pharmacological and therapeutic attributes of garlic (*Allium sativum Linn.*) with special reference to Unani medicine—A review. *J. Med. Plants Stud*, 8, 6-9.
15. COVALIOV, E., SUHODOL, N., CHIRSANOVА, А., CAPCANARI, T., GROSU, C, SIMINIUC, R. Effect of grape skin powder extract addition on functional and physicochemical properties of marshmallow. *Ukrainian Food Journal*. 2021. Volume 10. Issue 2, pp. 333 – 345. DOI: 10.24263/2304-974X-2021-10-2-10.
16. AMAGASE, H. (2006). Clarifying the real bioactive constituents of garlic. *The Journal of nutrition*, 136(3), 716S-725S. <https://doi.org/10.1093/jn/136.3.716S>
17. COVALIOV, E., GROSU, C., POPOVICI, V., CAPCANARI, T., SIMINIUC, R., RESITCA, V. Impact of sea buckthorn berries (*hippophae rhamnoides*) on yoghurt biological value and quality. *The annals of the university Dunarea de Jos of Galati, fascicle VI – Food Technology* 45(2) / 2021. <https://doi.org/10.35219/foodtechnology.2021.2.05>

UTILIZAREA TESCOVINEI DE STRUGURI PENTRU CREAREA PRODUSELOR FUNCȚIONALE

Anastasia EREMEI*, Adriana PRISĂCARU*

¹Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Tehnologia Alimentelor, Departamentul Alimentație și Nutriție, grupa TMAP-181, Chișinău, Republica Moldova

*Autorii corespondenți: Eremei Anastasia, anastasia.eremei@an.utm.md,
Prisăcaru Adriana, adriana.prisacaru@an.utm.md

Rezumat: Sunt considerate funcționale alimentele care pot fi consumate în cadrul dietei normale și care conțin compuși biologic activi, cu potențial de ameliorare a sănătății sau de reducere a riscului de boală. Tescovina este reziduul principal al industriei vinicole este compusă din pielișă, și semințe, fiind cunoscute prin nivelurile ridicate de compuși fenolici. Articolul prezintă necesitatea utilizării tescovinei de struguri în scopul obținerii produselor funcționale. S-au studiat mai multe încercări de utilizare a tescovinei de struguri în industria alimentară ca adăos în pâine, paste. Rezultatele au demonstrat că modificarea valorii biologice a produselor nu a afectat caracteristicile organoleptice a produselor finite, influențând doar culoarea datorită conținutului pigmentelor naturale – antociană. Iar din punct de vedere a compoziției chimice activitatea antioxidantă a fost majorată datorită conținutului de polifenoli.

Cuvinte – cheie: tescovină de struguri, produse funcționale, conținut nutritiv, antioxidanți

Introducere

Conceptul că alimentele au efecte de promovare a sănătății, pe lângă valorii lor nutriționale, a fost acceptat din ce în ce mai mult în ultimii ani și efectele specifice ale nutriției de prevenire a bolilor au contribuit la descoperirea alimentelor funcționale [1]. Astfel, *alimentele funcționale* sunt acele alimente care dispun de un efect potențial pozitiv asupra sănătății, dincolo de nutriția de bază (prin adăugarea de noi ingrediente sau suplimentarea celor conținute deja).

Datorită efectelor benefice asupra sănătății umane și a importanței sale economice, struguri sunt fructe cultivate și consumate pe scară largă în întreaga lume. Din punct de vedere istoric, producția și exportul de struguri au fost controlate aproape exclusiv de țările europene tradiționale [2]. Deșeurile din industriile agroalimentare reprezintă o problemă actuală de preocupare globală, cu generarea a aproximativ 37 de milioane de tone de reziduuri agricole în lume în 2017. Generarea de deșeuri agricole este deosebit de importantă în viticultură; se estimează că se produc 25kg de deșeuri la fiecare 100kg de struguri [3].

Industria de vinificație produce reziduuri solide, cum ar fi tescovină de struguri (60% din totalul subproduselor de prelucrare a strugurilor), care este alcătuită în principal din pielișă de struguri (50%), pulpă și tulpiți reziduale (25%) și semințe (25%) [3]. Prin urmare, subprodusele de prelucrare a strugurilor pot fi utilizate pentru a produce ingrediente cu proprietăți funcționale pentru dezvoltarea de noi produse alimentare.

Scopul acestei lucrări constă în studierea și analiza utilizării tescovinei de struguri pentru crearea produselor funcționale.

Utilizarea rațională a materiilor prime este o problemă deosebit de importantă în industria de prelucrare a produselor de origine vegetală. Industria vitivinicola în Republica Moldova reprezintă una dintre ramurile principale ale economiei țării. În vinificație ponderea produselor secundare depășește 18-20 % din cantitatea strugurilor prelucrați [4]. Reziduul principal al industriei vinicole este tescovina - compusă din pielișă (55 – 65 %), și semințe (18 – 25 %), fiind cunoscute prin nivelurile ridicate de compuși fenolici [5]. Prezența acestor compuși bioactivi, care au activitate antioxidantă și antimicrobiană, adaugă valoare acestui reziduu datorită potențialului de a fi aplicate în industria alimentară, farmaceutică sau cosmetică [6]. Tescovină de struguri este o sursă valoroasă de polifenoli, antioxidanți, substanțele pectice, etc. Antioxidanții sunt vitamine, minerale și alte

substanțe nutritive, care protejează și recuperează celulele după impactul radicalilor liberi. Puterea antioxidantă este datorită compușilor fenolic, cum ar fi flavonoidele și taninurile, care au o capacitate antioxidantă puternică [7].

Flavonele sunt compuși fenolici de culoare galben sau galben-brun, aflându-se în struguri ca heterozide. Din această categorie de compuși fenolici cei mai importanți reprezentanți sunt: quercetina, kaempferol și miricetina. Taninurile din pielița strugurilor fac parte din clasa polifenolilor nehidrolizabile. În pielițe taninurile ocupă proporții cuprinse între 28 și 35 % din întregul conținut al boabelor de struguri. Resveratrolul este cel mai puternic antioxidant, prezent cel mai mult în coaja și pulpa strugurilor roșii, care doar 10% trece în vinul roșu, iar 90% rămâne în tescovină. De asemenea acesta joacă un rol în mecanismele de apărare împotriva atacului agenților patogeni, a diverselor leziuni [8]. Din anii 1990, resveratrolul a fost studiat pe larg în struguri și derivații acestora datorită activităților sale bioactive, cum ar fi efectele antioxidantă, antiinflamatorii, antimicrobiene, anticancerigene, antiimbătrânire, cardioprotectoare și inhibarea agregării trombocitelor [9].

Substanțele aromatice sunt localizate în straturile profunde ale pieliței. Aromele din piela boabelor de struguri, se mai numesc uleiuri eterice. Substanțele pectice se conțin în pielița strugurilor. Protopectina localizată în peretele celular și spații intercelulare, îndeplinește rolul structural împreună cu celuloza și hemiceluloza. Pectina solubilă se găsește în principal în vacuole. Boabele de struguri mai puțin succulente conțin mai multă pectină; în același timp în urma presării o parte semnificativă a pectinei insolubile rămâne în tescovină. Semințele de struguri sunt bogate în antioxidantă fenolici extractibili, cum ar fi acidul fenolic, flavonoidele și procianidinele.

Tabelul 1

Compoziția chimică a părților individuale ale unui ciorchine de struguri, % [10]

Substanțe/Componente	Ciorchinele	Pielita	Pulpa	Semințele
Apă	55 – 80	60 – 80	60 – 90	25 – 50
Substanțe azotoase	0,7 – 2,0	0,8 – 2,0	0,2 – 1,4	0,8 – 1,2
Substanțe fără azot	2,1	20,0	10,2 – 40,0	19,0
Celuloza	5,0	4,0	Foarte puțin	28,0
Acid acetic	0,3	-	0,1 – 1,5	-
Acid malic	Urme	Foarte puțin	0,4 – 1,0	-
Taninuri și pigmenti	1,2 – 5,4	0,5 – 4,0	Urme	2 – 8
Acizi grași	-	0,1	0,2 – 0,5	10 – 24

În ultimul deceniu au fost depuse eforturi semnificative pentru a explora potențialul utilizării tescovinei de struguri pentru a produce ingrediente alimentare funcționale, cum ar fi antioxidantii naturali pentru fortificarea nutriției și conservarea alimentelor [11]. De asemenea, alte utilizări comerciale potențiale alternative ale tescovinelor de struguri includ coloranții și ingredientele alimentare, fibrele alimentare, produsele fitochimice și suplimentele alimentare pentru prevenirea bolilor [12]. Din tescovina poate fi obținută făină din pielițe, care la prepararea articolelor de patiserie va înlocui o parte de făină de grâu, oferind caracteristici senzoriale satisfăcătoare (aspect, textură și culoare) [13].

Pâinea este un produs de panificație, care a fost fortificată prin adăugarea pudrei de tescovină de struguri ca ingredient funcțional. Rezultatele preliminare au arătat că procesul de fortificare a păstrat aspectele senzoriale acceptabile pentru consumatori. Conținutul de polifenoli și capacitatea antioxidantă sunt semnificativ crescute la pâinea cu tescovină de struguri, iar indicele glicemic a scăzut la pâinea fortificată. Este cunoscut cu certitudine că în prezent se realizează numeroase dezvoltări în domeniul alimentației. Aceste evoluții sunt axate pe îmbunătățirea valorii biologice a produsului, precum și a valorii sale nutriționale.

La Departamentul Alimentație și Nutriție au fost efectuate încercări de a elabora un sir de produse cu încorporarea pieliței de struguri, printre care se enumeră: înghețata, produse făinoase de patiserie și un produs gelifiant. De asemenea, a fost elaborat un produs gelifiant de tip sufleu, pentru obținerea căruia au fost folosite următoarele ingrediente: zahăr, apă, suc de lărmăie, gelatină, pudră din pielițe de struguri în diferite concentrații față de masa produsului: 5%, 7,5%, 10%.



Figura 1. Produsul finit prezentat la degustare

În urma cercetărilor efectuate asupra desertului gelifiant cu adaos de pudră din pielișe de struguri s-a obținut un produs cu următoarele caracteristici organoleptice:

Culoare: Desertul cu adaosuri să aibă o nuanță mov plăcută; suprafața este netedă; Fără urme de impurități sau pete vizibile. Culoarea produselor depinde de materiile prime principale și suplimentare și de condițiile procesului de producție.

Gust și miros: plăcut, cu gustul și mirosul materiilor prime folosite. Cu o ușoară nuanță de pielișă de struguri. Fără amărăciune, aciditate, mucegai și alte arome sau mirosuri neplăcute.

Structură: poroasă, elastică

Formă: produsul are forma corectă, fără îndoituri și îndoituri.

Au fost analizate toate comentariile și recomandările de după degustare și au fost formulate concluzii. Pe baza comentariilor primite, s-a constatat că varianta cea mai reușită este proba cu adaos de -10% pudră.

Наименование продукта	Баллы					Замечания, комментарии	Всего баллов
	Цвет	Вкус	Запах	Форма	Эластичность		
1 Контрольная проба (десерт без добавлений)	5	3	5	5	5	Вкус сладкий, приятный	
2 Десерт с добавлением 5% кожицы винограда	4	4	5	5	5	Невкусные зерна из субъект	
3 Десерт с добавлением 7,5% кожицы винограда	4	5	3	5	5	Запах посторонний, неприятный. Чем гелеобразной	
4 Десерт с добавлением 10% кожицы винограда	5	5	5	5	5	приятный вкус и цвет	

Figura 2. Rezultatele degustării

Concluzii

După ce am studiat toate sursele bibliografice, putem concluziona că pielișele de struguri sunt bogate în substanțe polifenolice și antioxidantă. Astfel s-au efectuat diferit încercări de elaborare a produselor care conțin tescovina de struguri cum ar fi paste, pâine, etc. rezultatele cărora au demonstrat caracteristici pozitive în ceea ce privește atât compoziția chimică, cât și indici organoleptici calitativi. De aceea, utilizarea tescovinei de struguri în crearea produselor funcționale reprezintă o direcție nouă în industria alimentară care are drept scop de a pune la dispoziția tuturor tipurilor de consumatori produse cu valoarea biologică ridicată și cu efecte benefice asupra organismului uman.

Ținând cont de faptul că valorificarea deșeurilor agroalimentare reprezintă o problemă globală apar noi tendințe de utilizare a acestora la fortificarea produselor alimentare. Având în vedere că Republica Moldova joacă un primordial în producerea vinului pe piața internațională, deșeurile rezultate în urma activității vitivinicole sunt accesibile și necesită o utilizare rațională. Acest fapt va contribui la dezvoltarea produselor fortificate autohtone și exportul lor pe piața internațională.

Chiar dacă până în prezent au fost efectuate o mulțime de cercetări în domeniul respectiv, totuși potențialul tescovinei de struguri rămâne de studiat mai minutios folosind tehnologiile inovatoare.

Referințe

1. BALAN, M., VIȘANU, V. Valorificarea deșeurilor din vinificație, 2020.
2. SOUSA, E. C., UCHÔA-THOMAZ, A. M. A., CARIOCA, J. O. B., MORAIS, S. M., LIMA, A., MARTINS, A., ALEXANDRINO, C. D., FERREIRA, P.A.T., RODRIGUES, A.L.M., RODRIGUES, S. P., SILVA, J. N., RODRIGUES, L. L., Chemical composition and bioactive compounds of grape pomace (*Vitis vinifera L.*), Benitaka variety, grown in the semiarid region of Northeast Brazil., *Food Sci. Technol, Campinas*, 34(1): 135-142, Jan.-Mar. 2014
3. RIVAS, M.Á., CASQUETE, R.; CÓRDOBA, M.D.G., RUÍZ-MOYANO, S., BENITO, M. J., PÉREZ-NEVADO, F., MARTÍN, A. Chemical Composition and Functional Properties of Dietary Fibre Concentrates from Winemaking By-Products: Skins, Stems and Lees. *Foods* 2021, 10, 1510. <https://doi.org/10.3390/foods10071510>
4. FONTANA, A. R. et al. Grape pomace as a sustainable source of bioactive compounds: extraction, characterization: and biotechnological applications of phenolics. *J. Agric. Food Chem.* (2013)
5. GONZÁLEZ-PARAMÁS, A. M., ESTEBAN-RUANO, S., SANTOS-BUELGA, C. de PASCUAL-TERESA, S., RIVAS-GONZALO, J. C. Flavanol content and antioxidant activity in winery byproducts. *J. Agric. Food Chem.* 2003, 52, 234–238.
6. GONZÁLEZ-CENTENO, M. R. et al. Physico-chemical properties of cell wall materials obtained from ten grape varieties and their byproducts: grape pomaces and stems. *LWT – Food Sci. Technol.* (2010)
7. CANTOS, E., GARCÍA-VIGUERA, C. de Pascual, T., TOMÁS-BARBERAI, F. A. Effect of postharvest ultraviolet irradiation on Resveratrol and other phenolics of cv. Napoleon table grapes. *J. Agric. Food Chem.* 2000, 48, 4606–4612.
8. PEZET, R., PERRET, C., JEAN-DENIS, J. B., TABACCHI, R., GINDRO, K., VIRETO, O. R. Viniferin, a resveratrol dehydromer: one of the major stilbenes synthesized by stressed grapevine leaves. *J. Agric. Food Chem.* 2003, 51, 5488–5492.
9. SÁYAGO-AYERDI, S. G., BRENES, A., VIVEROS, A., GOÑI, I. Antioxidative effect of dietary grape pomace concentrate on lipid oxidation of chilled and long-term frozen stored chicken patties. *Meat Sci.* 2009, 83, 528–533.
10. AYED, N., YU, H. L., LACROIX, M. Improvement of anthocyanin yield and shelf-life extension of grape pomace by gamma irradiation. *Food Res. Int.* 1999, 32, 539–543.
11. METIVIER, R. P., FRANCIS, F. J., CLYDESDALE, F. M. Solvent extraction of anthocyanins from wine pomace. *J. Food Sci.* 1980, 45, 1099–1100.
12. САФОНОВА, Л. В. Использование пищевых загустителей в общественном питании и пищевой промышленности. *Пищевая технология №1*, 2009, - 48с.
13. SHRIKHANDE, A. J. Wine by-products with health benefits. *Food Res. Int.* 2000, 33, 469–474.

IMPORTANTĂ COLAGENULUI PENTRU ORGANISMUL UMAN

Anastasia MOLDOVAN

*Departamentul Alimentație și Nutriție, grupa TMAP-181,
Facultatea Tehnologia Alimentelor, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova*

Autorul corespondent: Anastasia Moldovan, e-mail anastasia.rabei@an.utm.md

Rezumat. O proteină importantă și foarte necesară pentru organismul uman este colagenul. În țesuturile umane au fost descrise mai multe tipuri de colagen și în majoritatea cazurilor structurile lor moleculare au fost elucidate. Până în prezent se încearcă să fie înțeleasă prin ce sunt unice moleculele de colagen și raportul dintre structura lor cu funcția lor. Acestea fiind clasificate după genele sale și lanțurile ce le creează fiind XXIX la număr. Cea mai mare parte din proteinele corpului uman este deținută de colagen. Din această cauză este necesar de a fi sintetizat și acumulat în cantități mari atât în timpul creșterii cât și în timpul unor leziuni a țesuturilor. Colagenul deține un procentaj mare și este foarte activ în ceea ce ține de remodelarea sau revindecarea țesuturilor precum oasele. Extracția colagenului presupune două etape cheie: a) pretratarea crudătății materiale; și b) extracția de colagen. De asemenea sunt descrise cele mai importante metode de extracție, precum extracția prin solubilizarea acidă, extracția prin solubilizarea sării. Dimensiunea pieței globale a colagenului a fost evaluată la ~4,27 miliarde USD.

Cuvintele cheie. colagen, proprietăți fizico-chimice, valoarea biologică, metode de extracție

Introducere

Una dintre cele mai fascinante proteine nu doar pentru prezența sa la animalele multicelulare, dar și pentru structura chimică unică este colagenul. Datorită faptului că proteina dată este prezentă în oase, în dinți, în piele, în tendoane, această a trezit interesul în rândul anatomicilor, biochimiștilor, biologilor, fiziologilor, chimiștilor precum și în rândul medicilor: dermatologilor, chirurgilor dentari cât și ortopezi, zoologilor și mulți altora.

În timpul dezvoltării embrionului încep să apară fibrele de colagen și anume în momentul când începe să diferențiează structura sa. Fibrele de colagen sunt responsabile de funcționarea optimă a țesuturilor precum poelea, oasele, cartilajele, de asemenea au o importanță majoră în structura majorității organelor precum și a vaselor sanguine. Apariția procesului de autosamblare extracelulară este efectul cauzat de acțiunile intracelulare ce provoacă sinteza moleculelor de colagen. Legăturile încrucișate între moleculele adiacente sunt o condiție optimă pentru ca fibrele de colagen să poată rezista necesităților fizice la care sunt expuse [1].

Clasificarea și tipurile de colagen

Colagenul este cea mai numeroasă proteină la mamifere după procentajul total, deținând 30% din masa proteică totală. După ce a fost descoperit colagenul de tip II de către Miller și Matukas în 1969, au mai fost descoperite încă 26 de tipuri noi de colagen datorită biologiei moleculare și de clonare a genelor. Însăși familia de colagen are 28 de membri, care au fost numerotate cu cifre romane. A mai fost descoperit un nou colagen epidermic cu numarul XXIX, dar acesta nu face parte din familia de colagen cu acest număr, deoarece gena sa COL29A1 corespunde identic cu gena colagenului de tip 6 COL6A5, de asemenea lanțul A1 corespunde cu cel al lanțului A5. Colagenul are o structură comună datorită prezenței unui triplu helix. Diversitatea familiei de colagen este prezentă datorită existenței a multor lanțuri, mai multor izoforme moleculare și structuri supramoleculare și utilizarea promotorilor alternativi și splicing alternativ pentru un singur tip de colagen [2, 3].

În țesuturile umane au fost descrise mai multe tipuri de colagen și în majoritatea cazurilor structurile lor moleculare au fost elucidate. Până în prezent se încearcă să fie înțeleasă prin ce sunt unice moleculele de colagen și raportul dintre structura lor cu funcția lor. Sunt prezente unele celule precum mezenchimalul care dețin capacitatea de a produce un anumit tip de colagen, iar aceste celule pot fi influențate de mediu ceea ce poate cauza modificarea tipurilor și ratea de sintetizare a

colagenului. Printre acești factori un rol major îl joacă presiunea și tensiunea. Fibrele de colagen datorită abilităților de modificare a diametrelor și modalităților de ambalare, acestea pot asigura țesuturile cu unele caracteristici, cum ar fi caracteristici ce variază de la transparentă la o rezistență mare la tracțiune și de la stocarea de energie până la risipirea acesteia. Creșterea fibrelor are loc treptat printr-un control turnover și alunecare interfibrilară. Acestea protejează corpul și organele în ansamblu, de asemenea în special prin asocierea fibrelor cu receptorii senzoriali și formarea unor rețeli foarte complexe care au la bază amestecuri de tipuri de colagen și proteoglicani [3].

Cu aproximativ 15 ani în urmă s-a descoperit că toate fibrile de colagen prezente într-un anumit organism sunt alcătuite din molecule identice. Acest fapt a îngreunat semnificativ munca experimentală și înțelegerea diferitor tipuri de colagen, de asemenea și structurii lor moleculare, precum și celulele de origine. În ciuda experimentelor și progreselor semnificative, încă nu este demonstrat clar modul în care structura acestor molecule se raportează la funcția lor. După cum a fost menționat mai sus, diferite tipuri de colagen sunt numerotate folosind cifre romane, care au fost atribuite în ordine în care au fost purificate și caracterizate. În figura de mai jos sunt prezentate schematic cele trei tipuri de colagen, fiind arătate conformațiile moleculare, compoziția lanțului și gradele relative de glicozilare.

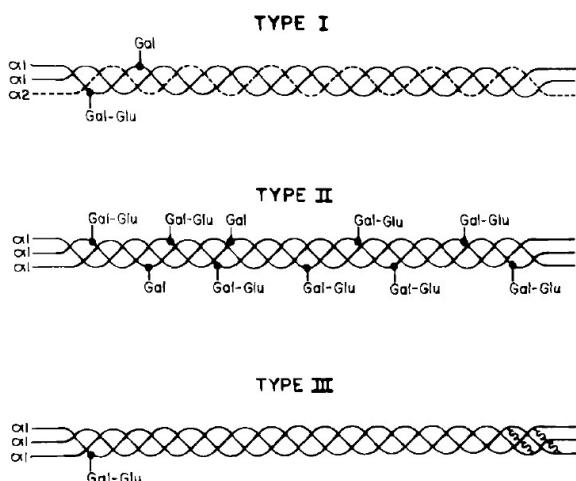


Fig. 1. Diagrama celor trei tipuri de colagen

Diagrama celor trei tipuri de colagen. Tipul I este prezent în piele, os, tendon etc. Tipul II în cartilaj. Tipul III în vasele de sânge, țesuturi în curs de dezvoltare și o componentă minoră a pielii și alte țesuturi. Există diferențe în compoziția lanțurilor și gradelor de glicozilare. Legăturile disulfurice încrucișate sunt observate în colagenul de tip III [4].

Structura chimică a colagenului

Cea mai mare parte din proteinele corpului uman este deținută de colagen. Din această cauză este necesar de a fi sintetizat și acumulat în cantități mari atât în timpul creșterii cât și în timpul unor leziuni a țesuturilor. Colagenul deține un procentaj mare și este foarte activ în ceea ce ține de remodelarea sau revindecarea țesuturilor precum oasele, în timp ce pentru alte țesuturi care sunt mai puțin dinamice precum pielea și tendoanele, colagenul deține un procent mai mic și mai lent, chiar aproape neglijabil de remodelare și revindecare a acestora. Au fost efectuate mai multe experimente prin care au fost implicate produse metabolice celulare în stimularea sintezei de colagen, iar o parte din mecanismele implicate și anume 131 la număr nu au fost înțelese. În condiții normale de creștere și activitate unde nu este exclus stresul, fenomenele piezoelectrice, densitatea celulară și interacțiunile celulă-celulă acestea fiind niște factori care pot afecta membranele celulare, sinteza și secreția de colagen. Acest domeniu fiind foarte greu de investigat, de aceea nu este prea cunoscut. În general, activitatea celulelor și țesuturilor legate de capacitatea acestora de a sintetiza colagenul sunt evaluate prin capacitatea acestora de a sintetiza hidroxiprolina sau prin măsurarea activităților unor enzime specifice care sunt cel mai adesea testate și anume prolina și lisil-hidroxilaza [5].

Funcțiile colagenului

Cei mai deși întâlniți colageni la vertebrate sunt colagenii fibrilari, aceștia joacă un rol structural, contribuind la arhitectura moleculară, la formă și la proprietățile mecanice ale țesuturilor precum și rezistența la întinderile de piele și ligamente. Mai mulți colageni, denumiți cândva colageni minori sunt cruciali pentru integritatea țesuturilor, chiar dacă sunt în cantități foarte mici. La adult colagenul IX cuprinde circa 1% din colagen prezent în cartilajul articular, iar colagenul VII care este crucial pentru integritatea pielii, constituie 0,001% din totalul colagenului din piele. Excesul de colagen prezent este depus în matricea extracelulară în timpul fibrozei, iar fibrilogeneza fiind o nouă țintă pentru a limita fibroza prin acțiunea de blocare a interacțiunilor imediate de telopeptide ale moleculelor de colagen [6]. Colagenii pot interacționa cu celule prin mai mulți receptori. Unele tipuri de colagen cu un țesut restrâns exercită funcții biologice specifice. Colagenul VII este o componentă a ancorării fibrile ce participă la ameliorarea adeziunilor dermo-epidermice. Colagenul X, prezent în cartilajul hipertrophic joacă un rol în osificarea endocondrală și contribuie la formarea hematopoietică la nivelul joncțiunii condroososului. Colagenul XXII este prezent numai la joncțiunile tisulare precum în schelet și în inimă mușchi. O asociere între COL2A1 și a nivelului creatininei serice fiind cel mai important biomarker pentru evaluarea rapidă a funcției rinichilor, a fost detectat într-o meta-analiză a întregului genom. Această asociere poate reflecta biologic relația dintre formarea masei musculare și nivelurile de creatinină. Colagenul XXIV este un marker al diferențierii osteoblastelor și al formării osoase, iar colagenul XXVII pare a fi restricționat în principal la cartilaj până la vîrstă adultă. Este asociat cu calcificarea cartilajului și ar putea juca un rol în trecerea cartilajului în os în timpul scheletogeneza.

Metode de extracție a colagenului

Extracția colagenului presupune două etape cheie: a) pretratarea crudității materiale; și b) extracția de colagen. Scopul principal al pretratării deșeurilor înainte de extracția colagenului este de a elimina impuritățile pentru a îmbunătăți calitatea colagenului obținut. Înainte de pretratarea materiilor prime produse diferite au fost separate în grupuri diferite, cum ar fi pielea, os, vezica natatoare și solzi. Acest lucru ajută la curățarea ușoară, contaminant îndepărțarea și reducerea dimensiunii. Diferite metode concepute pentru extracția colagenului sunt :

- *Extracția prin solubilizare acidă:* Proteinele de colagen sunt fibroase și sunt mai puțin solubile în mediu apoi comparativ cu mediul acid. Prin urmare, mediul acid (mai ales 0,5M acid acetic și uneori acid clorhidric, acid lactic sau acid citric) sunt utilizate în principal pentru extracția colagenului. Colagenul obținut după tratamentul cu acid sunt denumite colageni solubili în acid (ASC). Aceste soluții acide măresc repulsia printre tropocolagen molecule care pot duce la inducerea solubilizării moleculelor de colagen. Cantitatea de colagen depinde de vîrstă și specia animalelor și diversi factori utilizati pentru extracția colagenului includ:- concentrația de acizi, timpul de tratare cu acid, temperatura și proporția de acid soluțiile și materiile prime utilizate.
- *Extracția prin solubilizarea sării:* Colagenul poate fi extras și din surse de fructe de mare folosind sodium Soluțiile de clorură (NaCl) și colagenul obținut sunt denumite sare colagen solubil (SSC). Cu toate acestea, această tehnică a fost utilizată în mod limitat pentru extracția colagenului datorită solubilității mai mici în săruri. Solubil în sare extracția colagenului din cartilaj și piele de sturion amur au fost raportate prin utilizarea NaCl cu agitare continuă timp de 24 de ore [6].
- *Extracția prin solubilizarea pepsinei:* De obicei, extracția colagenului se realizează prin utilizarea diferitelor acide solutii (acid acetic, acid lactic, acid clorhidric, acid citric) fără cu ajutorul enzimelor. Colagenii din diferite surse nu au fost complet dizolvat în mediu acid și deci se obține un randament scăzut. Pentru atingerea randamentului maxim de colagen, au fost folosite mai multe enzime precum pepsina, tripsina, papaina și collagenaze diferite în anumite condiții de mediu și pH iar aceste procese sunt numite metode de extracție enzimatică. Dintre toate aceste enzime, pepsina este utilizată în principal pentru extracția colagenului din

surse de fructe de mare. Pepsina poate fi folosită fie singur sau în combinație cu diferite concentrații de acid acetic. Colagenii obținuți prin utilizarea pepsinei se numesc colageni solubili în pepsină [7, 8].

- *Extracția asistată cu ultrasunete:* Ultrasunetele este o tehnică simplă, rapidă, sigură, fiabilă și valoroasă din punct de vedere economic, potrivită pentru digestia proteinelor și extracție. Este o metodă utilizată pe scară largă pentru a crește transferul de masă pe umed procese precum sonochimia, extracția etc. Mărește activitatea de enzime și ajută la eliminarea compușilor sensibili la temperatură cu randament mai mare și daune minime. Sonicare, deschide fibrile de colagen și astfel tratamentul acid și enzymatic sunt facilitate ceea ce ajută semnificativ la scurtarea timpului de extracție în raport cu metode convenționale.
- *Extracția asistată fizic:* Extracția de colagen asistată fizic cu acid sau enzimă care duce la solubilizarea și omogenitatea crescută a țesuturilor. Această metodă cu success crește eficiența extracției (randamentul) de colagen în limita limitată timp în comparație cu extracția prin solubilizare acidă și solubilizarea pepsinei extracție. Cercetătorii au extras colagen din meduze clopote și brațe orale prin folosirea unor procese asistate fizic. Acest lucru a ajutat la creșterea eficienței extracției de aproape cinci ori de la brațe orale și șapte pliuri de la clopot în comparație cu extracția asistată cu acid și două pliuri din extracția asistată cu pepsin [9].

Importanța colagenului

Fibrele de colagen sunt implicate în depozitarea elasticului energie în timpul deformării musculare, transmitere a energiei stocate în mișcarea articulațiilor și în transfer de exces de energie de la articulație înapoi la atașat muschi pentru disipare. Aceste comportamente sunt a reflectarea atât a chimiei, prin intermediul amino secvența de acid și structura fizică a moleculei de colagen, prin forma sa triplu elicoidal. Helicele triple de colagen sunt tije flexibile care au o structură de domeniu repetă constând dintr-o structură flexibilă regiune urmată de o regiune rigidă care se repeat de multe ori pe lungimea moleculei. Helicele triple de colagen sunt împachetate într-un model de împachetare „în sferturi” care are ca rezultat cel mai apropiat moleculele vecine fiind eșalonate longitudinal de aproximativ 22% din lungimile lor moleculare cu un spațiu sau gaura dintre capul unei molecule și coada lui urmatorul. Structura domeniului este conservată atât la nivelul microfibrelor și la nivel fibrilar rezultând în capacitatea fibrilelor de colagen de a imita comportamentul la nivel molecular [7].

Concluzii

Colagenul este cea mai esențială proteină extracelulară din corpul animalului, implicate în protecția mecanică a țesuturilor și organelor. Are o istorie lungă ca material natural și a fost utilizat în diverse domenii biomedicale, cum ar fi ingineria țesuturilor și sistemul de livrare a medicamentelor. Dimensiunea pieței globale a colagenului a fost evaluată la ~4,27 miliarde USD. Datorită cererii lor crescute și aplicație în creștere pentru cabinetele dentare, ingineria țesuturilor, grefarea osoasă și în industria alimentară și farmaceutică, extracția de collagen sunt crescute zi de zi, iar dimensiunea pieței globale de collagen a crescut și se estimează că va ajunge la ~6,63 miliarde USD până în 2025. Colagenul de la animale din țesuturi sunt folosite în industria pielăriei, cosmeticelor și farmaceutice industrii. O cantitate semnificativă de proteină de colagen este, de asemenea, utilizată în fabricarea gelatinelor care au proprietăți funcționale diferite precum ca gel, emulgator, agent de îngroșare, stabilizator și coloizi etc.

Bibliografie

1. RICARD-BLUM și colab. 2000, 2005; Myllyharju și Kivirikko 2004 Collagen Volume I Biochemistry edited by Marcel E. Nimni Published January 18, 2018 by CRC Press
2. SCHMIDT, M. M., DORNELLES, R. C. P., MELLO, R. O., KUBOTA, E. H., MAZUTTI, M. A., KEMPKA, A. P. And DEMIATE, I. M. International Food Research Journal, Accepted in November 13, 2015

3. POPOVICI, V., RADU, O., HUBENIA, V., COVALIOV, E., CAPCANARI, T., POPOVICI, C. Physico-chemical and sensory properties of functional confectionery products with Rosa Canina powder. Ukrainian Food Journal, Volume 8, Issue 4, 2019, ISSN 2313-5891 (Online) ISSN 2304-974X, p.815-827.
4. MILLER și GAY 1982; van der REST și Garrone 1991; Kadler 1995 Collagen Volume I Biochemistry edited by Marcel E. Nimni Published January 18, 2018 by CRC Press
5. Collagen Volume I: Biochemistry edited by Marcel E. Nimni Published January 18, 2018 by CRC Press
6. BOAGHI, E., CAPCANARI T., MIJA N., Deseatnicova, O., OPOPOL, N.. The evolution of food products consumption in Republic of Moldova in the demographic transition period. Journal of Engineering Science. Chișinău, Vol. XXV, no. 4 (2018), pp. 74 – 81. ISSN 2587-3474. eISSN 2587-3482. https://jes.utm.md/wp-content/uploads/sites/20/2019/03/JES-2018-4_74-81.pdf
7. RICARD-BLUM, S. Institut de Biologie et Chimie des Protéines, UMR 5086 CNRS, Université Lyon, 69367, France, Cold Spring Harbor Laboratory Press 2011- published in December 15, 2010
8. COVALIOV, E., GROSU, C., POPOVICI, V., CAPCANARI, T., SIMINIUC, R., RESITCA, V. Impact of sea buckthorn berries (*hippophae rhamnoides*) on yoghurt biological value and quality. The annals of the university Dunarea de Jos of Galati, fascicle VI – Food Technology 45(2) / 2021. <https://doi.org/10.35219/foodtechnology.2021.2.05>
9. RICARD-BLUM și RUGGIERO 2005; KADLER și colab. 2005 Collagen Volume I Biochemistry edited by Marcel E. Nimni Published January 18, 2018 by CRC Press
10. FREDERICK, H., SILVER, UMDNJ, R. The Importance of Collagen Fibers in Vertebrate Biology, Medical School, Piscataway, New Jersey United States, 2010

ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛОДОВ *ZIZIPHUS JUJUBA MILL*

Александра ЦЫМБРОВСКАЯ, Арина ФЛОРЯ

Департамент Технологии Пищевых Продуктов, ТРД-192, Технический Университет Молдовы,
г. Кишинев, Республика Молдова

Александра Цымбровская, alexandra.timbrovskaia@tpa.utm.md

Резюме. Данная статья посвящена субтропической культуре *Ziziphus jujuba Mill.*. Плоды унаби обладают уникальными вкусовыми свойствами и содержат высокие концентрации биологически активных веществ. В статье рассмотрены сорта и разновидности зизифуса, определены патомологические характеристики плодов наиболее популярного сорта *Ziziphus jujuba*: размер, форма, окраска, вкус мякоти, изучен химический состав. Собраны и проанализированы перспективы использования плодов зизифуса.

Ключевые слова: зизифус, плоды, сорт, химический состав, перспективы, методы.

Введение

Современная политика, связанная с созданием продуктов функционального назначения, расширением ассортимента, оптимизацией качественных показателей, направлена на использование растительного сырья, характерного высоким содержанием БАВ. Большой интерес представляют субтропические и тропические культуры [1].

Исследовали плоды культуры *Ziziphus jujuba Mill.*, известной под различными названиями – зизифус, унаби, чилон, джилан-джида, жужуба, французская грудная ягода, китайский финик, которая относится к сырью с высокой пищевой и биологической ценностью за счет богатого химического состава всех частей растения [1, 2].

Основной областью произрастания зизифуса считается Восточная Азия, Африка. Страной наиболее древней культуры *Ziziphus jujuba Mill.*, является Китай, где его выращивают уже более 4000 лет [3]. На сегодняшний день зизифус распространен на всех континентах кроме Антарктиды, его выращивают более чем в 47 странах мира (Таб. 1).

В Республику Молдова китайский финик завезли из Никитского ботанического сада в 1975 году. В НИИ плодоводства была собрана коллекция из 19 сортов, а позже выведены новые сорта, уже молдавской селекции [4].

Таблица 1
Распространение культуры *Ziziphus jujuba Mill.* в мире [3, 5]

Континент	Страны
Европа	Болгария, Кипр, Чехия, Англия, Франция, Германия, Греция, Италия, Македония, Молдова, Португалия, Румыния, Россия, Словения, Испания, Украина
Азия	Афганистан, Армения, Азербайджан, Бенгалия, Бирма, Китай, Индия, Ирак, Иран, Израиль, Япония, Кувейт, Кыргызстан, Ливан, Малайзия, Монголия, Северная Корея, Пакистан, Палестина, Южная Корея, Сирия, Таиланд, Турция, Туркменистан, Узбекистан
Америка	США, Канада
Африка	Египет, Танзания, Тунис
Океания	Новая Зеландия, Австралия

1. Сорта и разновидности зизифуса

Сорта зизифуса можно распределить на группы по периоду созревания (ранние, средние и поздние сорта), по крупности плода – крупно-, средне- и мелкоплодные (Таб. 2). По форме

плоды унаби напоминают маслины или финики и в зависимости от сорта бывают шаровидными, грушевидными, цилиндрическими, бочкообразными. Масса плодов так же варьируется в широких пределах – от 6 до 45 г, цвет – от коричнево-красного, кирпичного, светло-коричневого до шоколадного. Они могут быть с небольшой косточкой, иногда бессемянные, с плотной и мучнистой мякотью, по вкусу — от кисло-сладких до сладких [3, 6, 7].

Таблица 2

Характеристики наиболее распространенных сортов *Ziziphus jujuba* Mill

Сорт	Внешний вид	Описание сорта	Ссылка
Сорта ранних сроков созревания			
Крупноплодные			
Хурман		Размер: 4 - 6 см, Форма: овальная, Масса: 8 – 10 г, Цвет: коричневый, Вкус: сладкий, Мякоть: плотная с кремовым оттенком	[7]
Мори Джер		Размер: 25 – 30 см, Форма: удлиненно-цилиндрическая, Масса: 30 – 35 г, Цвет: сливочно-шоколадный, Вкус: сладкий, Мякоть: нежная с кремовым оттенком Является достоянием молдавских селекционеров.	[7]
Финиковый		Размер: 4 - 6 см, Форма: удлиненно- цилиндрическая Масса: 15-25 г, Цвет: коричневый, Вкус: сладкий с кислинкой, Мякоть: сочная с зеленоватым оттенком	[7]
Среднеплодные			
Синит		Размер: до 4 см, Форма: яйцевидно – продолговатая, Масса: 8 - 12 г, Цвет: темнокоричневый, Вкус: сладкий с кислинкой, Мякоть: сочная с кремовым оттенком	[7]
Мелкоплодные			
Китайский 60		Размер: до 6 см, Форма: удлиненная, с заостренными концами сверху и снизу, Масса: до 10 г, Цвет: коричнево-сливовый, Вкус: сладко- кисловатый, Мякоть: сочная, плотная с зеленоватым оттенком	[7]
Сорта средних сроков созревания			
Крупноплодные			
Китайский 2А		Размер: до 10 см, Форма: удлиненно – овальная, Масса: до 30 г, Цвет: красно – каштановый, Вкус: сладкий с кислинкой, Мякоть: сочная, рыхлая с зеленоватым оттенком	[3]
Среднеплодные			
Дружба		Размер: 5 – 10 см, Форма: грушевидно – удлиненная, Масса: до 15 г, Цвет: сливово – шоколадный, Вкус: сладкий, Мякоть: нежной консистенции	[3]
Мелкоплодные			
Я-Цзао		Размер: до 10 см, Форма: удлиненная, Масса: до 7 г, Цвет: зеленый с красно- коричневатыми пятнами, Вкус: сладко – кислый, Мякоть: сочная с желто- зеленоватым оттенком	[3]
Сорта поздних сроков созревания			
Крупноплодные			
Кара-Даг		Размер: до 7 см, Форма: округлая или бочкообразная, Масса: 32 – 35 г, Цвет: красновато – шоколадный, Вкус: кисло – сладкий, Мякоть: нежная, ароматная с зеленоватым оттенком	[3]
Коктебель		Размер: 5 - 7 см, Форма: сферическая, неправильная, Масса: до 40 г, Цвет: светло – каштановый, Вкус: кисло – сладкий, Мякоть: сочная, средней рыхлости с зеленоватым оттенком	[3]

2. Химический состав плодов зизифуса

Зизифус, благодаря многообразию физиологически функциональных ингредиентов и полезных для здоровья человека микронутриентов, входящих в его состав, представляет большой интерес для здорового питания и является ценным сырьем при создании продуктов функционального назначения, с высоким содержанием биологически активных веществ. Таб. 3 наглядно показывает, что все части культуры *Ziziphus jujuba* Mill. являются богатыми источниками биологически активных веществ – витаминов, макро- и микроэлементов,mono- и дисахаров, органических кислот, пектина и др. [8, 9, 11-16].

Таблица 3
Химический состав частей культуры *Ziziphus jujuba* Mill

Части растения	Наиболее значимые группы веществ	Ссылки
Плоды	Дубильные вещества (до 12 %), органические кислоты (до 3 %), сахара (30-60%), белки (до 1,5 %), жиры (до 0,4 %), флавоновые гликозиды, сапонины, витамин С (300-800 мг%), аминокислоты, пектин, макро- и микроэлементы (Co, Zn, Mn, Mg, Cl, Fe, Ca, K, P, I)	[8; 9, 11-14]
Листья	Сахара, дубильные вещества, смолы, слизи, алкалоиды, анестезирующие вещества, витамины (A, C, B ₁ , B ₂ , B ₅), сапонины, флавоновые гликозиды, антимикробные вещества	[14, 15]
Кора и корни	Дубильные вещества, гликозиды, кумарины, алкалоиды	[16]

3. Перспективы использования плодов зизифуса

Долгое изучение плодов зизифуса, а именно, химического состава, полезных свойств, antimikrobnoy aktivnosti создало широкие предпосылки для использования данной культуры в различных областях (Таб. 4). Применение нашли все части растения, спорным лишь остаются мнения ученых по поводу использования косточек унаби ввиду содержания в них токсических веществ, которые могут оказывать тормозящее действие на нервную систему и негативно влиять на сердечно-сосудистую деятельность [17].

Таблица 4
Перспективы использования плодов зизифуса в разных областях [17-19]

Область применения	Описание
Пищевая промышленность	Употребление в свежем виде, сушка плодов, приготовление маринадов, варенья, джемов, компотов, паст, энергетических батончиков, пастилы, мармелада и др.
Косметология	Маски для волос и кожи, крема, скрабы, лосьоны и др.
Медицина	Препараты для лечения воспалительных заболеваний, гипертонии, болезней печени, органов дыхания, профилактики и улучшения функциональности ЖКТ, поддержания иммунитета, восстановления нервной системы, как анестезирующие средства и др.

4. Объект и методы исследований

Исследования проводили на Департаменте пищевых технологий в Техническом университете Молдовы. Объектом исследования был выбран сорт Та-Ян-Цзао, выращенный в р. Дэнчень Республики Молдова. Это сорт раннего срока созревания, период сбора в 2021 г пришелся на вторую декаду сентября. Ягоды исследовали в стадии полной зрелости в свежем и подвяленном виде.

Сортопробы проводили по методике, разработанной в Никитском ботаническом саду [18]. Отбор проб осуществляли в соответствии с SM SR ISO 874:2006 [20]. Общее содержание сухих веществ определяли гравиметрическим методом в соответствии с ГОСТ 28561-90, содержание витамина С определяли потенциометрическим методом в соответствии с ISO 6557-2:1984, титруемую кислотность – потенциометрическим методом в соответствии с SM SR ISO 750:2014, содержание минеральных веществ – гравиметрическим методом по ISO 5520:1981, содержание сахаров – рефрактометрическим методом в соответствии с ГОСТ ISO 2173-2013 [21, 22; 23; 24, 25].

5. Результаты исследований

В Таб. 5 представлены основные характеристики исследуемого сорта плодов *Ziziphus jujuba* Mill.

Таблица 5

Физико-химические характеристики интродуцированного сорта *Ziziphus jujuba* Mill

Технологическое состояние плодов	Общее содержание сухих веществ, %	Содержание витамина С, мг%	Титруемая кислотность	Общая сумма сахаров, %	Содержание минеральных веществ, %
Свежие	32,4±0,23	379,1±0,06	0,64±0,01	28,8±0,02	1,80±0,03
Подвяленные	80,1±0,2	364,4±0,02	0,52±0,02	75,2±0,4	1,84±0,05

Характеристика плодов исследуемого сорта: сорт крупноплодный, размеры плодов - от 3-5 см в длину и 1,5-2 см в ширину, масса - 15±2 г, форма - удлиненно-грушевидная, вершина плода тупая, округлая. Кожица плода плотная, блестящая, тонкая, багрово-коричневого цвета. Мякоть сочная, слегка хрустящая, с зеленовато-белой окраской, сладкая. Косточка не крупная, удлиненно-эллипсовидной формы с заостренной верхушкой.

Выводы

Ziziphus jujuba Mill. является уникальным по своим свойствам и составу среди плодовых растений, культивируемых в азиатских и европейских странах. Плоды зизифуса и его производные можно с легкостью расценивать как биологически здоровую и полезную для человека пищу, которая в свою очередь славится в виде витаминной добавки, основываясь на химическом составе данного плода. Изученный сорт обладает высокими качественными показателями и комплексом хозяйствственно ценных признаков, такими как: ранний срок созревания, довольно крупные размеры плодов, хорошие вкусовые качества. Плоды зизифуса являются перспективным сырьем, способным удовлетворить любой изысканный запрос потребителя для улучшения питания свежими плодами, в переработанном виде и для лечебных целей.

Библиография

1. LINDA, L., KNYAZEVA, S., et. all Produkty zdorovogo pitaniya iz plodov netraditsionnoy kultury Ziziphus Jujuba Mill. [Healthy food products from fruits of non-traditional culture]. In: Nauachnyy trudy SKFNTsSVV. Том 17, 2018, pp. 163-166. УДК 664.8/.9. DOI 10.30679/2587-9847-2018-17-163-166
2. ROMANENKO, E., SOSYURA, E.A., NUDNOVA, A., PARUSOVA K. Research of the antioxidant activity of fresh unabi fruit. In: *Collected scientific works of the All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Production*, 2016, 1(9), pp. 176-179.
3. Informatsionnyy portal po sadovodstvu, tsvetovodstvu i landshaftnomu dizaynu. [online]. [accesibil 10.02.2022]. Disponibil:
https://www.greeninfo.ru/horticultural_crops/ziziphus_jujuba/svyaschennyi-zizifus-zhivaya-kniga-imen_art.html
4. My Business Media SRL. [online]. [accesibil 10.02.2022]. Disponibil: <https://mybusiness.md/ru/idei/item/4580-zizifus-40-let-v-moldove>
5. LIU, M., WANG, J., WANG, L. et al. The historical and current research progress on jujube—a superfruit for the future. In: *Hortic Res* 7, 119, 2020. <https://doi.org/10.1038/s41438-020-00346-5>

6. ALIYEV, KH. *Agrobiological and technological features of production, storage and processing of unabi fruit in South Dagestan*: Ph.D. Thesis. Moscow (Russia): Russian State Agrarian University, 2009.
7. Zizifus: polza i vred, svoistva i primenie. [online]. [accesibil 15.02.2022]. Disponibil: <https://flowers.ua/ru/articles/zizifus-polza-i-vred-svoystva-i-primenie>
8. GAPRINDASHVILI, I., KUTUBIDZE, V., MAMULAISHVILI, T. *Biologiceski aktivhye veshchestva plodov unabi* [Biologically active substances of unabi fruits] [online]. 2010. [accesibil 15.02.2022] Disponibil: <https://cyberleninka.ru/article/n/biologicheski-aktivnye-veschestva-plodov-unabi>
9. PONOMARENKO, L. *Unabi – kladez zdorovya i dolgoletiya* [Unabi is a storehouse of health and longevity] [online]. 2017. [accesibil 15.02.2022] Disponibil: <https://cyberleninka.ru/article/n/unabi-perspektivnoe-i-lechebnoprofilakticheskoe-sredstvo>
10. ZHANG, L., LIU, X., WANG, Y. In vitro antioxidative and immunological activities of polysaccharides from *Zizyphus Jujuba* cv. Muzao. In: *Int. J. Biol. Macromol*, 2017, Feb. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2016.10.102.
11. LIU, Q.X., WANG, B., LIANG, H. Structure identification of jujuboside D. In: *Yao Xue Xue Bao*. [online]. 2004, Aug. [accesibil 15.02.2022]. Disponibil: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15040089/>
12. BAI, L., ZHANG, H., LIU, Q. Chemical characterization of the main bioactive constituents from fruits of *Ziziphus jujube*. In: *Food Funct.* [online]. 2016, Jun. [accesibil 15.02.2022] Disponibil: <https://doi.org/10.1039/C6FO00613B>
13. FATIMA, I., WAHEED, S., ZAIDI, J. Essential and toxic elements in three Pakistan's medicinal fruits (*Punica granatum*, *Ziziphus jujube* and *Piper cubeba*) analysed by INAA In: *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 2012, May. DOI: 10.3109/09637486.2011.627842.
14. DUBTSOVA, G., KUSOVA I. *Plody unabi – funktsionalnyy pishchevoy ingredient*. [Unabi fruits - a functional food ingredient] [online]. 2015. [accesibil 17.02.2022] Disponibil: <https://cyberleninka.ru/article/n/plody-unabi-funktsionalnyy-pischevoy-ingredient>
15. TRIPATHI, M., PANDEY, M.B. *Cyclopeptide alkaloids from Zizyphus jujuba*. In *Fitoterapia*. [online]. 2001, Jun. [accesibil 17.02.2022] DOI: 10.1016/s0367-326x(01)00278-7.
16. KANG K.B., MING G. Jubanines F-J, *cyclopeptide alkaloids from the roots of Ziziphus jujube* - Phytochemistry. [online]. 2015, Nov. [accesibil 17.02.2022] DOI: 10.1016/j.phytochem.2015.09.001.
17. Unabi (zizifus): poleznyye svoystva i protivopokazaniya [Unabi (jujube): useful properties and contraindications] [online]. [accesibil 15.02.2022] Disponibil: <https://indasad.ru/lekarstvennye-rasteniya/3716-unabi-zizifus-poleznye-svoystva-i-protivopokazaniya>
18. SINKO, L. *Metodicheskiye ukazania po pervichnomu sortoizucheniyu zizifusa* [Guidelines for the primary variety study of jujube]. Yalta, 1976.
19. KOBLYAKOV, V., PONOMARENKO, L., CHENTSOVA E. *Subtropicheskoye i dekorativnoye sadovodstvo* [Subtropical and ornamental gardening]. Moscow, 2008. T. 41.
20. SM SR ISO 874:2006 Fructe și legume proaspete. Esantionare (luarea probelor) [Fresh fruits and vegetables. Sampling (sampling)]
21. GOST 28561-90 Fruit and vegetable products. Methods for determination of total solids or moisture
22. ISO 6557-2:1984 Fruits, vegetables and derived products. Determination of ascorbic acid content - Part 2: Routine methods
23. SM SR ISO 750:2013 Fruit and vegetable products. Determination of titratable acidity
24. ISO 5520:1981 Fruits, vegetables and derived products. Determination of alkalinity of total ash and of water-soluble ash
25. GOST ISO 2173-2013 Fruit and vegetable products. Refractometric method for determination of soluble solids content

EFFECTUL NUTRIȚIEI ASUPRA BOLILOR NEURODEGENERATIVE

Adelina SURDU

*Departamentul Alimentație și Nutriție, SPN-211, Facultatea Tehnologia Alimentelor,
Universitatea Tehnică a Moldovei, orașul Chișinău, Republica Moldova*

Autorul corespondent: Surdu, Adelina, adelina.surdu@an.utm.md

Rezumat. Bolile neurodegenerative sunt caracterizate prin pierderea funcțională progresivă a neuronilor din creier, provocând tulburări cognitive și handicap motoneuron. Deși interacțiunile multifactoriale sunt evidente, alimentația joacă un rol esențial în patogeneza și evoluția acestor boli. A fost efectuată o analiză sistematică a literaturii ce a evaluat efectul dietei mediteraneene (MeDiet). Datele au arătat că malnutriția și indicele de masă corporală scăzut (IMC) este corelat cu dezvoltarea mai mare a demenței și a mortalității. Dieta mediteraneană joacă un rol important în efectul protector împotriva declinului cognitiv, bolii Alzheimer (AD), Parkinson (PD). Malnutriția activează disfuncția sistemului intestin-microbiotă-creier suprasolicitat procesul neurogenerativ.

Cuvinte cheie: dietă; boala alzheimer'; boala parkinson; boala huntington; scleroză multiplă; deficiențe cognitive.

Introducere

Bolile neurodegenerative se caracterizează prin pierdere a activității neuronilor creierului, determinând afectarea progresivă a funcției cognitive.

Tulburările neurodegenerative și demența cresc progresiv, cu o incidență de 17,2 milioane de oameni în întreaga lume. Reducerea a 10–25% din factorii de risc ar putea preveni 1–3 milioane de cazuri de boala Alzheimer la nivel mondial și 184.000–492.000 de cazuri în SUA [1]. Rolul factorilor epigenetici în dezvoltarea bolilor neurodegenerative a fost investigată în mare măsură, evidențiind relevanța modificărilor ADN-ului și a histonelor și a ARN-ului necodant în etiologia acestor tulburări.

Boala Alzheimer (AD) este cea mai frecventă cauză de demență care contribuie cu 70% din incidența globală a demenței și reprezintă aproximativ 24 de milioane din populație. În urma studiului efectuat s-a estimat că această valoare se va multiplica de patru ori până în anul 2050. Etiologia din AD nu este pe deplin înțeleasă, dar probabil pare să fie rezultatul atât al factorilor genetici, cât și al factorilor de mediu. Îmbătrâñirea este un factor determinant datorită incidenței al AD. Factori de risc cardiometabolici precum obezitatea, diabetul, hipertensiunea arterială, bolile cardiovasculare, fumatul, activitatea fizică scăzută sunt implicate în procesul de demență. Au fost găsite tulburări genetice și prionice predominante, sugerând că nutriția poate fi implicată în procesul neurodegenerativ.

Boala Parkinson (PD) este caracterizată prin degenerarea neuronilor datorată unei pierderi dopaminergice la nivelul substanței negre a creierului. Demența în PD este deosebit de răspândită la vârsta înaintată, rezultând în morbiditate ridicată de aproximativ 80-90% cazuri.

Scleroza laterală amiotrofică (SLA), se caracterizează prin degenerarea neuronului motor al tractului corticospinal, trunchiului cerebral, motoneuronului coloanei vertebrale cordon, cu atrofie musculară progresivă consecutivă, paralizie și insuficiență respiratorie. Supraviețuirea medie este de 2-4 ani. SLA are o incidență de aproximativ 3,9-8 la 100.000 de persoane în Statele Unite [2] și se așteaptă o creștere de 69% în principal în națiunile în curs de dezvoltare. Genetica, factorii de mediu, dar și virusii pot interacționa în geneza SLA. Un mare interes pentru acest rol prezintă nutriția în patogeneză și dezvoltarea SLA. O'Reilly și colab. au descoperit că un IMC pre morbid (mai redus) a fost asociat cu un risc crescut de dezvoltare SLA în comparație cu supraponderali și obezii, iar un IMC mai mare a corelat cu o supraviețuire mai prelungită [3]. Cu toate acestea, pierderea în greutate la pacienții cu SLA este evidentă chiar și atunci când aceștia au avut o alimentație regulată. În SLA cei mai suspectați factori de risc sunt activitatea sportivă, substanțele chimice, fumatul și dieta.

Scleroza multiplă (SM) este o boală a sistemului nervos central (SNC) activată de un proces inflamator mediat imun care provoacă demielinizare și leziuni axonale ulterioare cu evoluție invalidă din cauza pierderii funcției motorii și senzoriale. SM prezintă aspecte clinice ample, variind de la pierderea vederii, tulburare neuromusculară, paraplegie, spasticitate care poate apărea în diferite părți ale corpului și este mai frecventă la adulții tineri. Cu toate acestea, recenziile sistematice au constatat că intervenția alimentară nu a avut un efect benefic aparent la pacienții cu SM [5]. Alți factori de risc, cum ar fi vitamina D și fumatul, ar putea fi implicați în dezvoltarea incidenței acestei boli și sunt necesare investigații suplimentare pentru a crește supraviețuirea față de SM.

Boala Huntington (HD) este o tulburare progresivă a creierului cauzată de expansiunea unei repetări CAG (trinucleotide citozină-adenină-guanină) în gena huntingtin. Această mutație are ca rezultat producerea proteinei huntingtin expandată cu poliglutamină (mHtt), ducând la mișcări coreiforme involuntare, tulburări cognitive și simptome neuropsihiatrică, una dintre cele mai devastatoare tulburări neurodegenerative genetice fără terapie medicală validă. S-a demonstrat că pacienții cu HD cu un IMC mai mare au o progresie mai lentă a bolii. Caracteristica histopatologică comună a bolii Alzheimer, bolii Parkinson, și a bolii Huntington se caracterizează prin pierderea neuronilor și acumulării de proteine aberante specifice bolii. Interesant este că o meta-analiză recentă a lui Liang și colab. a arătat că terapia naturală, cum ar fi exercițiile fizice sau antrenamentul cognitiv, ar putea avea un efect mai bun decât terapiile farmacologice în tratamentul AD. Acest studiu își propune să evalueze impactul nutriției asupra dezvoltării bolilor neurodegenerative.

Metode

În această revizuire sistematică, au fost urmărite orientările PRISMA. S-a efectuat căutarea literaturii folosind Medline, EMBASE și Registrul central Cochrane al studiilor controlate. Studii suplimentare au fost identificate printr-o răscrucă a bibliografiei. Termenul de căutare a inclus un studiu clinic controlat randomizat și o metodă dublu-orb. În această revizuire sistematică au fost incluse studii publicate din 2000 până în prezent. Criteriile de includere au fost: studii care au descris intervenția alimentară, aderarea la modelul alimentar, evaluarea aportului alimentar și metoda de evaluare a deficiențelor cognitive. Au fost excluse studiile care includ activitatea de exerciții fizice, suplimente cu formulări medicale și nutriceutice. Au fost, de asemenea, studii nefinalizate care nu au evaluat deficiența mintală sau fără un grup de control interzis. Metoda de cercetare este reprezentată în organigramă (Figura 1).

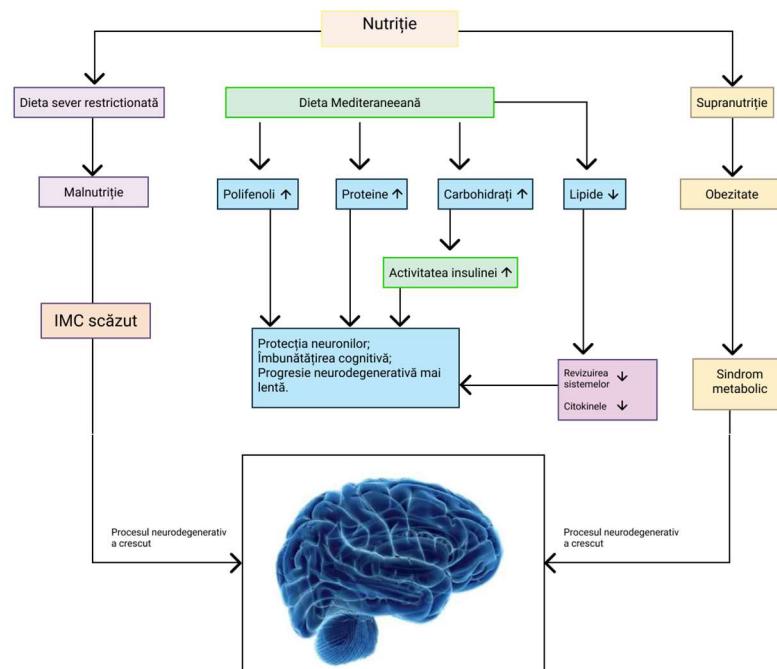


Figura 1. Factorii principali de nutriție în evoluția procesului neurodegenerativ

Nutriția poate afecta profund funcția creierului și procesul neurodegenerativ. Aportul scăzut de nutrienți induce o stare de malnutriție, cu IMC scăzut crescând procesul neurodegenerativ. În mod diferit, supranutriția poate genera obezitate și sindrom metabolic, care este, de asemenea, responsabil de neurodegenerare din cauza rezistenței la insulină și a markerilor inflamatori.

Dieta mediteraneană, datorită aportului caloric controlat, polifenoli și flavonoide (fructe, legume, ulei de măslini, vin roșu) plus un aport regulat de proteine (pește și carne) și carbohidrați (cereale) reduc rezistența la insulină și nivelul de citokine pro-inflamatorii determinând protecția neuronală și încetinind progresia neurodegenerativă.

Rezultate

Au fost preluate date din 546 de articole. Studiile au fost împărțite în patru grupuri: 28 asupra efectului nutriției, 18 despre suplimente, 16 despre grăsimi polinesaturate și 13 despre vitamine pentru boli neurodegenerative. Au fost observate diferențe mari între durata studiilor, (variind de la 3 săptămâni până la 14 ani) și numărul de pacienți implicați în studiu, de la 24 până la 185.000 [4]. Vârstă pacienților a variat foarte mult, de la 49 [4] până la 87 ani. S-a descoperit că 28 de studii au investigat corelația între nutriție și boli neurodegenerative. Prevalența studiilor a investigat efectul dietei mediteraneene (MeDiet) asupra deficienței cognitive și a progresiei bolii Alzheimer, în timp ce altele au evaluat efectul nutrienților antioxidanti ai alimentelor asupra sclerozei laterale amiotrofice și în bolii Huntington. Majoritatea acestor studii au constatat un efect benefic a dietei mediteraneene în îmbunătățirea tulburărilor cognitive în populația generală, incidenței AD și o rată redusă a mortalității. În mod colectiv, zece studii de cohortă, incluzând 37.263 de participanți, trei studii clinice dublu-orb, randomizate și unele studii observaționale au arătat că o aderență ridicată la această dietă a avut un efect protector asupra declinului cognitiv și progresiei AD în timp. Interesant este că unii cercetători au evaluat efectul nutriției asupra volumului și funcției structurilor creierului. Gu și colab. [5] într-un studiu comunitar pe 674 de vârstnici cu o vârstă medie de 80 ani, a evaluat volumul creierului, volumul total al substanței cenușii și albe și grosimea corticală prin imagistica rezonanței magnetice de înaltă rezoluție (IRM). Ei au găsit o corelație între aderență scăzută la dieta mediteraneană și volumul redus al structurilor creierului investigat. De asemenea, Mosconi și colab. au examinat în 54 de subiecți sănătoși regiunile creierului de AD și regiunile controlului cognitiv prin RMN, iar acest lucru a arătat că aderența scăzută la dieta în cauză a corelat cu atrofia acestor zone.

Doar câteva studii nu au găsit niciun impact pozitiv al acestei diete asupra declinului cognitiv. Rotstain și colab. nu au observat o ușoară asociere între calitatea dietei și riscul de a dezvolta SM, la o populație mare de femei [4]. Kesse-Guyot și colab. au observat asocierea dintre MeDiet și performanța cognitivă într-o comunitate mare de 3083 de subiecți pentru 13 ani și nu au găsit un efect benefic al acestei diete. Cherubin și colab. au efectuat o investigație longitudinală extinsă pe 1528 de persoane sănătoase, cu o vârstă medie de 62 ani, și nu a fost găsită nici o protecție a dietei mediteraneene asupra funcției cognitive. Aceste date subliniază că acuratețea metodologiei de investigare este esențială pentru a obține rezultate semnificative și coerente. Optsprezece studii au evaluat efectul suportului nutrițional asupra bolilor neurodegenerative și sunt rezumate în Tabelul 1. S-a arătat că suplimentele alimentare și educația privind aportul alimentar au avut un impact pozitiv asupra calității vieții și a funcției cognitive la pacienții cu AD, o îmbunătățire a tulburărilor de mișcare în PD și o reducere a scalei de dizabilitate în SM, de asemenea în SLA. În schimb, mai multe studii nu au găsit niciun efect pozitiv asupra reducerii declinului cognitiv la pacienții cu AD și HD. În ciuda unei suplimentări nutriționale, compoziția corporală îmbunătățită și reducerea morbidității nu a avut nicio influență pozitivă asupra cogniției. Cu toate acestea, tipul de suport nutrițional s-a schimbat semnificativ. Majoritatea studiilor au completat obiceiul alimentar a pacienților crescând aportul alimentar, prin produse complete cu proteine (30 gr/zi), băutură activă, lapte probiotic (200 ml/zi), formulare nutriceutice (folat, tocoferol, Vitamina B12, adenozil metioinină, N-acetil cisteină, acetil-L-carnitină) și probiotice (seleniu 200 mg plus Lactobacillus acidophilus, Bifidobacterium bifidum și Bifidobacterium longum). Un aport mai mare de proteine a îmbunătățit reacția în timp, dar nu și performanța cognitivă. După, Tamtaj și colab. care au găsit beneficii clinice la pacienții cu PD după

trei luni de suplimentare, au constatat că cea mai evidentă variație a parametrilor sanguini a fost îmbunătățirea glucozei și a insulinei, în timp ce nu au fost date despre ingestia de calorii și modificările greutății corporale. Deci, este posibil să argumentăm că rezultatul clinic ar putea fi legat de modificările nutriționale, ci nu de suplimente.

Tabelul 1

Efectul suplimentelor nutritive asupra bolilor neurodegenerative

Autori	Pacienți	Vârstă	Studiu	Suplimente	Durată	Rezultate clinice
Jyvakorp i2012	102 AD	>65	RCT	Îngrijire nutrițională personalizată	1 an	Îngrijirea nutrițională personalizată este benefică pentru pacienții cu AD la domiciliu.
Trejo, 2005	30 cu boala Huntingto n	46	RCT	473 kcal în plus	3 luni	Fără modificări ale indicelui de masă corporală. Evaluarea neurologică nu a făcut o schimbare semnificativă.
Young, 2004	34 probabil AD	69	RCT	Suplimente nutritive	3 săpt.	IMC crescut, probleme motorii mai puțin aberante, mai puțin mentale dezorganizare și atenție sporită.
Lauque, 2004	91 AD	≥65	RCT	Suplimente nutritive	3 luni	O creștere semnificativă a greutății și a masei corporale fără grăsimi, dar fără modificări în funcția cognitivă.

RCT= studiu randomizat controlat.

Discuții

Efectul nutriției asupra neurodegenerării

Numărul total de studii au arătat că aderența ridicată la MeDiet este asociată cu un risc redus de a dezvolta deficiențe cognitive usoare și AD. Caracteristica MeDiet este exprimată prin abundență de fructe și legume, carbohidrați nerafinați ca pâinea și pastele, cereale și cartofi, pește, ulei de măslini, vin roșu și aport redus de grăsimi. Efectele benefice ale acestei diete împotriva riscului de AD și de declin cognitiv sunt legate de calitatea și cantitatea alimentelor cu o reducere consecutivă a rezistenței la insulină și a riscului de AD [6]. Cele mai bune rezultate au apărut în studiile cu aportul caloric controlat. Cea mai bună îmbunătățire clinică a fost găsită la pacienții care au urmat un regim MeDiet cu energie scăzută, aport de CHO (carbohidrați) scăzut și aport mare de grăsimi, după cum arată Anastasiou și colab. o dietă de Kcal 1782, aportul de CHO de 39%, proteine de 14% și grăsimi de 47%. În studiile lui Scarimeas și colab. dietele au avut 1425 Kcal, respectiv 1466, iar în altele aportul caloric a fost de aproximativ 1700 și 1800 Kcal. Dieta mediteraneană în aceste studii îndeplinește, de asemenea, criteriile de compoziție a macronutrienților și necesarul de energie care pot schimba starea metabolică la nivel cerebral cu un aport de CHO scăzut și aport mare de grăsimi care pot explica beneficiile cognitive prin reducerea nivelului de insulină, ce nu a fost observat într-un alt studiu. În studiul Framingham Heart Study fără demență, participanții au fost măsuiați pentru biomarkeri pro-inflamatori și au fost urmăriți în dezvoltarea AD și a demenței de orice cauză. Pe o perioadă medie de urmărire de 13 ani, 159 de persoane au dezvoltat demență (inclusiv 125 cu AD). După ajustarea pentru alți factori de risc, numai adiponectina la femei a fost asociată cu un risc crescut de demență de toate cauzele. Având în vedere că diferite studii au avut un scor de calitate scăzut, rămâne incert dacă efectul dietei mediteraneene a fost mai mult legat de tipul de nutrienti sau de reducerea aportului de calorii.

Concluzie

Nutriția reprezintă o strategie importantă pentru prevenirea declinului neuronal și cognitiv al bolilor neurodegenerative. MeDiet reduce progresia AD și PD datorită aportului mare de polifenoli și a consumului redus de calorii. Deteriorarea cognitivă pare mai corelată cu îmbunătățirea acțiunii insulinei în creier. Subnutriția are un efect dăunător asupra evoluției și mortalității bolilor neurodegenerative, iar pacienții cu IMC scăzut prezintă riscuri mai mari. Efectele clinice ale nutriției asupra bolilor neurodegenerative ar trebui evaluate, inclusiv aportul de energie, macronutrienți.

Referințe

1. Barnes, D. E., Yaffe, K. Efectul proiectat al reducerii factorilor de risc asupra prevalenței bolii Alzheimer. *Lancet Neurol.* 2011;10(9):819–28.
2. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5370581/#R1>)
3. Paganoni, S., Deng, J., Jaffa, M., Cudkowicz, M. E., Wills, A. M. Indicele de masă corporală, nu dislipidemia, este un predictor independent de supraviețuire în scleroza laterală amiotrofică. *Nervul muscular.* 2011;44(1):20–4.
4. Rotstein, D. L., Cortese, M., Fung, T. T., Chitnis, T., Ascherio, A., Munger, K. L. Calitatea dietei și riscul de scleroză multiplă la două cohorte de femei din SUA. *Mult Scler.* 2018.
5. Gu, Y., Brickman, A. M., Stern, Y., Habeck, C. G., Razlighi, Q. R., Luchsinger, J. A., et al. Dieta mediteraneană și structura creierului într-o cohortă multietnică de vârstnici. *Neurologie.* 2015;85(20):1744–51.
6. Pasinetti, G. M., Eberstein, J. A. Sindromul metabolic și rolul stilului de viață alimentar în boala Alzheimer. *J Neurochem.* 2008;106(4):1503–14.

CARACTERISTICA TEHNOLOGICĂ A DOPURILOR FOLOSITE PENTRU ÎMBUTELIEREA VINURILOR

Valeria DAMASCHIN

Departamentul Oenologie și Chimie, gr. TVPF – 201, Facultatea Tehnologia Alimentelor,
Universitatea Tehnică a Moldovei, or. Chișinău, Republica Moldova

Autorul corespondent: Damaschin Valeria, damaschinvaleria77@gmail.com

Rezumat: Ermetizarea băuturilor și mai ales a vinurilor a fost mereu una din principalele preocupații ale vinificatorilor, care doresc ca odată îmbuteliat acesta să nu-și piardă din calitățile sale. După mai multe încercări și observații s-a constatat că cele mai bune pentru ermetizarea sticlelor sunt dopurile fabricate din plută, care nu doar ermetizează corespunzător sticlele, dar și conferă condiții favorabile de păstrare și depozitare. Desigur există și alte tipuri de dopuri, spre exemplu dopurile de tip capsulă, care la calitate nu cedează dopurilor din plută și plus la toate sunt și mult mai practice. La fel pentru a reda un aspect și mai atrăgător se folosesc capișoanele sau ceara. Primul având mai mult rolul de decor, iar cele din urmă oferă nu doar aspect atrăgător, dar și o ermetizare mai eficientă, adesea fiind folosite la îmbutelierea vinurilor de colecție, cele ce urmează a fi păstrate pentru învechire la sticlă.

Cuvinte cheie: ermetizare, plută, ceară sintetică, inofensivitate.

Dopuirea buteliilor are scopul de a ermetiza conținutul buteliei și de a păstra calitatea produsului turnat în sticle. Pentru dopuirea buteliilor în vinificație se folosesc diferite dopuri. Cel mai răspândit fiind cel de plută. În prezent 90 % din dopuri sănt din plută. Este cel mai vechi tip de dop și se produce din scoarța stejarului de plută (*Quercus Suber*). Pluta este un produs rău conducător de căldură și electricitate impermeabil pentru apă și gaze, comprimabil, elastic și mai ușor decât apa [1]. Din punct de vedere al compoziției chimice ea este formată din 10% apă și cenușă (substanțe minerale), 55% acizi grași și suberină, 10% substanțe solubile de tipul taninurilor și 25% lignină și celuloză. Pluta de calitate foarte bună este cea de la a patra până la a șaptea recoltare, adică atunci când vârsta arborelui este cuprinsă între 60 și 100 ani. Din producția anuală de plută, estimată la circa 250.000 t, statistic Portugalia produce 51%, Spania 23%, Algeria 11%, Maroc 4%, Franța 4%, Italia 4%, Tunisia 3% din producția globală prezentă pe piață. Un stejar de plută produce 30-60 kg de plută materie primă la fiecare 10 ani, din care se pot fabrica între 1300 și 2300 de dopuri de plută [2-3].

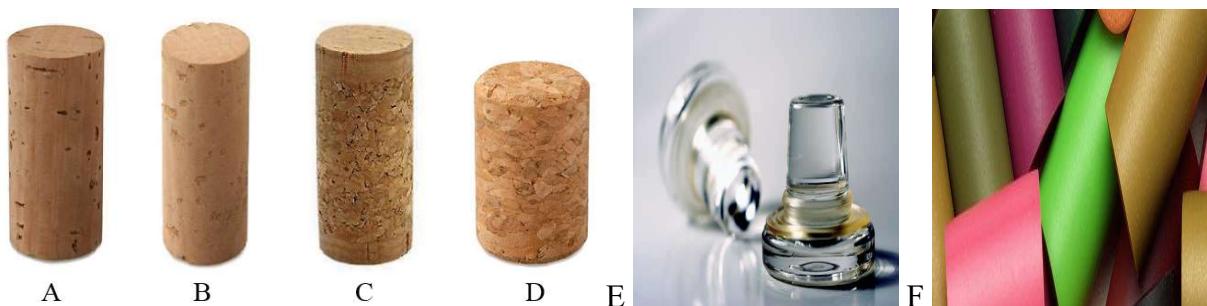


Figura 1. Principalele tipuri de dopuri din vinificație: A – natural; B – colmatat; C – aglomerat cu două rondele de plută naturală (compozițional); D – aglomerat; E – sticlă; F – sintetice

- **Dopul natural** se taie direct din scoarță, fiind considerat cea mai bună sursă de dopuire în prezent, asigură o ermeticitate foarte bună a vinului în butelii, fiind elastic se comprimă și se dilată. Asemenea, dopurile de plută nu schimbă gustul, culoarea, aroma vinului, nu conțin substanțe nocive. Dopurile din plută naturale se clasifică după calitate în modul următor: dopul catifelat (nu conține

cavitate, găuri); dopul demi-catifelat (conține cavitate pe partea cilindrică, dar lipsesc la bază în zona de contact cu vinul); dopul mediu natural (rezintă cavitate la bază și în partea cilindrică) și dopul tehnic (cel mai neocalitativ cu crăpături și cavitate mari).

- **Dopul colmatat** – pentru ameliorarea calității dopurilor prin reducerea porozității se face colmatarea porilor de pe suprafețele dopului cu rumeguș prin aplicarea unui liant chimic, care se fixează în pori cu adeziv. În vinificație un oarecare timp condiționarea dopurilor se făcea prin parafinare, care a fost apoi înlocuită cu siliconarea dopurilor. Siliconarea este cel mai bun procedeu de lubrifiere a suprafeței dopului din plută. Siliconii sunt compuși moleculari, lanțul cărora este alcătuit din oxizi de siliciu. Siliconii au o capacitate bună de lubrifiere, pătrunzând în straturile superficiale ale dopului și fiind hidrofobe în exterior, nu se lipesc de gâtul buteliei. Găurile sunt astupate cu praf de plută [4].
- **Dop compozițional** – este alcătuit dintr-un disc sau două discuri din plută naturală ce se lipesc în partea ce urmează a se afla în contact cu produsul iar interiorul este asemenea dopului aglomerat.
- **Dopul aglomerat** – se obține din rămășițele de plută, obținute din fabricarea dopurilor naturale din plută, cu utilizarea cleiului de plută. Este cel mai neocalitativ, considerat cel mai ieftin. Din 100 kg de plută rezultă 23-25 kg de dopuri, restul rămîne ca deșeuri. Dopurile din plută aglomerată a apărut ca rezultat a utilizării acestor deșeuri. Deșeurile de plută naturală sunt tocate și mărunțite cu sortare pe fracții după dimensiuni, granulații sunt amestecați în proporții anumite cu adaosul unui liant și după omogenizare amestecul este presat, în vederea cleirii perfecte a granulelor, încălzit și uscat la temperatură de $90 \div 105^{\circ}\text{C}$. Din blocurile de plută aglomerată se obțin prin decupare dopurile ori din baghetele cilindrice din pluta aglomerată se taie și se șlefuesc dopurile la dimensiunile necesare. Dopurile din plută aglomerată pot fi utilizate numai la îmbutelierea vinurilor de calitate medie, acestea au o elasticitate mai redusă decât cele din plută naturală și deseori la îmbuteliere în vin ajung mărunțuri din dopul de plută aglomerată [4].
- **Dop din sticlă** – un element cu care se destupă ușor și se astupă la fel de lesne butelia, doar că este o aplicare destul de costisitoare. Există însă o problemă majoră a sistemului propus: gâtul buteliilor trebuie să fie absolut perfect, pentru că acest model de dop nu are nici un pic de elasticitate, iar pelicula fină de material plastic nu poate compensa prea mult aceste defecți de formă a gâtelui. Noua tehnologie (eng. "vino-lok") a devenit CSI - Closure Systems International, care a câștigat medalia de aur în inovații la salonul Interfructa – 2005. Pe piața de comerț a vinurilor există deja adepti ai tehnologiei în multe podgorii europene: Germania, Austria, Italia, Franța, Suedia și chiar RM [5].
- **Dop sintetic** – se produc din polietilenă alimentară, obținute la presiuni mari. În vinificație se produc diferite dopuri de polietilenă, precum și din alte materiale: dop de tirajare, se folosește la producerea spumantului clasic (dop de polietilenă); dop de tip Nipel clasic și cu fustiță asigură ermetizare bună.

- **Dop KORKED™ PRO** – este un dop special din material sintetic cu un canal pentru micro-oxigenare controlată a vinului din butelie cu ajutorul unei membrane hidrofobe permeabile a cantității selectate a oxigenului transferabil în vin [6].

Dopurile din plută utilizate în vinificație, sunt de diferite dimensiuni. Pentru dopuire se folosesc de dopuri cu diametrul ce variază între 22 – 26 mm, și lungimea de: 32; 38; 42; 44; 49 mm. La producerea spumantelor se folosesc dopuri cu diametrul de 30–32 mm și lungimea 47,5–50 mm.

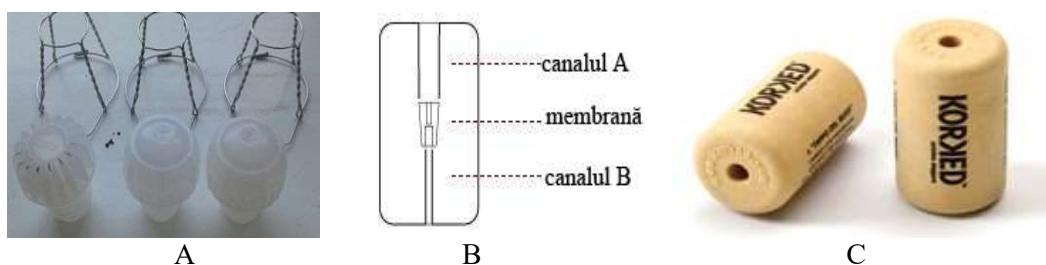


Figura 2. Descrierea dopurilor din polietilenă și cel KORKED utilizate în vinificație:
A – dopuri din polietilenă de tirajare, B – structura dopului KORKED,
C – aspectul general al dopului KORKED

Înainte de aplicarea acestora sunt supuse unei anumite pregătiri speciale ce prevede tratarea cu H_2O_2 , SO_2 , aplicarea unei pelicule de protecție din silicon. Dopurile destinate spre comercializare sunt împachetate în saci sub vid, iar după deschiderea sacului cu dopuri acestea trebuie imediat utilizat. Odată ce nu sunt folosite și intră timp îndelungat în contact cu aerul, este necesar ca ele să fie în prealabil dezinfecțiate, utilizând soluție de 0,2 % SO_2 [1,4 și 6].

Tabelul 1

Caracteristica comparativă a dopurilor tehnologice

Korked™PRO	Din plută naturală	Din material sintetic
Micro-oxigenare constantă controlată	Oxigenare întâmplătoare necontrolată	Impermeabile pentru oxigen sau un exces de oxigen permeabil
Neatacat de microorganism și molii	Frecvent atacată de microorganisme și molii	Neatacat de microorganisme și molii
Fără crăpături (lentile) la suprafață	Crăpături (lentile) la suprafață	Fără crăpături (lentile) la suprafață
Fără eliminarea elementelor și substanțelor odorante	Eliminarea elementelor și substanțelor odorante	Cu sau fără eliminarea elementelor și substanțelor odorante
Densitate constantă	Densitate variabilă	Densitate constantă
Maturarea omogenă a produsului îmbuteliat	Maturarea neomogenă a produsului îmbuteliat	Maturarea neomogenă a produsului îmbuteliat
Nu se destramă	Se destramă	Nu se destramă

Industria vinicolă se confruntă cu o multitudine de probleme de ordin toxic și aromatic, printre care **defectul de dop** (eng. – „cork taint”; fr. – „goût de bouchon”). Conform literaturii de specialitate un vin este bușonat sau are defect de dop dacă prezintă o serie de miroșuri neplăcute: mucegai, medicamente, pămînt, carton/hârtie udă și pivniță. Responsabil pentru aceste miroșuri anomale este găsit dopul de pluta cu care este închisa sticla de vin, însă au fost depistate și vinuri cu acest defect fără a fi în contact cu dopul și alte produse din domeniul îmbutelierii, astfel există alte surse de contaminare a vinului cu acest defect. Defectul de dop și studierea sa a fost o preocupare a vinificatorilor care datează din 1986 (Riboulet M. și alții) și este asociată cu dezvoltarea mucegaiurilor pe plăcile de plută din care se fabricau ulterior dopuri de plută [6]. Speciile izolate de mucegai (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Actinomycetes*, *Botrytis Cinerea*, *Phiyobium sau Streptomyces*) sunt capabile să degradeze substraturile superioare ale plutei și să formeze numeroase molecule intermediare, volatile și solubile în mediul hidro-alcoolic al vinului. Mecanismul de sinteză a TCA-ului și a derivațiilor săi în vin se petrece sub acțiunea speciilor fungice numite mai-sus, în prezenta clorofenol *o*-metiltransferaza asupra compusului 2,4,6-triclorofenol (TCP) cu formarea 2,4,6-

tricloroanisol (TCA) și a derivațiilor săi cloro/bromo: 2,3,4,6-tetracloroanisol (TeCA), 2,3,4,5,6-pentacloroanisol (PCA) și 2,4,6-tribromoanisol (TBA). Din cei 4 derivați halogenăți ai anizolului, compușii 2,4,6-tricloroanisol și 2,4,6-tribromoanisol sunt cei mai responsabili de generarea acestui defect, deoarece pragul lor de detecție este cel mai mic comparativ cu ceilalți compuși generatori de mirosuri defecte în vin [7] (tabelul 2).

Tabelul 2

Conținutul derivațiilor clorofenolici și cloroanizolici în vinuri îmbuteliate și bentonită în urma degradării produselor tratării [8]

Nr. crt.	Compușii Tipul produsului	TCP	TCA	TeCP	TeCA	PCP	PCA	Concluzia privind infectarea vinului
1	Vin 1, ng/l	6	0	8	28	5	73	Contaminarea vinu-lui cu produși de degradare a produ-selor de tratare a lemnului (palete, platforma, etc.)
2	Vin 2, ng/l	11	2	74	68	718	485	
3	Vin 3, ng/l	7	1	3	33	15	136	

- Dop metalic cu filet și cu inel perforat** – confectionat din aluminiu, utilizat la dopuirea vinurilor aromatizate, băuturilor alcoolice tari, etc. În interior acest dop are un disc care poate fi din carton acoperit cu polietilenă, din plută și din plastizol [1 și 4].



Figura 3. Imagini foto cu dopurile metalice, capișoanele și modele de ceruire a buteliilor utilizate în vinificație: A – capsulă lungă cu filet și inel decupabil; B – capsulă scurtă cu filet și inel decupabil; C – dop din masă plastică cu filet, D – capișoane și E – ceruirea gâtului sticlei.

Tabelul 3

Descrierea dopului de plută VS capsulă lungă cu filet

Dop de plută	
Avantaje	Dezavantaje
<ul style="list-style-type: none"> Resursă regenerabilă naturală; Preferată istoric de vinificatori, de când vinurile au început să fie îmbuteliate în sticlă; Maturarea pe termen lung garantată 	<ul style="list-style-type: none"> De 2-3 ori mai scump decât dopul cu filet; O pondere de 1-3% probabilitate să fie afectat de alterație microbiană; O resursă naturală limitată; Calitatea plutei variază de la sursă la sursă; Pluta naturală respiră la rate variabile;
CAPSULĂ CU FILET	
Avantaje	Dezavantaje
<ul style="list-style-type: none"> Opțiune mai accesibilă; Nu este supusă riscului alterării microbiene; Studiile de maturare pe termen lung au arătat rezultate pozitive; Accesibilitate și rapiditate la deschidere; 	<ul style="list-style-type: none"> Închidere ermetică a buteliilor; Este fabricată, de obicei, din resurse nereno-vabile; Reciclabilă, dar nu biodegradabilă; Calitatea fabricației variază; Se asociază cu vinurile „ ieftine ”;

- Capișon** – se utilizează la îmbutelierea vinurilor pentru a oferi sticlei un aspect mai atrăgător, plus la toate acestea protejează dopul de influență directă a umezelii din afară și a aerului, sau a altor factori care pot atât distrugă aspectul dopului cât și influență asupra calității acestuia [9].

- **Ceruirea sau aplicarea surguciului** – ceară tradițională este special produsă pentru sigilarea gâțului sticlelor de vin. Caracterizată de strălucire, aceasta oferă un aspect rafinat buteliei, iar datorită faptului că este puțin casantă, aceasta se îndepărtează cu ușurință de pe suprafața sticlei. Ceară se comercializează sub forma solidă, iar punctul său de topire este la aproximativ 90°C. Printre principalele calități fizice ale acesteia se enumeră: elasticitate (permite menținerea acesteia pe gâțul sticlei fără a se sparge, iar când se intenționează desfacerea dopului ceară nu se sparge în bucăți mici care să poată pătrunde în conținutul sticlei) și luciu (conferă culorii un aspect deosebit și atrăgător cumpărătorului) [10].

Concluzii

Numerosi factori sunt luați în considerare în procesul de fabricație a vinului, precum: soiul ampelografic de struguri, condițiile de recoltare, schema de vinificare, condițiile și durata de depozitare în butoi, tipul dopurilor. În zilele noastre, odată cu avansarea tehnologiei de producție, materialele, formele și dimensiunile s-au schimbat, cu toate acestea fiecare dop își păstrează calități și caracteristici distinctive în funcție de vinul pe care este menit să îl păstreze de factorii externi (oxigenul, temperatura și microflora). Tipurile de plută folosite sunt foarte importante deoarece nu doar oferă un estetic deosebit ci pot influența perioada de păstrare, calitatea vinului și caracteristicile organoleptice ale acestuia. Acest studiu precizează că principalul material folosit pentru dopurile de vin este pluta de stejar. Cu o formă ușoară, rezistentă, impermeabilă și elastică, garantează o izolare perfectă a lichidelor. Iar ca o alternativă mai accesibilă și ușor de utilizat poate servi dopul cu filet, cel de sticlă, etc.

Referințe bibliografice

1. RUSU, E., BĂLANUȚĂ, A., DRAGAN, V. Vinificația secundară. Chișinău: Universul, 2016, 496 p.
2. Cum se colectează scoarta arborelui de plută. Video și descrieri. Disponibil : <https://www.youtube.com/watch?v=sl10QczJiNE>
3. Originea și caracteristica arborilor de plută. Disponibil: <https://ro.warbletoncouncil.org/alcornoque-12883>
4. COTEA, Valeriu D., ZĂNOAGĂ, Cristinel V. Tratat de oenochimie. Vol. II. București: Academia Română, 2009, 750 p.
5. Vino-lok CSI Deutshland GmbH. Un bouchon en verre pour erodiquer une fois pour toutes le goûts de bouchon. <http://www.vinolok.cz/en/default.aspx> Riboulet J., (1992). Le bouchon de liège et la qualité», *Reviste Française d’Oenologie*, 138, pp 43 – 45.
6. YAIR, Margalit. *Concepts in wine chemistry*, 2nd edition. The wine appreciation. Guild, San Francisco, 2004, 476 p., pp. 266-290.
7. HAIBO, Wang and ANAÏS, Viven. Ultra-trace Analysis of 2,4,6-Trichloroanisole in White Wine Using Automated Solid Phase Microextraction (SPME) and the Varian 240-MS Ion Trap Mass Spectrometer and V:Results™ GC/MS software. *Varian, Inc.* Application Note SI-02373.
8. FLANZY, Cl., (1998). Oenologie fondements scientifiques et technologiques. Edition TEC&DOC Lavoisier, Paris, pp.1193 – 1218;
9. https://www.google.com/search?q=etichete+pentru+%C8%99ampanie&sxsrf=AOaemvI_gdxdDN75CLAA1638555138108&source=lnms&tbo=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjDj87Hncj0AhWNyIsKHXmXC2MQ_AUoAXoECAIQAw&biw=1366&bih=625&dpr=1
10. Ceară sintetică, descrierea și caracteristica acesteia.
Disponibil :<https://www.utilvinificatie.ro/imbutiere-vin/ceara-sintetica-250g.html>

OPTIMIZAREA VALORIZĂRII POTENȚIALULUI FENOLIC AL STRUGURILOA FETEASCA NEAGRĂ ȘI RARA NEAGRĂ ÎN TIMPUL FERMENTĂRII-MACERĂRII

Mihai ADOMNIȚA

*Departamentul Oenologie și Chimie, Grupa OEPV-211M, Facultatea Tehnologia Alimentelor,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova*

Rezumat. În articol sunt reflectate rezultatele experimentale ce țin de valorificarea potențialului fenolic al strugurilor din soiul Feteasca Neagră și Rara Neagră, care în mare măsură determină valoarea biologică a vinurilor.

Sunt prezentate rezultatele relevante privind extracția pigmenților naturali ai strugurilor-substanțe cu valoroase efecte biologice, inclusiv anticancerigene, facilitată de macerarea prefermentativă, de fermentarea alcoolică, de regimul termic și agitare, de enzimajul pectolitic, adaosurile de anhidridă sulfuroasă și alți factori. Pentru a elucida importanța condițiilor fermentării alcoolice au fost urmărite extracțiile antocianilor, dar și a fenolilor totali, flavonoizilor, cinamaților, în dinamică, pe măsura conversiei glucidelor în alcool etilic și alți metaboliți, urmărind inclusiv evoluția conținutului de zăharuri (°Brix) și modificarea densității relative a musturilor.

Cuvinte cheie: macerare, fermentație alcoolică, extracție, compuși fenolici, antociani.

Introducere

Complexul fenolic al unui vin influențează mulți parametri, responsabili de esența vinului și de suma de însușiri care formează imaginea percepță de consumator [1]. Valorificarea potențialului fenolic este primordială la formarea culorii [1], onctuozității și valorii biologice a vinului [2]. Substanțele antocianice sunt cunoscute, de asemenea, pentru proprietățile lor antiradicalice, antioxidante, antimicrobice [7].

Pe lângă faptul că principalul aport în substanțe fenolice este determinant de soi, o gamă largă de factori naturali și tehnologici pot modifica esențial cantitatea acestor substanțe: condițiile pedoclimatice, starea fitosanitară a strugurilor, sortimentul și cantitatea de produse fitosanitare și fertilizanți utilizați, lucrările realizate în faza de maturare, levurile utilizate și condițiile realizării fermentării alcoolice, tratamentele de condiționare a vinului, condițiile de păstrare și.a. [1,3,4] Sub acest aspect este principal de cunoscut factorii, care determină aceste diferențe. Articolul dat elucidează efectul unor procedee tehnologice asupra extractivității vinurilor din soiurile autohtone vechi Feteasca Neagră și Rara Neagră, produse experimental. Rezultatele obținute permit aprecierea impactului procedeelor respective asupra compușilor fenolici, a complexului antocianic, în special.

Condițiile macerării

În cadrul lucrării s-a propus producerea în condiții de laborator a unor vinuri din struguri recepționați de Departamentul de Oenologie și Chimie al UTM. Struguri au fost colectați în anul 2019 și depozitați în congelatoare. Struguri au fost extrași, dezghețați și pregătiți pentru fermentația alcoolică. În scopul determinării condițiilor optimale de transfer a substanțelor fenolice din struguri în must și apoi în vin, au fost asigurate diferite condiții de macerare-fermentare. Struguri au fost din soiul Feteasca Neagră din podgoriile Speia și Bugeac, iar cei de Rara Neagră- din regiunea centru. Înainte de aplicarea levurilor, struguri au fost supuși unei macerări de 36 ore. Pentru a aprecia impactul ce îl are SO₂, asupra extractivității, Rara Neagră a fost fermentată în trei condiții și vase diferite. Prima-cu administrarea a 30 mg/l de metabisulfit de potasiu, K₂S₂O₅, a doua-fără administrarea SO₂, a treia probă a fost fermentată în bioreactor, de asemenea cu administrarea a 30 mg/l de metabisulfit. Dat fiind faptul că Feteasca Neagră a fost din regiuni diferite, ambelor probe li s-au administrat 30 mg/l de metabisulfit, fermentate în vase diferite. Într-un final s-au obținut cinci probe:

1. Fetească Neagră din Speia, sulfitați până la 30 mg/l, fermentați în vas cu volumul de 31.
2. Fetească Neagră din Bugeac, sulfitați până la 30 mg/l, fermentați în vas cu volumul de 31.
3. Rara Neagră Centru, sulfitați până la 30 mg/l, fermentați în vas cu volumul de 31.
4. Rara Neagră Centru, fermentați în vas cu volumul 31.
5. Rara Neagră Centru, sulfitați până la 30 mg/l, fermentați în bioreactor, la temperatura prestabilită de 25°C și frecvența agitării de 2 oscilații/secundă.

Ca levuri pentru inoculare s-au ales lejurile seci active BC S103 de la producătorul Springer Oenologie. Levurile sunt din specia *Saccharomyces bayanus*. Producătorul susține că au fost selectate în regiunea Champagne și au o rezistență bună la condiții extreme de vinificație. Se adaptă mediului foarte ușor. Au un spectru de temperatură a fermentației cuprins între 10 și 35 °C. Au o asimilare excelentă a fructozei și o toleranță perfectă la un titru alcoolic volumic de până la 18%. Consumă aproximativ 16,2 g de zaharuri pentru a produce 1% de alcool, mai mult de atât au necesități mici de azot amoniacal și alfa-aminic. Levurile date nu produc sulf, nu spumează, produc un conținut redus de alcooli superiori și o aciditate volatilă de până la 0,2 g/l. Datorită rezistenței la alcool și SO₂, pot fi folosite pentru restartarea fermentației, declanșarea fermentației secundare, atât la metoda Clasică cât și la Charmat. Totodată, accentuează caracteristicile varietale, facându-le mai intense, fapt ce permite producerea unor vinuri tipice pentru un terroir anumit.

Fermentația alcoolică

Monitorizarea procesului de fermentație a fost realizată prin schimbarea în timp a cantității de zaharuri în must, corelate cu °Brix [9].

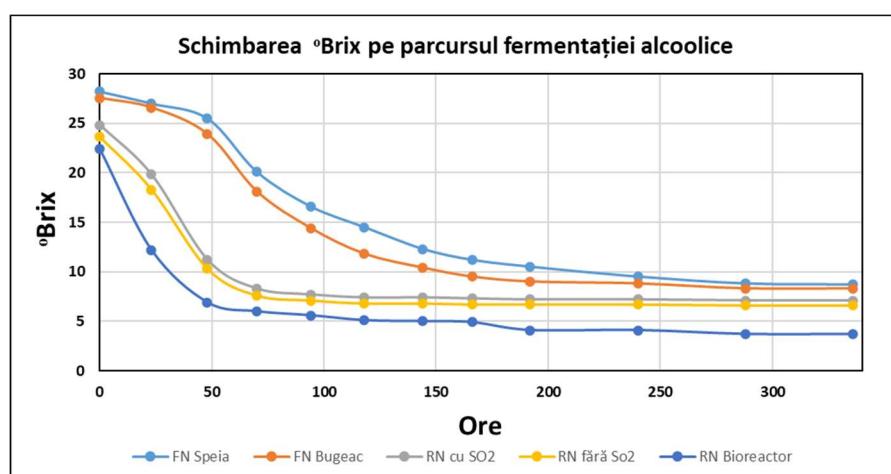


Figura 1. Diminuarea conținutului de glucide în must (°Brix) pe parcursul fermentației alcoolice

Figura 1 reflectă rata transformării substanțelor zaharoase (°Brix) din must pe parcursul fermentației alcoolice. Diminuarea conținutului de zaharuri este însoțită de o perioadă scurtă de inhibiție la toate probele, cu excepția probei din bioreactor. Această excepție ne demonstrează că lipsa variațiilor de temperatură și menținerea temperaturii constante, în cazul dat ± 25 °C, intensifică perioada de acomodare a lejurilor. Adiția a 30mg/l SO₂ nu este însoțită de o influență sensibilă asupra fermentației alcoolice. Pentru celelalte situații perioada de aclimatizare a lejurilor la condițiile stresante ale mediului acid variază de la 24 (Rara Neagră cu și fără SO₂) la 48 de ore (Feteasca Neagră).

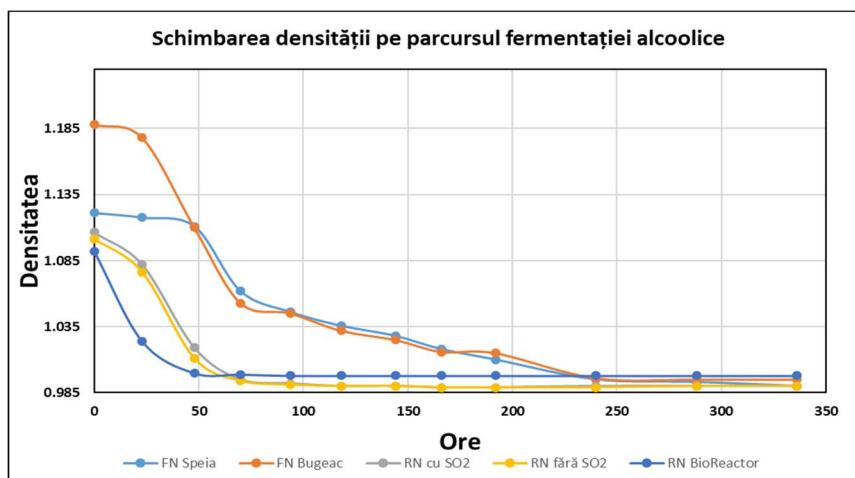


Figura 2. Schimbarea densității (g/dm^3) pe parcursul fermentației alcoolice

Metabolizarea zaharurilor de către levuri și producerea alcoolului etlic este urmată de o scădere a densității musturilor. Schimbarea densității denotă aceeași perioadă de inhibiție, observată la schimbarea °Brix. Alcoolul format posedă proprietăți de extragent organic, care contribuie la extractia substanțelor de interes oenologic, cu polaritate redusă, și totodată reprezintă un factor de încetinire a fermentației alcoolice, fiind toxic pentru levuri.

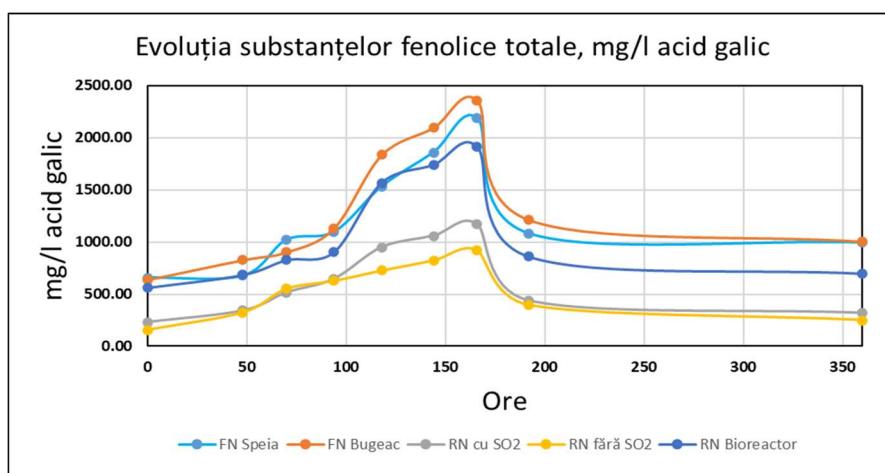


Figura 3. Evoluția substanțelor fenolice totale exprimate în mg/l de acid galic

Dinamica extractiei polifenolilor atinge cote maxime după 168 ore de la declanșarea procesului de macerare-fermentare.

Administrarea a 30 mg/l de metabisulfit de potasiu, menținerea temperaturii constante, asigurarea contactului permanent a fazei lichide cu faza solidă a influențează pozitiv extractia compușilor fenolici [7]. Pe lângă condițiile de vinificare a strugurilor, procesul depinde și de potențialul soiurilor, dar și de amprenta terroir-ului [6]. Datele obținute ne sugerează că potențialul soiului în metabolizarea compușilor fenolici este la fel de important ca și condițiile de vinificare a strugurilor [5]. Vinul de Rara Neagră, produsă în bioreactor, conține substanțe fenolice aproape dublu față de Rara Neagră, produsă în condiții obișnuite, fără adaos de SO_2 . Adaosul de SO_2 , la rândul său, contribuie la o extractivitate de până la 30% mai mare. Complexul fenolic a probei de Rara Neagră din bioreactor este cu doar 20% inferior vinului produs din Fetească Neagră. Reducerea substanțelor fenolice totale ce are loc după aproximativ 175 ore de la începutul fermentației este datorată și sedimentării gravitaționale a levurilor, și sedimentării particulelor suspende, care adsorb pe suprafața sa aceste substanțe,

Importanța complexului fenolic

Compușii fenolici au un rol foarte important în oenologie. Ei sunt responsabili de toate diferențele dintre vinurile roșii și cele albe, în special de diferențele în culoare. Ei au proprietăți pozitive pentru sănătate, fapt responsabil pentru paradoxul francez. Au proprietăți bactericide, antioxidantă, care, aparent protejează de boli cardiovasculare [11].

Aceste molecule provin din diferite părți a strugurelui și sunt extrase pe parcursul procesării din peliță miez și semințe. Structura lor variază foarte mult când vinul se maturează în butoi, în recipiente de inox sau în sticle, depinzând de condițiile de păstrare [10]. Principalii reprezentanți a acestei clase sunt acizii fenolici (benzoici și cinamici), flavonolii (pigmenți gălbui reprezentați de quercitină, miricetină, kaempferină), antocianii (cianidina, delfinidina, malvidina, peonidina, petunidina) [8].

Concluzii

Adaosul de SO₂ (30 mg/l) în timpul fermentării alcoolice contribuie la majorarea extractivității substanțelor fenolice și, în special, a antocianilor din pielita boabelor de Rara Neagră. Extractia crește substanțial la menținerea temperaturi constante pe tot parcursul fermentației și agitării continue (Bioreactor). În mod similar, de peste 2 ori, crește și extractia de substanțe fenolice. Temperatura constantă de aproximativ 26-28 °C din bioreactor a accelerat multiplicarea levurilor, dar și reducerea timpului de inducție la aclimatizare. În unele etape, extractivitatea vinului din Rara Neagră produsă în bioreactor a fost superioară vinului produs din Feteasca Neagră, necătând la inferioritatea extractivă a primului soi. Substanțele responsabile de transferul de mase (SO₂, alcool, enzime), temperatura și agitarea constantă sunt factorii ce sporesc extractivitatea complexului fenolic, care, în cele din urmă are un rol decisiv în formarea calității vinului.

Referințe

1. RIBÉREAU-GAYON, P., GLORIES, Y., MAUJEAN, A. and DUBOURDIEU, D. 2006. *Handbook of enology Vol 2: The chemistry of wine stabilization and treatments.*
2. Color of red wine – Thesis Maria Josephine BIRSE ADELAIDE, 2007.
3. JANSEN, J. The prediction of wine color from phenolic profiles of red grapes.
4. RUSU, E., BALANUȚĂ, A., DRAGAN, V., Vinificația secundară. 2016.
5. SOMERS, T.C., EVANS, M. E. Evolution of red wines 1. Ambient influences on colour composition during early maturation. 1986
6. ZIMMER, A., JOSLIN, W. S., LYON, M. L., MEIER, J. & WATERHOUSE, A. L., Maceration variables affecting phenolic composition. 2002.
7. LÓPEZ-VÉLEZ, M., MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, F. & DEL VALLE-RIBES, C. The study of phenolic compounds as natural antioxidants in wine. 2003.
8. MAZZA, G., Anthocyanins in grapes and grape products. 1995.
9. RIBÉREAU-GAYON, P. 1982. The chemistry of red wine color
10. SOMERS, T. C. & EVANS, M. E., Wine quality: Correlations with colour density and anthocyanin equilibria in a group of young red wines. 1974.
11. KANNER, J., FRANKEL, E. N., GRANIT, R., GERMAN, B., KINSELLA, J. E. Natural antioxidants in grapes and wines. 1994.

VEGANISMUL – O NOUĂ PARADIGMĂ ALIMENTARĂ

Cătălina BOLOCAN

*Departamentul Alimentație și Nutriție, SPN-201, Facultatea Tehnologia Alimentelor,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova*

Autorul corespondent: Cătălina Bolocan, catalina.bolocan@an.utm.md

Rezumat. Obiectivul cercetării reprezintă conștientizarea și prezentarea actualității stilului de viață vegan. Veganismul este mai mult decât o dietă, este o filozofie și un stil de viață care încearcă să excludă toate formele de exploatare și persecuție a animalelor pentru hrană, îmbrăcăminte sau orice alt scop. Pozițiile oficiale ale experților în nutriție și dietetică susțin și confirmă beneficiile dietei vegane, deoarece atunci când sunt sănătoase și adecvate din punct de vedere nutritiv pot aduce beneficii sănătății, de asemenea prevenind și tratând anumite boli. În acest context, venim cu reprezentarea beneficiilor și contraindicațiilor acestui mod de a trăi fără a consuma și a utiliza produse de origine animală.

Cuvinte cheie: vegan, stil de viață, sănătate, beneficii nutritive, alimentație vegetală

Introducere

Termenul de „vegan” a apărut în anul 1944, când Donald Watson – împreună cu alți 5 vegani a pus bazele „Societății Vegane” – „The Vegan Society”, ce s-a caracterizat prin următoarea poziție: „Veganismul este un stil de viață ce caută să excludă, pe cât posibil și practicabil, toate formele de exploatare și cruzime față de animalele folosite pentru mâncare, îmbrăcăminte și oricare alt scop. Veganismul susține și promovează dezvoltarea și uzul alternativelor, în beneficiul oamenilor, al animalelor și al mediului înconjurător. În ceea ce privește regimul alimentar, termenul denotă evitarea tuturor produselor de origine animală” [1].

Persoana care urmează acest stil de viață este numit vegan. Dieta vegană este reprezentată de o alimentație bazată pe consumul de fructe, legume, leguminoase, verdețuri, cereale, nuci și semințe, cu excluderea tuturor alimentelor de origine animală (Fig. 1).

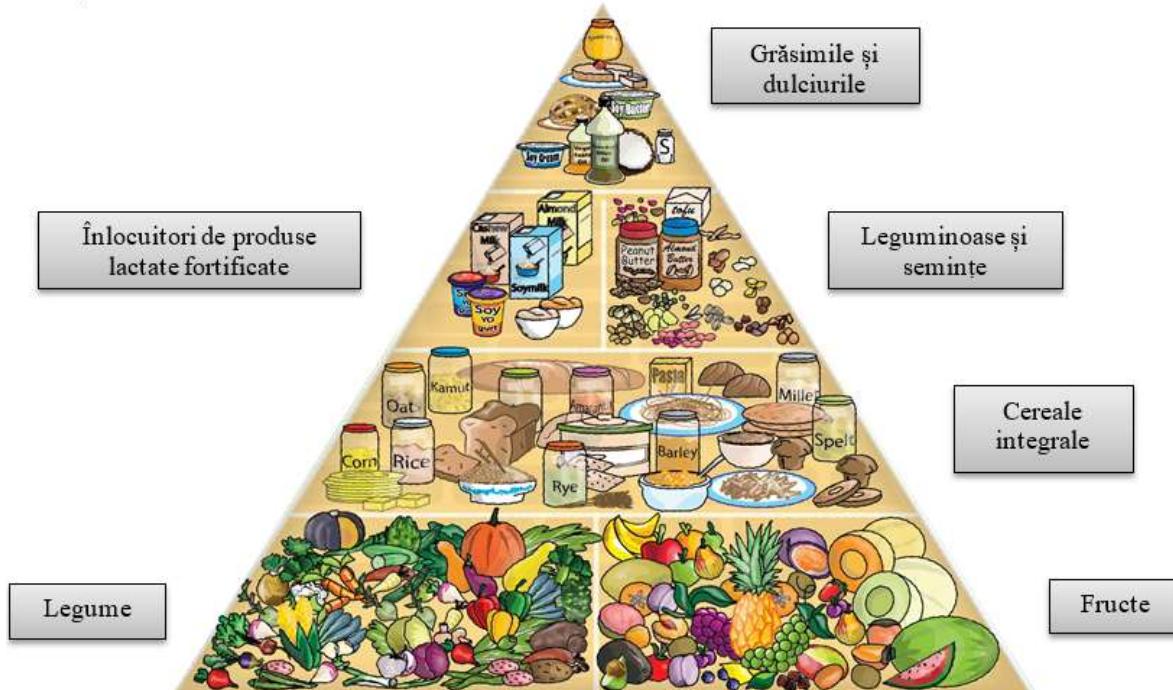


Figura 1. Piramida alimentară a veganilor
Sursa: veganfoodpyramid.com

Motivele pentru care din ce în ce mai mulți oameni aderă la alimentația vegană sunt diverse. Unii aleg alimentația vegană din considerente etice, unii din considerente religioase sau de poluare, dar foarte mulți aleg dieta vegană din considerante de sănătate. Până nu demult, alimentația vegană era văzută ca un moft, iar veganii erau considerați extremi de ciudați și anemici, iar referirile mass-media asupra dietei vegane erau, în mare parte majoritate, negative. Datorită numărului tot mai mare de dovezi care susțin și promovează beneficiile dietei vegane asupra stării de sănătate, astăzi, atitudinea față de aceasta s-a schimbat.

Principala diferență dintre un vegan și un vegetarian este că veganul elimină din dieta sa toate alimentele de origine animală. Persoanele care nu consumă carne sunt considerate vegetariene, inclusiv veganii, lacto-vegetarienii, ovo-vegetarienii și lacto-ovo vegetarienii. O dietă vegetariană este numită dietă fără carne [2-4].

Recunoaștere pe plan mondial

Pe măsură ce dietele vegetariene au crescut în popularitate, veganismul a câștigat recunoașterea ca o alegere alimentară sănătoasă și potențial terapeutică [2]. Un sondaj recent care a folosit un chestionar privind frecvența alimentelor de la 1475 de participanți, inclusiv 104 vegani, a constatat că o dietă vegană a primit cel mai înalt scor de calitate al dietei, măsurat de indexul de alimentație sănătoasă 2010 și Scorul de dieta mediteraneană, în timp ce omnivorii au primit cel mai scăzut scor [3]. Dietele vegane au câștigat acceptarea ca strategie alimentară pentru menținerea sănătății bune și gestionarea bolilor, de la boli cardiovasculare la cancer [2]. Dietele vegane se pot dovedi utile ca terapie nutrițională medicală în tratarea afecțiunilor sindromului metabolic, inclusiv obezitatea, diabetul și riscul cardiovascular [5-6] și pot conperi protecție împotriva afecțiunilor inflamatorii, cum ar fi artrita reumatoidă [7]. Acest studiu prezintă dacă există dovezi că dietele vegane stricte conferă beneficii de protecție, dincolo de cele ale dietelor vegetariene sau ale alimentației sănătoase în general. În plus, un avantaj pentru sănătate, să fii vegan este asociat cu un profil unic de microbiotă intestinală care va fi explorată ca un mecanism prin care o dietă vegană ar putea fi protecțioare împotriva stărilor de boli metabolice și inflamatorii.

Părerea dietologilor din Canada și Australia despre dieta vegană [8]

Asociația Dieteticienilor din Canada	Asociația Dieteticienilor din Australia
“O dietă vegană sănătoasă aduce organismului multe beneficii sănătății, inclusiv o scădere a incidenței obezității, HTA, bolilor de inimă, a hipercolesterolemiei, a diabetului de tip 2 și a anumitor tipuri de cancer. O dietă vegană sănătoasă poate asigura toate substanțele nutritive în orice stadiu al vieții, inclusiv în sarcină, lactație, în perioada de adolescență, în perioada de adult sau vârstnic.”	“În ciuda restricțiilor prin excluderea alimentelor de origine animală, cu o bună planificare, este posibil să se obțină toate substanțele nutritive necesare menținerii sănătății, în cadrul unei diete vegane.”

Contra tuturor miturilor legate de conținutul sărac în proteine și fier al alimentelor de origine vegetală, s-a demonstrat că dietele vegane, bine planificate, conțin și asigură toți nutrienții de care avem nevoie pentru a ne menține puternici și sănătoși. Individii care au o dietă vegană consumă cantități mai mari de fructe și legume, bogate în fibre și nutrienți și sărace în grăsimi saturate, având o rezistență crescută la efort și posibilitatea să își recupereze forțele mai ușor și mai rapid.

Alimentația vegană a explodat în popularitate și datorită faptului că beneficiile sale sunt din ce în ce mai bine documentate, prin numărul impresionant de studii și cercetări făcute în relația acestora cu bolile cronice, cum ar fi diabetul, bolile cardio-vasculare, obezitatea și cancerul [9].

Dietele vegane au fost asociate cu scăderea mortalității de cauză ischemică [10], cu susținerea unui management durabil al greutății [11], cu reducerea necesarului de medicamente [12-14], cu

scăderea riscului pentru majoritatea bolilor cronice [15-16], cu scăderea incidenței și severității condițiilor cu risc înalt cum sunt: obezitatea [17], hipertensiunea [18], hiperlipidemia și hiperglicemie [19] și chiar cu tratarea bolilor coronariene [20-22] și a diabetului de tip 2 [15].

Câștigul în ansamblu al dietei vegane este dublu: prin beneficiile inerente oferite de consumul unei mari varietăți de alimente ce promovează sănătatea și prin eliminarea consumului de compuși nocivi care se regăsesc în produsele de origine animală.

Pentru potențarea efectelor pozitive ale unei diete vegane, s-a realizat un studiu în care s-a evaluat prevalența diabetului de tip 2 la persoanele care urmează o dietă vegană, vegetariană și obișnuită.

Indicele masei corporale (IMC) a fost cel mai scăzut la vegani și treptat la ovo-lacto-vegetarieni, pesco-vegetarieni, semivegetarieni și persoanele care urmează o dietă obișnuită. Prevalența diabetului de tip 2 a crescut de la 2,9% la vegani la 7,6% la nevegetarieni [18].

Predispoziții și contraindicații pentru o dietă vegană

Știința nutriției afirmă că dieta vegană poate fi urmată atât de adulți și copii, cât și de sportivi, de asemenea și de către femeile gravide sau cele care alăptează, atât timp cât este urmată corect și echilibrat. Există însă și careva contraindicații.

Acest regim nu este categoric contraindicat, decât cu anumite excepții: atunci când o persoană are intoleranțe, alergii sau maladii din care motive nu poate să consume toate grupele de alimente vegetale. De exemplu, este cunoscut faptul că sunt persoane cu intoleranță la gluten. Acestea nu pot consuma nimic din cereale care conțin gluten și dacă nu consumă nici carne, atunci regimul devine foarte restrictiv și le va fi greu să-și asigure organismul cu toți nutrienții necesari. De asemenea, sunt persoane alergice la nuci. În asemenea cazuri veganismul ar putea fi o problemă, dat fiind că veganii consumă multe nuci, alune, migdale, etc. Dar, atunci când regimul alimentar este aplicat în combinații corecte și sănătoase, organismul este asigurat cu toate grupurile de nutrienți, vitaminele și microelementele necesare, atunci nu ar trebui să fie contraindicații.

Meniurile vegane trebuie pregătite corespunzător și echilibrat, pentru a satisface nevoile nutriționale. Pentru a compensa lipsa unor vitamine și minerale care se conțin în produsele animale, veganii sunt încurajați să ia suplimente alimentare. Sunt unele substanțe, precum aminoacizii esențiali, pe care organismul nu le poate produce singur. Mai mult de atât, nu toate persoanele pot absorbi cu succes vitamina B12 sau fierul din plante. În aceste cazuri oamenii trebuie să ia o decizie, vor întrebui să suplimente alimentare sau trec la produse de origine animală.

Însă, nu există o rețetă unică pentru toți. Fiecare persoană care alege să treacă la veganism trebuie să-și analizeze starea sănătății, preferințele gastronomice, stilul de viață dar și cum să obțină toți nutrienții necesari pentru sănătate și doar atunci să decidă dacă pot urma acest regim sau nu. Cel mai important lucru, ca să devii vegan trebuie să începi să-ți obișnuiești treptat organismul cu hrana strict vegetală. De obicei, veganii sunt foști vegetarieni [24].

Pe de altă parte, există infinite beneficii atribuite multitudinii nutrienților care se regăsesc în alimentele vegetale. Fitochimicalele și fibrele sunt, probabil, cei mai utili compuși în promovarea sănătății și în combaterea bolilor și plantele reprezentă singura sursă a acestora.

Plantele conțin mii de fitochimicale, cum sunt carotenoizii, glucozinolații și flavonoidele, cu numeroase funcții benefice: antioxidantă și neutralizarea radicalilor liberi; efect antiinflamator; reducerea activității tumorale prin diferite mecanisme: inhibarea creșterii tumorale, detoxificarea carcinogenilor și prevenirea formării tumorale; optimizarea valorilor colesterolului seric; stimularea imunității; rol de protecție împotriva unor boli precum: unele forme de cancer, osteoporoza, degenerescența maculară, cataractă sau boli cardio-vasculare [25-27].

Numeroase studii epidemiologice și intervenționale au indicat în mod repetat faptul că majoritatea bolilor cronice (boli cardio-vasculare, diabet de tip 2 și unele tipuri de cancer) sunt rezultatele stilului de viață greșit, asociat cu o nutriție proastă și inactivitate fizică [27].

Prin urmare, este destul de avantajos ca medicii să recomande și să sprijine alimentația vegană în vederea obținerii unor rezultate benefice și sănătoase la pacienții lor, reducând nevoia de medicație, tratamente și proceduri [28].

În cele din urmă, a avea la îndemâna și a folosi dieta vegană ca instrument în prevenția și tratarea bolilor este o situație de “win-win”, atât pentru pacienți, cât și pentru medici. Tratamentele medicamentoase sunt unelte importante aflate la îndemâna medicilor, utilitatea lor fiind incontestabilă, mai ales în bolile acute, dar schimbarea stilului greșit de viață, cum poate fi schimbarea dietei, poate reprezenta un instrument important în gestionarea și tratarea bolilor cronice.

Concluzii

În urma studiului efectuat privind veganismul ca fiind o nouă paradigmă alimentară evidențiem faptul că câștigul în ansamblu al dietei vegane este dublu: prin beneficiile inerente oferite de consumul unei mari varietăți de alimente ce promovează sănătatea și prin eliminarea consumului de compuși nocivi care se regăsesc în produsele de origine animală.

S-a constatat că o dietă vegană în comparație cu alimentația omnivorilor a primit cel mai înalt scor de calitate al dietei, măsurat de indexul de alimentație sănătoasă 2020. Dacă nu sunt contraindicații cum ar fi careva maladii, alergii sau intoleranțe – atunci dieta vegană poate deveni un instrument nou în îmbunătățirea calității vieții populației și tratarea bolilor cronice.

Referințe

1. Societatea Veganilor. © 1944 - 2022 The Vegan Society. Disponibil: <https://www.vegansociety.com/go-vegan/definition-veganism>
2. CRAIG, W. J. Health effects of vegan diets. *Am. J. Clin. Nutr.* 2009, 89, 1627S–1633S.
3. CLARYS, P. et al. Comparison of nutritional quality of the vegan, vegetarian, semi-vegetarian, pesco-vegetarian and omnivorous diet. *Nutrients* 2014, 6, 1318–1332.
4. LE, L.T., SABATÉ, J. Beyond meatless, the health effects of vegan diets: Findings from the adventist cohorts. *Nutrients* 2014, 6, 2131–2147.
5. TONSTAD, S., STEWART, K., ODA, K., BATECH, M., HERRING, R. P., FRASER, G. E. Vegetarian diets and the incidence of diabetes in the adventist health study-2. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 2013, 23, 292–299.
6. JENKINS, D. J. A. et al. Effect of a 6-month vegan low-carbohydrate (“eco-atkins”) diet on cardiovascular risk factors and body weight in hyperlipidaemic adults: A randomised controlled trial. *BMJ Open* 2014, 4, e003505.
7. KJELDSEN-KRAGH, J. Rheumatoid arthritis treated with vegetarian diets. *Am. J. Clin. Nutr.* 1999, 70, 594S–600S.
8. Christiaan Greyling & Associates. © 2022 Dietitians. Disponibil: <https://dietitians.co.za/>
9. GRAFFEO C. Is there evidence to support a vegetarian diet in common chronic diseases? NY: *Clinical Correlations*; 2013 Jun 20: 8 p. Disponibil: www.clinicalcorrelations.org/?p=6186
10. ORLICH M. J., SINGH P. N., SABATÉ J. et al. Vegetarian dietary patterns and mortality in Adventist Health Study 2. *JAMA Intern Med* 2013 Jul 8;173(13): 1230-8. DOI: 10.1001/jamainternmed.2013.6473
11. ROSELL M., APPLEBY P., SPENCER E., KEY T. Weight gain over 5 years in 21,966 meat-eating, fish-eating, vegetarian, and vegan men and women in EPIC Oxford. *Int J Obes (Lond)* 2006 Sep; 30(9):1389-96.
12. ORNISH, D. Statins and the soul of medicine. *Am J Cardiol* 2002 Jun 1;89(11):1286-90. DOI: 10.1016/S0002-9149(02)02327-5.
13. JENKINS, D. J., KENDALL, C. W., MARCHIE, A. et al. Direct comparison of a dietary portfolio of cholesterollowering foods with a statin in hypercholesterolemic participants. *Am J Clin Nutr* 2005 Feb;81(2):380-7
14. BARNARD, N. D., COHEN, J., JENKINS, D. J. et al. A lowfat vegan diet and a conventional diabetes diet in the treatment of type 2 diabetes: a randomized, controlled, 74-wk clinical trial. *Am J Clin Nutr* 2009 May;89(5):1588S-1596S. DOI: org/10.3945/ajcn.2009.26736H
15. HUANG, T., YANG, B., ZHENG, J., LI, G., WAHLQVIST, M. L., LI, D. Cardiovascular disease mortality and cancer incidence in vegetarians: A meta-analysis and systematic review. *Ann Nutr Metab* 2012; 60(4):233- 40.

16. TUSO, P. J., ISMAIL, M. H., HA, B. P., BARTOLOTTO, C. Nutritional update for physicians: plant-based diets. *Perm J* 2013 Spring;17(2):61-6
17. TONSTAD, S., BUTLER, T., YAN, R., FRASER, G .E. Type of vegetarian diet, body weight, and prevalence of type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2009 May;32(5):791-6.
18. APPLEBY, P. N., DAVEY, G. K., KEY, T. J. Hypertension and blood pressure among meat eaters, fish eaters, vegetarians and vegans. EPIC-Oxford. *Public Health Nutr* 2002 Oct;5(5):645-54.
19. FERDOWSIAN, H. R., BARNARD, N. D. Effects of plantbased diets on plasma lipids. *Am J Cardiol* 2009 Oct 1;104(7):947-56.
20. ORNISH, D., SCHERWITZ, L. W., BILLINGS, J. H. et al. Intensive lifestyle changes for reversal of coronary heart disease. *JAMA* 1998 Dec 16;280(23):2001-7.
21. ESSELSTYN, C. B. JR., GENDY, G., DOYLE, J., GOLUBIC, M., ROIZEN, M. F. A way to reverse CAD? *J Fam Pract* 2014 Jul;63(7):356-364
22. VANNICE, G., RASMUSSEN, H. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Dietary fatty acids for healthy adults. *J Acad Nutr Diet* 2014 Jan;114(1):136-53. DOI: 10.1016/j.jand.2013.11.001.
23. WEI, P., LIU,, M., CHEN, Y., CHEN, D. C. Systematic review of soy isoflavone supplements on osteoporosis in women. *Asian Pac J Trop Med* 2012 Mar;5(3): 243-8.
24. Veganismul, un stil de viață sau un moft. Pentru cine este recomandat. © SanoTeca, 2022. Disponibil: <https://sanoteca.md/pacienti/diete-alimenta%C8%9Bie/veganismul-un-stil-de-via%C8%9B%C4%83-sau-un-moft-pentru-cine-este-recomandat-%C8%99i>
25. TAKU, K, UMEGAKI, K., SATO, Y., TAKI, Y., ENDOH, K., WATANABE, S. Soy isoflavones lower serum total and LDL cholesterol in humans: a meta-analysis of 11 randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr* 2007 Apr;85(4):1148-56
26. RADU, O., FUIOR, A., CAPCANARI, T. The study of biological and nutritional potential of walnut oil. *International scientific conference of young scientist and students*, April 15-16, Kyiv 2013, Part II: 472-473.
27. BALASZ, BODAI et al. Lifestyle medicine: a brief review of its dramatic impact on health and survival. *Perm J.* 2018; 22:17-025. DOI: 10.7812/TPP/17-025
28. HEVER, J. Plant-based diets: A physician's guide. *Perm J.* 2016 Summer; 20(3):15-082.

NUTRIȚIA ȘI STILUL DE VIAȚĂ SĂNĂTOS AL FEMEILOR ÎNSĂRCINATE CU HIPERTENSIUNE ARTERIALĂ

Liliana ULAŞ

Departamentul Alimentație și Nutriție, grupa SPN-211, Facultatea Tehnologia Alimentelor,
Universitatea Tehnică a Moldovei, or. Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Liliana Ulaş, liliana.ulas@an.utm.md

Rezumat. Hipertensiunea arterială în timpul sarcinii poate fi prevenită prin controlul unui stil de viață sănătos. Scopul acestui studiu este de a determina asocierea caracteristicilor demografice și stilul de viață al femeilor însărcinate care au hipertensiune arterială. Această metodă de cercetare este un studiu transversal, 76 dintre femeile cu hipertensiune arterială în timpul sarcinii au fost incluse la asistența medicală primară, Java de Vest. Criteriile de includere au fost vârsta gestațională ≥ 28 de săptămâni, cu sistola tensiunii arteriale ≥ 140 mmHg și diastola ≥ 90 mmHg. Datele au fost analizate utilizând abordarea descriptivă a statisticii și testul chi-pătrat. În urma analizei bivariate, care a fost utilizată cu ajutorul testului Chi-pătrat arată că educația (valoarea p 0,021), ocupația (valoarea p 0,025) și veniturile (valoarea p 0,023) sunt factorii legați de stilul de viață în rândul femeilor însărcinate, care au hipertensiune arterială. Înțelegerea stilului de viață și a factorilor asociați contribuie la capacitatea furnizorilor de îngrijire a sănătății de a proiecta intervenții eficiente menite să îmbunătățească stilul de viață sănătos în rândul femeilor însărcinate cu hipertensiune arterială.

Cuvinte cheie: caracteristici demografice, tensiune arterială, sarcina

Introducere

În fiecare an, aproximativ 50.000 de mame au murit din cauza hipertensiunii arteriale în timpul sarcinii. Conform Societății de Ginecologie Obstetrică, în 2014, a declarat că cauza mortalității materne în Java de Vest a fost de 29.3%. Oficiul de sănătate din West Bandung, în 2016, afirmă că 9 din 31 de mame au decedat de hipertensiune arterială în timpul sarcinii. Prevenirea acestei infecții se poate face printr-o dietă regulată cu multe fructe și legume, proteine, produse cu conținut scăzut de carbohidrați și grăsimi și efectuarea unei activități fizice usoare la intervale regulate de cel puțin cincisprezece minute până la treizeci de minute pe zi, cum ar fi gimnastică și plimbarea pe îndelete, care sunt modificări ale stilului de viață care pot fi făcut de catre mamele însărcinate [9]. Hipertensiunea arterială în sarcină, care se poate referi la preeclampsie, este un rezultat al stilului de viață nesănătos al femeilor însărcinate, cu hipertensiune arterială, proteinurie și edem ca manifestări clinice (Paramitasari & Martini, 2012). Studiul anterior a constatat că 8 din 16 femei însărcinate care au examinat testul de proteine din urină au fost pozitive, aceste rezultate indică faptul că există încă o apariție mare a hipertensiunii arteriale în timpul sarcinii [4]. Celălalt studiu găsit la 107 mame postpartum care au suferit preeclampsie a constatat că 60,7% dintre mamele cu preeclampsie au un stil de viață nesănătos [12]. Comportamentele unui stil de viață sănătos pot fi influențate de caracteristicile demografice individuale, cum ar fi vârsta, educația, ocupația, venitul și accesul la servicii de sănătate [14].

Colectare de date

Criteriile de colectare a datelor în cadrul acestei cercetări au fost chestionarele, care constă din chestionarul A cu indici demografici, precum vîrstă, educație, venit și acces la serviciul de sănătate sub formă de distanță de la domiciliu pînă la asistența medicală și chestionarul B, care este studiul comportamentului de viață sănătos al femeilor însărcinate cu preeclampsie. Acest chestionar este format din 52 de itemi legate de stilul de viață sănătos (9 declarații), activitatea fizică (8 afirmații), nutriție (9 afirmații), dezvoltarea spirituală (9 afirmații), relații interpersonale (9 afirmații) și managementul stresului (9 afirmații) [12].

Rezultate

Rezultatele cercetărilor și discuțiilor despre relația demografie caracteristică care include vârstă, educația, ocupația, venitul și accesul la sănătate, serviciul cu stilul de viață al femeilor însărcinate cu hipertensiune arterială au fost următoarele:

Tabelul 1

Distribuția de frecvență a caracteristicilor demografice ale respondentului

	Caracteristici	n	%
Vârstă	Risc (< 20 & > 35 ani)	17	22.3
	Fără risc (20-35 ani)	59	77.6
Educație	Scăzut (Școala Primară-Junior Liceu)	45	59.2
	Liceu (Senior High School-College)	31	40.8
Ocupație	Nu lucrează	72	94.7
	Lucrează	4	5.3
Sursa de venit	Scăzut (<2,468,289,44)	60	78.9
	Ridicat (\geq 2.468.289,44)	16	21.1
Accesul la asistența medicală	Închis (\leq 247 metri)	16	21.1
Serviciu	Departate ($>$ 247 metri)	60	78.9

Tab.1 arată că majoritatea respondenților se aflau în intervalul de vârstă fără risc (20-35 ani) până la 77,6%, mai mult de jumătate dintre femeile însărcinate care suferă de hipertensiune arterială aveau un nivel de educație scăzut (59,2%), aproape toți respondenții nu au lucrat (94,7%), majoritatea au venituri mici (78,9%) și sunt departe de asistența medicală primară (78,9%).

Tabelul 2

Distribuția de frecvență a stilului de viață al respondentului

	Variabilă/Subvariabilă	n	%
Responsabilitatea sanatatii	Nesanatos	37	48.7
	Sanatos	39	51.3
Activitatea fizica	Nesanatos	37	48.7
	Sanatos	39	51.3
Nutritie	Nesanatos	41	53.9
	Sanatos	35	46.1
Dezvoltare spirituală	Nesanatos	33	43.4
	Sanatos	43	56.6
Relatii interpersonale	Nesanatos	39	51.3
	Sanatos	37	48.7
Managementul stresului	Nesanatos	38	50
	Sanatos	38	50
Stil de viata total	Nesanatos	45	59.2
	Sanatos	31	40.8

Tab. 2 arată că mai mult de jumătate dintre femeile însărcinate cu hipertensiune arterială au un stil de viață sănătos în domeniul responsabilității pentru sănătate și al activității fizice (51,3%), al dezvoltării personale(56,6%),mai mult de jumătate dintre respondenți nu au un stil de viață sănătos în domeniul alimentației(53,9%),relațiilor interpersonale (51,3%),iar jumătate dintre respondenți (50%) au un stil de viață sănătos.

Relația dintre caracteristicile femeilor însărcinate și stilul de viață

Caracteristici	Mod de viață	Valoarea p
Vîrstă	Nesănătos (n,%) Sănătos (n,%)	
Riscat	14 (82,4) 3 (17,6)	0,054
Nu riscat	31 (52,5) 28 (47,5)	
Educație		
Scăzut	32 (71,1) 13 (28,9)	0,021
Înalt	13 (41,9) 18 (58,1)	
Ocupație		
Nu lucrează	45 (62,5) 27 (37,5)	0,025
Lucrează	0 (0) 4 (100)	
Sursa de venit		
Scăzut	40 (66,7) 20 (33,3)	0,023
Înalt	5 (31,3) 11 (68,8)	
Acces la asistența medicală		
Aproape	8 (50) 8 (50)	0,577
Departate	37 (61,7) 23 (38,3)	

Tab.3 arată că din 17 respondenți expuși riscului (<20 & > 35 de ani), au existat 14 respondenți (82,4%) care au avut un stil de viață nesănătos. Respondenții care nu sunt expuși riscului de vîrstă (20-35 de ani) până la 59 de respondenți, unde 31 de respondenți (52,5%) au un stil de viață sănătos. Analiza acestei cercetări a fost realizată folosind testul chisquare cu valoarea $p = 0,054$, deci nu a existat o corelație între caracteristica de vîrstă și stilul de viață al gravidelor care suferă de hipertensiune arterială.

Mai mult, rezultatele au constatat că din 45 de respondenți cu studii scăzute au fost 32 de respondenți (71,1%) care au avut un stil de viață nesănătos. Respondenții cu studii superioare sunt până la 31 de respondenți, unde 18 respondenți (58,1%) au un stil de viață sănătos. Analiza acestei cercetări a fost realizată utilizând testul chi-pătrat cu valoarea $p = 0,021$, astfel încât a existat o corelație între caracteristicile educaționale și stilul de viață al gravidelor cu hipertensiune arterială.

Datele obținute arată că din 16 respondenți a căror distanță la domiciliu este aproape de asistență medicală primară, sunt 8 respondenți (50%) care au fiecare un stil de viață nesănătos și un stil de viață sănătos. Respondenții la care distanța la domiciliu este departe de asistență medicală primară sunt 60 de respondenți, unde sunt 37 de respondenți (61,7%) care au un stil de viață nesănătos.

Discuții

Mai mult de jumătate dintre femeile însărcinate cu studii scăzute au hipertensiune arterială. Studiul anterior a afirmat că hipertensiunea arterială în sarcină care se referă la preeclampsie apare mai des la femeile care sunt mai puțin educate decât la femeile care sunt foarte educate (Indriani, Ronoatmodjo, & Damayanti, 2011). Femeile însărcinate cu nivel scăzut de educație au avut o presiune sistolică mai mare decât gravidele cu studii superioare (Jwa și colab., 2013). Aproape toți respondenții femeilor însărcinate care au avut hipertensiune arterială care nu a funcționat și au venituri mici. Un studiu recent a afirmat că incidența hipertensiunii arteriale în sarcină a fost dominată de mama care nu a lucrat, aceasta fiind legată de veniturile scăzute, ceea ce va duce la reducerea frecvenței îngrijirilor prenatale, duce la o calitate nutrițională scăzută, astfel încât poate provoca complicații în sarcină precum hipertensiunea arterială (Astuti, 2015). În plus, statutul socio-economic scăzut are ca rezultat scăderea puterii de cumpărare, astfel încât aportul de nutrienți este, de asemenea, redus, în special proteine, care apoi vor provoca probleme sau complicații în sarcină, cum ar fi hipertensiunea arterială și preeclampsia (Djannah & Arianti, 2019). Acest studiu a constatat că majoritatea femeilor însărcinate care au hipertensiune arterială au o distanță lungă acasă la asistență medicală primară. Accesul la serviciile de sănătate este cauza deceselor materne din cauza complicațiilor sarcinii, cum ar fi preeclampsia, care poate fi afectată de accesibilitatea locației serviciului, de tipul și calitatea

serviciilor disponibile și de accesibilitatea scăzută a informațiilor, ceea ce duce la un nivel scăzut de accesul gravidelor la serviciile de sănătate disponibile pentru îngrijirea prenatală (Astuti, 2015). Un alt studiu a afirmat că scorul scăzut în domeniul nutriției reflectă comportamentul respondenților care tind să nu consume alimente din meniu bine echilibrat din punct de vedere al calității și cantității, precum și al varietății sau tipului de alimente (Damayanti & PA, 2016). Un alt domeniu al profilului stilului de viață sănătos a fost activitatea fizică, rezultatul găsit ca cel mai mic scor de 1,37, dar în categoria stil de viață, mai mulți respondenți au un stil de viață sănătos, poate fi cauzat că femeile însărcinate nu urmează niciodată sporturile planificate, cum ar fi exercițiile de sarcină pentru nevoile de activitate și exerciții ușoare. De asemenea, gravidele au fost limitate de activitățile lor ca gospodine care trebuie să aibă grija de copii și de soț, astfel încât nevoile de activități și sport să primească mai puțină atenție. Un alt studiu a arătat că educația și veniturile pot influența comportamentul sănătos sau stilul de viață al unei persoane, în care persoanele cu studii superioare sunt, în general, capabile să se compore într-un mod mai sănătos decât cei cu educație scăzută și au puține surse de putere, de asemenea, persoanele care au venituri mai mari sau mai bogate în general practica mai bine comportamente sau obiceiuri mai sănătoase decât persoanele cu venituri mai mici (Rahmadian, 2011). În plus, o corelație puternică între nivelul de educație și starea de sănătate în cazul în care există un efect pozitiv al duratei (ani) de educație cu sănătate consistentă, în opinia că durata anului școlar poate dezvolta o capacitate de viață efectivă care va afecta în cele din urmă starea de sănătate, , a face o treabă bună, a îmbunătăți bunăstarea, economia, autocontrolul, mai multă participare la sprijinul social și un stil de viață sănătos (Pradono & Sulistyowati, 2014). Statutul de angajare a avut, de asemenea, o legătură cu profilul stilului de viață sănătos. Mamele someri au tendința de a avea de două ori mai multe șanse de a dezvolta hipertensiune arterială în timpul sarcinii, comparativ cu mamele care lucrează (Prasetyo, 2016). Un alt studiu a afirmat că factorii socio-economi sunt cei mai influenți asupra formării unui comportament de viață sănătos după controlul de vârstă, obezitate și paritate. Venitul scăzut care provoacă dificultăți de gestionare a veniturilor pentru nevoile zilnice are un nivel scăzut de sănătate, dintre care unul este măsurat prin stilul de viață (Ratnawati, 2016).

Concluzia

Există o relație între caracteristicile educației, ocupație și venituri cu stilul de viață al femeilor însărcinate care au hipertensiune arterială. Rezultatele acestui studiu pot fi dezvoltate pentru alți cercetători cu scopul de a identifica factorii materni care influențează comportamentul stilului de viață în timpul sarcinii, nașterii și afecțiunilor postpartum la grupul normal de gravide pentru a detecta complicațiile precoce ale sarcinii și necesitatea de a crește promovarea unui stil de viață sănătos. În mod regulat pentru femeile însărcinate.

Referințe

1. ASTUTI, S. F. (2015). Factori asociați cu incidența preeclampsiei de sarcină în zona de lucru a Centrului de sănătate publică Pamulang, orașul South Tangerang, în perioada 2014-2015. Depozitul instituțional UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
2. CAVAZOS-REHG, P. A., KRAUSS, M. J., SPITZNAGEL, E. L., BOMMARITO, K., MADDEN, T., OLSEN, M. A., BIERUT, L. J. (2015). Vârstă mamei și riscul travaliului și complicațiilor nașterii. *Maternal and Child Health Journal*, 19(6), 1202–1211. <https://doi.org/10.1007/s10995-014-1624-7>
3. DJANNAH, S. N. și ARIANTI, I. S. (2019). Descrierea epidemiologică a incidenței preeclampsiei/eclampsiei în RSU PKU Muhammadiyah Yogyakarta în 2007–2009. Buletinul de Cercetare a Sistemelor de Sănătate.
4. Preluat de la <http://ejournal.litbang.depkes.go.id/index.php/hsr/article/view/2782>.
5. GARDELIA, R. A., SOLEHATI, T., & MAMUROH, L. (2019). Cunoștințele femeilor însărcinate despre pre-eclampsie La Centrul de Sănătate Publică Tarogong, Regența Garut. *Journal of Maternity Care and Reproductive Health*, 2(1), 84–90. <https://doi.org/10.36780/jmcrh.v2i1.60>.

6. INDRIANI, N., RONOATMODJO, S., & DAMAYANTI, D. (2011). Analiza factorilor asociati cu Preeclampsie/Eclampsie in maternitate la Spitalul General Regional Kardinah, orașul Tegal în 2011 = Analiza factorilor asociati cu Preeclampsie/Eclampsie in maternitatea din regiunea Kardinah din Tegal g.
7. JWA, S. C., FUJIWARA, T., HATA, A., ARATA, N., SAGO, H. și OHYA, Y. (2013). IMC mediază asocierea dintre nivelul scăzut de educație și tensiunea arterială mai mare în timpul sarcinii în Japonia. *BMC Public Health*, 13(1), 389. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-389>.
8. MALAKOUTI, J., SEHHATI, F., MIRGHAFOURVAND, M., & NAHANGI, R. (2015). Relația dintre stilul de viață care promovează sănătatea și stresul percepțut la femeile însărcinate cu preeclampsie. *Journal of Caring Sciences*, 4(2), 155.
9. NURHIDAYATI, E. (2016). Relația dintre plimbările de dimineață și pre-eclampsie la femeile însărcinate din zona Centrului de Sănătate Central Moncek, Districtul Lenteng, Regența Sumenep, 2013. Wiraraja Medika: *Journal of Health*, 6(1), 9–21.
10. PARAMITASARI, T. F., & MARTINI, S. (2012). Relația dintre stilul de viață în timpul sarcinii și incidența pre-eclampsiei. *Sănătatea publică*, 8(3).
11. PRADONO, J. și SULISTYOWATI, N. (2014). Relația dintre nivelul de educație, cunoștințele despre sănătatea mediului, comportamentul de viață sănătos și starea de sănătate. *Health Systems Research Bulletin*, 17(1), 89–95.
12. PRASETYO, R. (2016). Relația dintre caracteristicile femeilor însărcinate și incidența preeclampsiei la Spitalul General Regional Al-Ihsan, Regenția Bandung, ianuarie-septembrie 2014. Facultatea de Medicină (UNISBA).
13. RATNAWATI, R. (2016). Stilul de viață sănătos la femeile însărcinate cu preeclampsie. Proceedings of The 4th University Research Colocvium (URECOL). Preluat de la <http://hdl.handle.net/11617/7817>.
14. SARI, N. P., UTAMA, B. I. și AGUS, M. (2017). Factori legați cu incidența preeclampsiei severe la spital Dr M Djamil Padang. *Journal of Moaše*, 2(2), 56. <https://doi.org/10.25077/jom.2.2.56-65.2017>.
15. RAHMADIAN, S. (2011). Factori psihologici care influențează comportamentul sănătos al studenților de la mai multe universități din South Tangerang. Depozitul instituțional UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
16. Preluat de la <http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/1748>

THE ROLE OF TRYPTOPHAN IN ENSURING THE WELL-BEING OF HUMAN BODY

Adelina SURDU, Mihaela ZAHARIA

*Department of Food and Nutrition, SPN-211, Faculty of Food Technology,
Technical University of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova*

*Autorul corespondent: Surdu, Adelina, adelina.surdu@an.utm.md

Abstract. Tryptophan is very useful for the human body, because it helps to secrete very important hormones and possesses multiple physiological functions in the metabolic transformations of nutrients. In this article we explain the characteristics of tryptophan and its importance in nutrition and health being. Therefore, was argued the correlation between the physiological need in tryptophan and the person's age. In the technological practice of food processing the level of tryptophan amino acid is also important, serving in the last time as an indicator of quality meat. The main foods and food proteins that have a high tryptophan potential were highlighted. Hydrolyzed protein products and transgenic seeds are presented as useful in strengthening the diet with accessible tryptophan.

Keywords: proteins, free and protein-bound tryptophan, tryptophan metabolites, fortified foods, absorption, nutrition, health benefits

Introduction

Tryptophan was discovered in 1901 by Frederick Hopkins in the milk casein composition [1, 2]. This amino acid is known to be essential in the biosynthesis of enzymes, the maintenance of nitrogen balance, the synthesis of haemoglobin and serum proteins, the synthesis of nicotinic acid, the prophylaxis of pellagra [6]. Tryptophan can be obtained from the following food sources: milk, shrimp, cheese, fish, turkey, chicken, eggs, soybeans, hazelnuts, bananas, dates (Table 1). Corn protein contains a relatively small amount of tryptophan. Because of this, the ration with the predominant use of corn can cause pellagra. Tryptophan is one of the 9 essential amino acids that the human body cannot produce on its own, but without which it cannot survive. Amino acids are organic compounds that act as structural elements in the body. They are basically the foundation on which the muscles, tissues and cells of the human body are built. Amino acids also help the body secrete certain important hormones.

Tryptophan has two very important functions in the human body. Specifically, it contributes to the secretion of serotonin and melatonin, both very important hormones [14]. Serotonin helps regulate mood, appetite and sleep patterns. Melatonin transmits to the body when it needs to feel tired and when it needs to be alert. So that's why it's so hard not to change our sleep schedule. When we try to do this, the hormones need a period of adaptation. If for various reasons you do not get enough tryptophan, there is a risk that your body may no longer be able to secrete these two hormones. For human well-being tryptophan must be obtained from dietary proteins. Its free form is easily absorbed in the presence of carbohydrate-rich food with high-glycaemic index and could increase the availability of this amino acid to the brain [7].

The structure of tryptophan

Tryptophan has a molecular formula $C_{11}H_{12}N_2O_2$. From a biological point of view, tryptophan is an indispensable proteinogenic amino acid, which has an aromatic side chain. Like all amino acids, L-tryptophan has a α carbon atom attached to an amino group (NH_2), a hydrogen atom (H), a carboxyl group ($COOH$) and a side chain (R) formed by a heterocyclic structure, the indole group. Its chemical name β is 2-amino-3-indolyl propionic acid, it has a molecular weight of 204,23 g / mol. Its solubility at 20 ° C is 1,06 g in 100 g of water and has a density of 1,34 g / cm³. Being a hydrophobic amino acid, tryptophan is located inside of the native dietary protein molecule (α -lactalbumin, β – lactoglobulin, ovalbumin, gluten) [4].

Tabel 1

Tryptophan content in food [15]

The food product	The amount of tryptophan (mg%)	The food product	The amount of tryptophan (mg%)	The food product	The amount of tryptophan (mg%)
Red caviar	960	Pork	190	Carrot	42
Black caviar	910	Low-fat cottage cheese	180	Milk	40
Butch cheese	780	Buckwheat	180	Tomatoes	33
Peanut	750	Sea bass	170	Apricots	27
Almond	630	Oatmeal	160	Oranges	27
Cashew	600	Dried apricots	150	Pomegranate	27
Pine nuts	420	Mushrooms	130	Peaches	27
Rabbit meat, turkey meat	330	Pasta	130	Raspberries	24
Squid	320	Wheat bread	100	Honey	24
Pistachios	300	Dates	75	Watermelon	21
Chicken	290	Boiled rice	72	Melon	18

Tryptophan Requirement

As a generator of plastics and energy compounds, tryptophan is especially necessary for children and pregnant women. The estimated average requirement (EAR) of tryptophan for school-age children was estimated to be 4.7 and 6.1 mg.kg⁻¹.d⁻¹. In the same time in the ideal protein the amount of tryptophan is 10 mg.g⁻¹ protein [1]. The mean tryptophan requirement is 4.01 mg.kg⁻¹.d⁻¹, with a safe intake at 5.02 mg.kg⁻¹.d⁻¹ [9]. In the elderly, the intensity of metabolic processes decreases, which leads to a decrease in the need for tryptophan. The mean minimum tryptophan requirement of healthy, elderly people approximates 2 mg.kg⁻¹.d⁻¹ body weights [12].

Tryptophan in Nutrition: Availability, Sources

The nutritional value of tryptophan is determined by the conditions of its absorption in the digestive tract. In the study of Fernstrom et al [3] was analysed the effect of the vegetable juice that contain 40 g of α -lactalbumin (a protein rich in tryptophan) on dynamics of plasma tryptophan increasing. In the same study, a gluten-containing beverage raised the plasma tryptophan level by 25% within 90 minutes, whereas a zein-containing drink lowered the level to about 50% of the fasting value. The authors suggest that negative effect of the corn protein zein probably reflects its poor digestibility, which cause a slower absorption of the amino acids from the gut [3].

Brain serotonin, derived from tryptophan, is known to influence affective events, such as mood disorders. In a study by Markus et al [11] was found that consumption of a tryptophan-rich egg protein hydrolysate by 35 participants with chronic stress resulted in an increase in plasma tryptophan uptake into the brain. The therapeutic value of the egg hydrolysate in improving mood and performance under acute stress exposure probably is due to the high accessibility of the tryptophan in this case.

In order to investigate the effects of different forms of dietary tryptophan, Markus et al [10] tested whether hydrolysed protein had greater effects on the plasma tryptophan/large neutral amino acid ratio and mood than intact protein in healthy volunteers. They observed significant faster increases and longer-lasting improvement in the ratio with the hydrolysed tryptophan source versus the intact or pure tryptophan. These results suggest that the food hydrolysates are useful ingredients that can increase tryptophan availability.

In technological practice, tryptophan is used as an indicator of quality meat, because it is massively contained in the proteins of the muscle tissue of the meat, in myogen and myalbumin [14].

Nutrition value of high-tryptophan transgenic seeds

In several studies, the amount of protein-bound and free tryptophan present in some varieties of transgenic seeds of maize, rice, and soybeans was determinate. Kita et al [8] discovered that transgenic soybean plants were found to accumulate free tryptophan to levels as high as 3,8 to 4,8 mg/g dry weight of seed flour, up to a 12-fold increase compared with tryptophan levels in no transgenic seeds. For analysis, free tryptophan and other amino acids were extracted with sulfosalicylic acid and analyzed by the ninhydrin method using an automated amino acid analyser. The high-tryptophan soybeans can be used to increase the tryptophan content of mixed diets.

In an analysis of rice, Wakasa et al [13] found the amount of free tryptophan in a transgenic rice variety was about twice that in seeds in wild-type plants. The protein-bound tryptophan level was also enhanced. This observation led the authors to suggest that the tryptophan content of rice seeds could be increased trans genetically to improve the nutritional value of the human diet.

Conclusions

1. The richest sources of free and protein bound tryptophan are meat, dairy products, and seeds. The richest sources of free tryptophan are dietary protein hydrolysates and transgenic seeds.
2. The dietary essential amino acid tryptophan contributes to protein synthesis and the regulation of numerous physiological mechanisms. These include serving as a precursor for the hormone serotonin and the vitamin niacin. It is therefore important to be able to analyze tryptophan levels accurately. The problem is that protein-bound tryptophan is degraded in the acid hydrolysis used for analysis of all amino acids.
3. Because tryptophan and its metabolites have potential health benefits, a major challenge is to foster the further development via plant molecular genetic methods, of high-tryptophan foods. Moreover, after consumption, tryptophan is reported to mitigate the course of multiple chronic diseases. Therefor it is an urgent need to facilitate studies that include the evaluation of the functions of tryptophan metabolites on the causes and prevention of human diseases.

Bibliography

1. ALMOKBEL, A., COUNTER, M. Tryptophan Requirement in School-Age Children. In: *J. of Nutrition*, 2020, V. 149, No.2, p.280-285.
2. BELITZ, H. D., GROSCH, W. Chapter 10. Milk and Dairy Products. Ed.: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, *Food Chemistry*. 2009. – p. 563-614.
3. FERNSTORM, J. D., LONGHAM, K.A. MARCELINI, L.M. The ingestion of different dietary proteins by humans induced large changes in the plasma protein range, a predictor of brain tryptophan uptakes and serotonin synthesis. In: *Clin. Nutr.*, 2013, v. 32, p. 1073-1076.
4. FLOCH, N., WINFRIED, O. Tryptophan metabolism, from nutrition to potential therapeutic application. In: *Amino Acids*, 2011, V. 41, p. 1195-1205.
5. FRIEDMAN, M. Analysis, Nutrition and Health Benefits of Tryptophan. In: *Intern. J. of Tript. Res.*, 2018, V. 11, p.1-12.
6. GUREON, G. Progress in Tryptophan and Serotonin Research. Bristol, Ed.: Cardiff Wales UK, 1986.- 429 p./
7. JASTREBSKA, A., KOWALSKA, S. Determination of free Tryptophan in Beer Samples by Capillary Isotachophoretic Method. In: *Food Analytical Methods*, 2020, V. 13, p. 850-862
8. KITA, Y., NAKAMOTO, M. Manipulation of amino acid composition in soybean seeds by the combination of deregulated tryptophan biosynthesis. In: *Plant Cell Rep.*, 2009, V. 29, p. 87-95.
9. LAZARIS, G., RAFII, M. Tryptophan Requirement in young, adult women. In: *Am. J. of Clinical Nutr.*, 1998, V. 68, No.8, p. 303-310.
10. MARKUS, C. R. VERSCHOOR, E. Effect of different tryptophan sources on amino acids availability to the brain and mood in healthy volunteers. In: *Psychopharmacology*, 2008, V. 201, p. 107-114.

11. MARKUS, C. R., FRIK, C. Effect of rich egg protein hydrolysate on brain tryptophan availability and performance. In: *Clin. Nutr.*, 2010, V.29, p. 610-616.
12. TOUTISIRIN, K., YOUNG, V. R. Tryptophan Response Curve and Tryptophan Requirements of Elderly People. In: *J. of Nutrition*, 1973, V. 103, No. 8, p. 1220-1228.
13. WAKASA, K., HASEGAVA, H. High-level tryptophan accumulation in seeds of transgenic rice and its limited effects on seed metabolic profile. In: *J. Exp. Bot.*, 2006, V. 57, p. 3069-3078.
14. ГАРАЕВА, С. Н., РЕДКОЗУБОВА, Г. В., Аминокислоты в живом организме. Кишинев: Изд. Академия наук Молдовы, 2009. - 560 с.
15. <https://lifestyle-ro.cosmeticus.com/zdorove/produkty-bogatye-triptofanom-podrobnyy-spisok.html>

ÎNDULCITORI ARTIFICIALI ȘI NATURALI – ARGUMENTE PRO ȘI CONTRA

Doina-Maria MITITELU*, Vlada ȘULEAC

*Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Tehnologia Alimentelor, Departamentul Alimentație și Nutriție,
SPN-201, Chișinău, Republica Moldova*

*Autorul corespondent: Mititelu Doina-Maria, doina-maria.mititelu@an.utm.md

Rezumat. Problema asigurării unei alimentații sănătoase a populației devine din ce în ce mai relevantă în fiecare an. Excluderea zahărului din rețetele alimentelor industriale din punct de vedere tehnologic este o sarcină dificilă pe care producătorii încearcă să o rezolve cu ajutorul îndulcitorilor. Fiecare dintre îndulcitorii cunoscuți în prezent, fie naturali sau sintetici, posedă anumite avantaje și dezavantaje. În Republica Moldova există o gamă destul de largă de îndulcitori autorizați, dar doar o mică parte dintre aceștia (E 950, E 951, E 952, E 954, E 955) se găsește des în compoziția diferitor produse alimentare locale. Pe baza analizei proprietăților nutriționale și tehnologice ale acestor îndulcitori, a fost stabilit că E 955 – sucraloză prezintă cele mai bune perspective pentru obținerea produselor alimentare calitative cu un conținut de calorii scăzut.

Cuvinte-cheie: aditivi alimentari, zahăr, sortiment, inofensivitate, produse alimentare

Introducere

Îndulcitorii fac parte din clasa aditivilor alimentari adăugăți în compoziția alimentelor cu scopul de a da gustul dulce produselor finale. Aceste substanțe activează receptorii pentru gustul dulce la fel ca zahărul, dar diferența e faptul că unii conțin mult mai puține calorii decât acestea [1]. În ziua de azi îndulcitorii sunt tot mai des utilizați fiind de două tipuri: naturali și artificiali, aceștia prezentând atât avantaje, cât și dezavantaje pentru sănătatea umană [2].

Preferința pentru gustul dulce la o gamă de intensități este caracteristică omului. Este cunoscut faptul că ingestia în exces de zahăr este egală cu un aport crescut de energie, ce la rândul său poate provoca diferite boli cronice precum obezitatea sau cariile dentare și duce la creșterea în greutate care este o temă actuală [3]. Îndulcitorii artificiali au apărut în 1950 pentru a satisface nevoie de dulce a populației, unde consumul de zahăr a crescut la un nivel extrem de enorm (echivalentul a aproximativ 20 de linguri pe zi, în medie) [4].

Din cauza faptului că unii experți au părerea că îndulcitorii prezintă risc, iar alții au parerea contrară [5], există necesitatea de a aborda această temă și de a analiza detaliat caracteristicile nutriționale și tehnologice ale îndulcitorilor disponibili populației Republicii Moldova.

Influența îndulcitorilor asupra organismului uman

Includerea dulciurilor în dietă contribuie la stimularea centrului plăcerii din creierul uman. Gustul dulce se asociază cu senzații plăcute, ceea ce provoacă o anumită dependență psihologică de zahăr. Specialiștii notează faptul că dependența psihologică sau cea emoțională de dulce pot conduce la cea fiziologică. Acest lucru se datorează faptului că receptorii gustului dulce sunt localizați nu doar în cavitatea bucală ci și în alte organe umane [6].

Descoperiri recente sugerează că receptorul de gust dulce T1R2/T1R3, care este exprimat în multe țesuturi extraorale, cum ar fi intestinul și pancreasul, joacă un rol important în detectarea nutrientilor și reglarea proceselor metabolice care implică secreția de insulină. Receptorul gustului dulce se găsește și în țesuturile în care funcția sa pare mai puțin evidentă, cum ar fi creierul, colonul, vezica urinară, limfocitele și inima (Fig.1) [7].

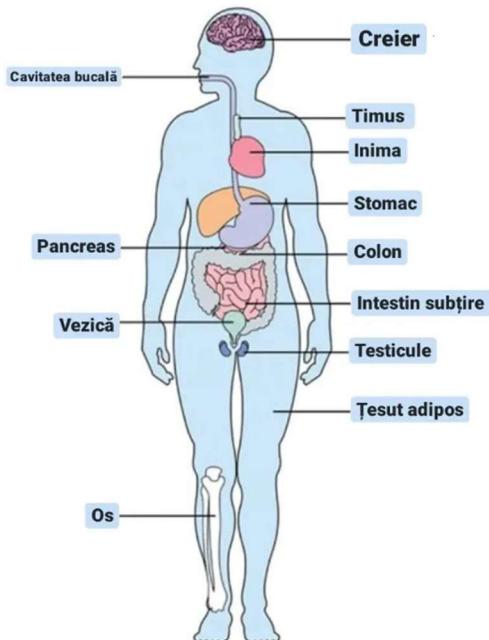


Figura 1. Receptorii gustului dulce localizați în organe umane

Îndulcitorii pătrunși în organismul uman, acționează asupra eliminării hormonilor intestinali și asupra expresiei proteinelor-purtători de glucoză. Receptorii dulci din oase și țesutul adipos stimulează celulele osoase, ceea ce poate duce la osteoporoză. Zaharina, de exemplu, crește tonusul și contracția vezicii urinare. Îndulcitorii provoacă o eliminare rapidă de insulină, acționând asupra receptorilor pancreatici. Activarea receptorilor dulci duce la o reducere a fluxului sanguin în vasele creierului, ceea ce crește riscurile de atacuri cerebrale și boli neurodegenerative. Funcția receptorilor este importantă pentru sănătatea umană, de aceea consumatorii de produse dietetice trebuie să fie serioși cu privire la alegerea îndulcitorilor, ale căror beneficii și daune încă până acum se dezbat [6, 8].

Beneficii și riscuri pentru sănătate

Îndulcitorii naturali sunt asociați cu mai multe beneficii pentru sănătate în comparație cu cei artificiali. De exemplu stevia, ea nu are calorii sau carbohidrați, cercetătorii au constatat faptul că stevia poate scădea colesterolul LDL, previne diabetul de tipul 2, deoarece crește sensibilitatea la insulină, reducând astfel sinteza glucozei din sânge. Un alt studiu de cercetare a demonstrat că stevia ar putea îmbunătăți memoria și reduce daunele oxidative ale creierului.

Cei artificiali sunt asociați cu mai multe aspecte negative pentru sănătate în comparație cu cei naturali. Unii îndulcitori artificiali (E 950 - Acesulfam, E 952 - Ciclamat, E 954 - Zaharină și altele) chiar sunt interzisi în anumite țări din cauza proprietăților lor cancerigene. Studii demonstrează, că îndulcitorii artificiali precum aspartamul, sucraloza pot duce la malformații congenitale, cancer, carii și creștere în greutate [9, 10].

Riscurile aduse de consumul ridicat de îndulcitori artificiali sunt:

- factorii de risc pentru sindromul metabolic, inclusiv obezitatea abdominală;
- nivelul ridicat al trigliceridelor și scăzut al colesterolului HDL;
- tensiunea arterială mare;
- nivelul ridicat de zahăr din sânge (glicemie);
- creșterea riscului dezvoltării unor afecțiuni metabolice;
- dezechilibru hormonal greu de remediat;
- modificările în nivelul concentrațiilor biochimice ale aminoacicilor și grăsimilor;
- schimbarea modului de procesare a grăsimilor;
- modificarea gradului de energie al organismului;
- schimbarea calității somnului și a memoriei;
- apariția dependenței dacă se consumă zilnic;
- dezechilibre gastro-intestinale [9].

Tabelul 1

Avantajele și dezavantajele îndulcitorilor artificiali [2]

Avantaje	Dezavantaje
Au conținut caloric redus și sunt utili persoanelor care vor să slăbească. Rolul important al îndulcitorilor artificiali constă în faptul că aceștia au o putere înaltă de îndulcire a alimentelor (de 100-600 ori mai mare decât a zahărului), în același timp având minimum de calorii	Produsele care au la bază îndulcitori prezintă un număr redus de calorii, ceea ce provoacă consumul excesiv al anumitor grupe de băuturi bogate în carbohidrați și grăsimi, servind cauza derigrărilor metabolice
Este o alternativă pentru oamenii cu diabet zaharat	Poate provoca apariția cancerului
Îndulcitorii artificiali nu provoacă apariția cariilor dentare, comparativ cu zahărul	Au în compoziție anumite ingrediente care dăunează sănătatea (fenilalanina, acid aspartic, metanol, acid ciclamic)

Particularitățile îndulcitorilor naturali și celor artificiali disponibili consumatorilor din Republica Moldova

Îndulcitorii sunt utilizati ca ingredient principal în fabricarea produselor de cofetărie și sunt derivați în principal din diferite surse animale sau vegetale. De exemplu, mierea reprezintă un îndulcitor natural făcut de albine, folosind nectarul din flori. În schimb îndulcitorii artificiali sunt derivați în principal din substanțe chimice sintetice în timpul prelucrării industriale. Aceasta este diferența cheie deși ambii sunt utilizati pentru aceeași aplicații, ei au proprietăți senzoriale și nutriționale diferite, precum efecte diferite asupra sănătății ce sunt specificate în Tab. 2 [9, 10].

Tabelul 2

Analiza caracteristicelor îndulcitorilor naturali și artificiali

Îndulcitorii artificiali	Îndulcitorii naturali
sunt mai ieftini	sunt mai scumpi
au conținut caloric redus sau sunt noncalorice	au conținut caloric variat
pot avea efecte negative asupra sănătății (migrene, dereglați stomacale, crește riscul apariției obezității, reacții alergice la nivelul pielii)	se asociază cu mai multe beneficii pentru sănătate (reducerea riscului bolilor cronice, beneficii pentru sănătatea inimii și a oaselor)
aminoacizii, peptidele și alcoolii de zahăr sunt principali compuși cu gust dulce	fructoza și alcoolii de zahăr sunt principali compuși ai gustului dulce
sunt utilizate la stropirea alimentelor, îndulcirea băuturilor calde, a produselor de cofetărie și a caramelelor pentru a adăuga dulceață și textură produselor gătite	sunt utilizate la coacerea, întinderea pe pâine sau biscuiți, îndulcirea diferitelor băuturi și conservarea cărnii

Pe teritoriul Republicii Moldova utilizarea în produse alimentare a îndulcitorilor în calitate de aditivi alimentari este strict limitată conform documentului normativ HG 229/2013 privind aditivilor alimentari [11]. Conform documentului respectiv producătorii locali au dreptul să utilizeze 17 îndulcitori alimentari din care 8 sunt naturali, iar 9 artificiali.

A fost realizată o analiză a compoziției chimice a unui sortiment larg de alimente (Fanta, Tymbark, suc Jaffa, Red Bull, lapte condensat, biscuiți Chikapie, gogoașe, iaurt Dolce cu fructe și.a.) disponibile consumatorilor din Republica Moldova. Astfel, la acesta grupă de băuturi, conținute, produse lactate și produse de patiserie au fost evidențiate îndulcitorii principali utilizati în tehnologia de fabricare a acestora (Fig.2).



Figura 2. Sortimentul compușilor dulci găsiți în principal în dieta consumătorilor locali

S-a stabilit că în dieta consumătorilor din Republica Moldova sunt prezente produsele alimentare cu un conținut înalt de îndulcitori artificiali (E 951, E 950, E 952, E 954, E 955). Proprietățile îndulcitorilor respectivi au fost studiate mai detaliat în scopul stabilirii influenței acestora asupra sănătății populației locale (Tab.3).

Tabelul 3

Caracteristicile principalelor îndulcitori artificiali consumați de populația Republicii Moldova [6]

Nume, denumirea pe etichetă	Coeficientul de dulceață	Avantaje	Dezavantaje	Norma de consum
Aspartam E 951	200	Stabil în lichid	Postgust neplăcut	50 mg per 1 kg masa corporală
Acesulfam de potasiu E 950	200	Are o durată lungă de valabilitate; nu provoacă alergii; nu conține calorii	Slab solubil; produsele care îl conțin nu trebuie utilizate pentru copii, femeile însărcinate și care alăptează; conține metanol, ceea ce duce la perturbarea inimii și a vaselor de sânge; conține acid aspartic, care excitează sistemul nervos și provoacă dependență	Nu mai mult de 1 g pe zi
Zaharină potasică E 954 (IV)	300–500	Rezistent la căldură și acizi; fără calorii	Miroslul ușor are un gust metalic neobișnuit	0,2 g pe zi
Zaharină de calciu E 954 (III)	300–500			
Cyclamat de calciu E 952 (III)	30	Fără calorii, rezistent la temperaturi ridicate	Utilizare interzisă în Uniunea Europeană și America	0,8 g pe zi
Sucraloză E 955	600	Nu conține calorii	Aplicabilă pentru băuturi, dulciuri, pudre proteice	Nu mai mult de 60 g pe zi

Conform datelor din Tab.3, majoritatea îndulcitorilor artificiali prezintă anumite dezavantaje, precum digerabilitate scăzută (E 950), postgust și miros neplăcute (E 951, E 954), risc pentru sănătate (E 952). Cel mai perspectiv, din punct de vedere nutritiv și tehnologic poate fi considerat îndulcitorul E 955 – sucraloză care la moment se găsește mai mult în produse locale de patiserie.

Concluzii

Problema alegerii îndulcitorilor naturali și artificiali la obținerea produselor alimentare calitative joacă un rol important în ziua de astăzi, deoarece privește bunurile de larg consum. Din sortimentul îndulcitorilor disponibili consumatorilor din Republica Moldova pot fi menționați: E 950, E 951, E 952, E 954, E 955, mierea de albine. Mai des sunt întâlniți și utilizați cei artificiali, din cauza faptului că sunt mai ieftini, iar consumatorii aleg să procure aceste produse, deoarece au un preț mai redus, însă nu toți cunosc efectele acestora. Ar fi în folosul consumatorilor (care n-au contraindicații speciale) ca unii îndulcitori artificiali ar fi înlocuiți cu cei naturali care nu provoacă consecințe negative, precum: mierea, stevia sau siropul de arțar ori să fie promovat în dieta lor îndulcitorul benefic din punct de vedere nutritiv și tehnologic – E 955 (sucraloză).

Cu toate acestea, pentru o viață sănătoasă este necesar ca populația Republicii Moldova să fie mai bine informată despre riscurile asociate cu diferite tipuri de îndulcitori (mai ales prin eticheta alimentelor) și numai decât să respecte doza zilnică recomandată.

Referințe

1. IBRAHIM, O. High intensity sweeteners chemicals structure, properties and applications, *Food Health and Technology Innovations*, vol. 2, no. 4, 2020 – pp.100-106
2. Pot fi periculoși îndulcitorii alimentari? ©SfatulMedicului.ro, 2005-2022. Disponibil: https://www.sfatulmedicului.ro/Diabetul-Zaharat/pot-fi-periculosi-indulcitorii-alimentarii_16650
3. VISHWANATH, M., SARDESAI, TAMMI, H. WALDSHAN. Natural and synthetic intense sweeteners. *J.Nutr.Biochem*, 2, 1991 – pp.236-244.
4. Îndulcitori naturali versus îndulcitori sintetici. ©DietaKetogenica.ro, 2008-2022. Disponibil: <https://dietaketogenica.ro/indulcitori-naturali-versus-indulcitori-sintetici/>
5. Cum și de ce trebuie să alegi un îndulcitor natural și sănătos? ©Fitnessmama.ro, 2022. Disponibil: <https://fitnessmama.ro/cum-si-de-ce-trebuie-sa-alegi-un-indulcitor-natural-si-sanatos/>
6. РЕЗНИЧЕНКО, И. Ю., ЩЕГЛОВ, М. С. Сахарозаменители и подсластители в технологии кондитерских изделий. *Техника и технология пищевых производств*, 50 (4), 2020. – pp.576-588. DOI: 10.21603/2074-9414-2020-4-576-587
7. LAFFITTE, A., NEIERS, F., BRIAND, L. Functional roles of the sweet taste receptor in oral and extraoral tissues. Briand. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 17(4), 2014. – pp.379-385. DOI: 10.1097/MCO.0000000000000058
8. GREEN, E., MURPHY, C. Altered processing of sweet taste in the brain of diet soda drinkers. *Physiology and Behavior*, 107 (4), 2012. – pp.560–567. DOI: 10.1016/j.physbeh.2012.05.006.
9. Riscurile aduse de consumul ridicat de îndulcitori artificiali? ©SfatulMedicului.ro 2005 – 2022. Disponibil: https://www.sfatulmedicului.ro/Alimentatia-sanatoasa/indulcitorii-artificiali-sanatosi-sau-nui_18112
10. Difference Between Natural and Artificial Sweeteners. ©Pediaa.Com, 2017. Disponibil: <https://pediaa.com/difference-between-natural-and-artificial-sweeteners/>
11. Hotărârea Guvernului RM pentru aprobată Regulamentul sanitar privind aditivii alimentari: nr. 229 din 29.03.2013. *Monitorul Oficial al RM*. 2013, nr. 69-74, art 283.

ПОДСЛАСТИТЕЛИ И САХАРОЗАМЕНИТЕЛИ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Егор ГОРАШ*, Алина КУХТИЦКИЙ

Департамент Технологии Пищевых Продуктов, ТРА-192, Технический Университет Молдовы,
г. Кишинев, Республика Молдова

*Егор Горащ, egor.goras@tpa.utm.md

Резюме. В статье рассмотрены вопросы использования сахара и сахарозаменителей в производстве пищевых продуктов и в повседневной жизни человека, вред и польза искусственных и натуральных подсластителей. Проанализированы перспективы использования натуральных сахарозаменителей из растительного сырья.

Ключевые слова: сахар, сахарозаменители, использование, вред, польза

Введение

Главным подсластителем, применяемым в пищевой промышленности, является сахароза или просто сахар. Это универсальный источник энергии. Он необходим для нормальной работы мышц и мозга. Без достаточного количества сахара (30 г в сутки) ухудшается кровоснабжение в спинном и головном мозге.

Основными источниками сладкого вкуса являются так же натуральные подсластители - мед, патока, агава, кленовый сироп, плоды различных растений и соки, которые в качестве основных составляющих содержат глюкозу, фруктозу и сахарозу.

Однако подсластители, полученные из природные источников, обладают высокой калорийностью, что может привести к ожирению, диабету и сердечно-сосудистым заболеваниям.

На фоне растущей осведомленности о проблемах здоровья, возник огромный спрос на заменители сахара, которые обеспечивали бы меньше калорий или не содержали бы их вовсе, а также обладали бы лучшей подслащающей способностью.

1. Вред и польза сахарозаменителей

Сахарозаменители подразделяются на: натуральные, сахарные спирты и искусственные. [1]

Большинство подсластителей, доступных в настоящее время на мировом рынке, представляют собой синтетические соединения. Их использование строго регламентируется законодательством. Несмотря на популярность на рынке синтетических подсластителей, с некоторыми из этих соединений возникают проблемы с точки зрения их безопасности, стабильности и качества вкуса.

Одно из исследований, проведенных в США, показало, что из 85 тысяч наименований продуктов питания, приобретенных в последнее десятилетие, 75% содержат подсластители. Они были обнаружены в тортах, выпечке, мюсли, спортивных батончиках, готовых к употреблению злаках, сладких закусках и подслащенных напитках. [2]

Плюсы потребления искусственных подсластителей:

➤ Стоматологическая помощь – в отличие от сахара, заменители сахара не ферментируются микрофлорой зубного налета.

➤ Сахарный диабет – люди с диабетом испытывают трудности с регулированием уровня сахара в крови. Ограничиваая потребление сахара, заменяя сахар искусственными подсластителями, они могут наслаждаться разнообразной диетой.

➤ Реактивная гипогликемия – люди с реактивной гипогликемией вырабатывают избыток инсулина после быстрого всасывания глюкозы в кровоток. Это приводит к тому, что

уровень глюкозы в их крови падает ниже уровня, необходимого для физиологической функции. В результате, они должны избегать употребления продуктов с высоким гликемическим индексом, и выбирают искусственные подсластители как альтернативу.

С другой стороны, сахарозаменители не являются «волшебной таблеткой» которая может избавить от лишнего веса. Американская кардиологическая ассоциация (АНА) и Американская диабетическая ассоциация (ADA) осторожно рекомендуют использовать искусственные подсластители вместо сахара для борьбы с ожирением, метаболическим синдромом и диабетом - всеми факторами риска сердечных заболеваний [3].

Чем могут быть опасны сахарозаменители?

Эксперты считают, что синтетические сахарозаменители однозначно вредны. Они нарушают микрофлору кишечника, кислотное равновесие крови и провоцируют различного рода воспаления. Они не станут полноценной заменой сахару и зачастую имеют даже более высокий гликемический индекс: поднимают уровень инсулина и способствуют набору веса, так как они калорийны и содержат много углеводов [4]. Общее утверждение, что они могут способствовать потере веса за счет уменьшения количества калорий, ошибочно [2].

Список подсластителей, не содержащих сахара (НСС), которые разрешены для применения в разных странах, имеет отличия. Например, FDA (Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов; США) одобрило восемь НСС, рекомендованных для употребления. В этот перечень входят сукралоза, сахарин, аспартам, ацесульфам калия (Ace-K), неотам, адванта, фруктовые экстракты (Luo Han Gu) и стевиол-гликозиды, полученные из листьев стевии. Перечень сахарозаменителей, утвержденный для применения в ЕС, в настоящее время более широк (например, в него входит цикламат) [1, 5].

В рамках европейского проекта H2020 SWEET (www.sweetproject.eu), продолжается многоцентровое исследование на людях, целью которого является изучение влияния использования искусственных подсластителей в контексте здорового образа жизни на поддержание массы тела после потери веса и на метаболический риск для здоровья [6].

2. Использование некоторых натуральных сахарозаменителей в производстве пищевых продуктов

В некоторых странах (Япония, США) уже на протяжении 40 лет ведутся исследования по применению подсластителей растительного происхождения, безвредных для человека, особый интерес представляют некоторые из них [7].

Stevia rebaudiana (Bertoni) — многолетний кустарник, который принадлежит к семейству сложноцветных, родом из Парагвая. Из 230 видов этого растения только два вида — *Stevia rebaudiana* и *Stevia phlebophylla* — produцируют сладкие стевиоловые гликозиды [8].

Стевиозид — это натуральный подсластитель, который выделяют из листьев стевии. Это тетрациклический дитерпеновый гликозид [9].

Дитерпеновые гликозиды обладают целым рядом достоинств: имеют сладкий вкус без постороннего привкуса; практически нулевую энергетическую ценность; устойчивы при нагревании и длительном хранении; обладают противогрибковой и антибактериальной активностью; хорошо растворяются в воде; безвредны при длительном потреблении; обладают противовоспалительным действием; включаются в процесс обмена веществ без участия инсулина, так как они не изменяют, а нормализуют уровень глюкозы в крови [10].

Кроме способности снижать уровень сахара стевия обладает следующими полезными свойствами при диабете: укрепление кровеносных сосудов; нормализация углеводного обмена, снижение артериального давления; уменьшение количества холестерина, улучшение циркуляции крови. Данный пищевой компонент в 200-300 раз сладче сахара и требует малой дозировки при внесении его в продукт [11].

Были проведены исследования по влиянию концентрации стевии на качество пищевых продуктов -творога различной жирности, булочных изделий [11, 12]. Сенсорный анализ показал, что компоненты продуктов (жир, белок) по-разному влияют на выраженность

сладости и металлического привкуса стевии. Чем ниже содержание жира в продукте, при равных дозах введения порошка стевии, тем более выражен металлический привкус. Таким образом, продукты, имеющие большую жирность, практически не изменяют своего вкуса при внесении в них стевицида как сахарозаменителя. Комплексный анализ показал, что изделия, содержащие натуральный подсластитель на основе стевии, по качественным показателям не уступают изделиям, приготовленным по традиционной рецептуре с сахаром, а с точки зрения влияния на здоровье человека и калорийности выигрывают.

Особое внимание вызывает возможность сочетания подсластителей для обеспечения более сбалансированного вкуса пищевым продуктам и исключения возникновения неприятных привкусов, характерных для заменителей сахара. Большой интерес в данном вопросе представляет фукоидан – сульфатированный гетерополисахарид, впервые выделенный из бурых океанических водорослей более 100 лет назад шведским ученым Килин (1913 г.) из университета г. Упсала. Содержание фукоиданов в бурых водорослях зависит от вида водоросли и может достигать до 20,4 % в *Saundersella simplex* [13].

Натуральный фукоидан не имеет запаха, вкуса, обладает широким диапазоном биологической активности, обеспечивает противоопухолевый, иммунотропный, противобактериальный и противовирусный эффекты, обладает выраженными антиоксидантными и диабетическими свойствами, является источником природного йода органического происхождения. Самым уникальным свойством фукоидана является антиканцерогенное. Это вещество способно вызывать апоптоз пораженных лейкемией клеток. То есть фукоидан побуждает аномальные раковые клетки к самоликвидации, при этом не оказывая абсолютно никакого влияния на здоровые клетки [14,15].

Авторы статьи [16] провели исследование, с целью использования комбинации подсластителя на основе стевии и инулина при производстве горького шоколада. Инулин сыграл роль ингредиента, обеспечивающего ряд оздоровительных эффектов на организм человека [17]. Совершенствование технологии производства шоколада с заменой сахара позволило получить горький шоколад с функциональным значением, сниженным гликемическим индексом (снизился до 20) и энергетической ценностью (до 425 ккал/100 г), допустимыми органолептическими показателями и степенью измельчения (95%) по сравнению с контролем [16].

В Таб. 1 перечислены основные свойства натуральных подсластителей для их использования с учетом воздействия на здоровье человека.

Таблица 1.

Основные характеристики натуральных подсластителей

Натуральный подсластитель	Основные природные источники	Преимущества
Эритрит	Сливы, груши, виноград, дыни, грибы	Неканцерогенный; немутагенный; не влияет на уровень глюкозы или инсулина [18, 19, 20]
Тагатоза	Молочные продукты	Снижает постпрандиальный уровень глюкозы в плазме [21]
Гликозиды стевиола	Стевия <i>Stevia rebaudiana Bertoni</i>	Негенотоксичны; неканцерогенный; неаллергический; нетератогенный и немутагенный [22, 23, 24, 25]
Глицирризин	Лакрица <i>Glycyrrhiza glabra</i>	Противораковое, противовирусное, антиоксидантное, противовоспалительное и гепатопротекторное [26,27]
Thaumatin	Зрелые плоды катемфе <i>Thaumatococcus daniellii</i>	Не вызывает кариеса, не токсичен и не вызывает аллергии [28, 29]

Выводы

Общество все больше осознает крайнюю важность сбалансированного питания для сохранения и укрепления здоровья. Избыточное потребление сахара в настоящее время является базовой проблемой, в результате чего продукты и напитки без сахара или с низким содержанием сахара пользуются большим спросом, а подсластители, которые дают возможность исключить использование сахара, являются ценными ингредиентами. В промышленных масштабах для замены сахара применяют в основном подсластители синтетического происхождения. Потребители все больше стремятся употреблять продукты экологически чистые и с натуральными добавками. На сегодняшний день альтернативными являются натуральные подсластители. Исследования так же показали, что использование комбинаций природных соединений в технологии производства пищевых продуктов является не только целесообразным, но и позволит получить продукт специализированного назначения для обеспечения лечебно-профилактического действия. Необходимо проведение детальных научных исследований, подтверждающих безопасность природных соединений для использования в качестве подсластителей.

Библиография

1. GHERASIMOVA, V., BELOKUROVA, E. Ispolzovaniye podslashchivaiushchih veshchestv v proizvodstve pishchevyh produktov [Use of sweetening substances in food production] [online]. 2010. [accesibil 15.02.2022]. Disponibil: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-podslaschivayuschih-veschestv-v-proizvodstve-pischevyh-produktov/viewer>
2. DEDEAEVA, E. Sakharozameniteli [Sweeteners]. In: *Sekta*. [online]. [accesibil 10.02.2022]. Disponibil: <https://sektascience.com/articles/pitanie/saharozameniteli/>
3. KIRTIDA, R. TANDER. Sugar substitutes: Health controversy over perceived benefits [online]. [accesat 22.02.2022]. Disponibil: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3198517/>
4. GLUMOVA, A., CHIHIREVA, D. Chem opasny sakharozameniteli [What are the dangers of sweeteners] [online]. [accesibil 02.02.2022]. Disponibil: <https://www.championat.com/lifestyle/article-4354643-dejstvitelno-li-polezny-saharozameniteli-kakie-plyusy-i-minusy-u-saharozamenitelej-mnenie-nutriologa.html>
5. Additional information about high – intensity sweeteners permitted to use in foood in USA [online]. [accesibil 12.02.2022]. Disponibil:<https://www.fda.gov/food/food-additives-petitions/additional-information-about-high-intensity-sweeteners-permitted-use-food-united-states>
6. PANG, M. The impact of artificial sweeteners on body weight control and glucose homeostasis [online]. [accesibil 12.02.2022]. Disponibil: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2020.598340/full>
7. MAIURNICOVA, L. Primeneniye ekstractov rastitelnogo syrja v kachestve biologicheskikh aktivnykh dobavok k pischche [The use of extracts of plant raw materials as biologically active food additives]. In: *Hranenie i pererabotka selhoz sirja*, 2000, pp. 41-42.
8. BRADLE, J.E., TELMER, P.G. Steviol glycoside biosynthesis. In: *Phytochem*, 2007, vol. 68, no. 14, pp. 1855–1863.<https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2007.02.010>
9. PODPORINOVA, G. Ecologicheskiye aspecty proizvodstva i pererabotki stevii [Environmental aspects of stevia production and processing]. Voronej, 2006.
10. PODPORINOVA, G. Poluchenie poroshkoobraznogo podslastitelya iz stevii s ispolzovaniem raspylitelnoy sushki [Obtaining powdered sweetener from stevia using spray drying]. In: *Syrie i dobavki* [Raw materials and additives]. Voronej: VNISS, 2006.
11. DOBRIAN, E., ILINA, A., MEDVEDEVA, T. Povysheniye biologiceskoy tsennosti tvorozhnogo produkta [Increasing the biological value of the curd product] [online]. [accesibil 22.02.2022]. Disponibil: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-3-124-127>
12. NILOVA, L. Optimizatsiya kachestva hlebobulochnykh izdeliy poluchenykh s ispolzovaniem netraditsionnogo syriya [Optimization of the quality of bakery products obtained using non-traditional raw materials]. In: *Economica i menedжмент*, 2007, № 27(99), pp. 70–75.
13. USOV, A. Polisaharidnyy sostav necotorykh vodorosley Kamchatki [Polysaccharide composition of some brown algae of Kamchatka]. In: Usov A. - Clochkova N. *Bioorganicheskaya himia* [Bioorganic chemistry], 2001, pp. 444–448.

14. CAMERON, M., ROSS, A., PERCIVAL, E. Methods for the routine estimation of mannitol, alginic acid and combined fucose in seaweeds. In: *J. Soc. Chem. Ind.*, v. 67, 1948, p. 161–164.
15. VAN ALSTYN, K. Comparison of three methods for quantifying brown algal polyphenolic compounds. In: *J. Chem. Ecol.*, v. 21, 1995, p. 45–58. DOI: 10.1007/BF02033661.
16. PANOV, D. Funktsionalnyy shokolad so steveritom i inulinom [Functional chocolate with steverid and inulin]. [online]. 2016. [accesibil 15.02.2022]. Disponibil:
<https://cyberleninka.ru/article/n/funktionalnyy-shokolad-so-steveritom-i-inulinom>
17. NAZARENKO, M., BARHATOVA, T. Izmeneniye inulina v clubnyakh topinambura pri khranenii [Changes in inulin in jerusalem artichoke tubers during storage]. In: *Научный журнал КубГАУ*, 2013, № 94. p. 10.
18. BERNDT, W., BORZELLECA, J., FLAMM, G., MUNRO, I. Erythritol: A review of biological and toxicological studies. In: *Regul. Toxicol. Pharm.* 1996, 24, pp. 191–197.
19. MUNRO, I., BERNDT, W., BORZELLECA, J. et. all Erythritol: An interpretive summary of biochemical, metabolic, toxicological and clinical data. In: *Food Chem. Toxicol.* 1998, 36, pp. 1139–1174.
20. DEN HARTOG, G., BOOTS, A., ADAM-PERROT, A., et. all Erythritol is a sweet antioxidant. In: *Nutrition* 2010, 26, pp. 449–458.
21. BUEMANN, B., TOUBRO, S., RABEN, A., ASTRUP, A. Human tolerance to single, high dose of d-tagatose. In: *Regul. Toxicol. Pharm.* 1999, 29, pp. 66–70.
22. BRUSIK, D. A critical review of the genetic toxicity of steviol and steviol glycosides. In: *Food Chem. Toxicol.* 2008, 46, pp. 83–91.
23. MIZUSHINA, Y., AKIHISA, T., UKIYA, M. et. all Structural analysis of isosteviol and related compounds as DNA polymerase and DNA topoisomerase inhibitors. In: *Life Sci.*, 2005, 77, pp. 2127–2140.
24. GEUNS, J. Safety evaluation of Stevia and stevioside. In: *Studies in Natural Products Chemistry (Part H)*, 1st ed., Elsevier Science: Amsterdam, The Netherlands, 2002, pp. 299–319
25. ABBAS MOMTAZI-BOROIENI, A., ESMAEILI, S.A., ABDOLLAHI, E., SAHEBKAR, A. A review on the pharmacology and toxicology of steviol glycosides extracted from Stevia rebaudiana. In: *Curr. Pharm. Des.*, 2017, 23, pp. 1616–1622.
26. RUIZ-OJEDA, F.J., PLAZA-DIAZ, J., SAEZ-LARA, M.J., GIL, A. Effects of sweeteners on the gut microbiota: A review of experimental studies and clinical trials. In: *Adv. Nutr.*, 2019, 10, pp. 31–48.
27. KIM, D.H., HONG, S. W., KIM, B. T. et. all Biotransformation of glycyrrhizin by human intestinal bacteria and its relation to biological activities. In: *Arch. Pharm. Res.*, 2000, 23, pp. 172–177.
28. KINGHORN, D. A., KANEDA, N., BAEK, N., KENNELLY, E. J. Noncariogenic intense natural sweeteners. In: *Med. Res. Rev.*, 1998, 18, pp. 347–360.
29. JOSEPH, J. A., AKKERMANS, S., NIMMEGEERS, P., VAN IMPE, J.F. Bioproduction of the recombinant sweet protein thaumatin: Current state of the art and perspectives. In: *Front. Microbiol.*, 2019, 10, p. 695.

ÉLABORATION UN PRODUIT DESSERT À PARTIR DE FROMAGE DE VACHE À HAUTE VALEUR NUTRITIVE

Crina GUȚU

Departamentul Alimentație și Nutriție, FFT-181, Facultatea Tehnologia Alimentelor,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

Autor corespondent: Guțu Crina, crina.gutu@an.utm.md

Sommaire: Le concept et les principes de l'économie circulaire dans l'ensemble du système alimentaire sont de plus en plus courants car ils peuvent réduire leur empreinte environnementale et minimiser les pertes et le gaspillage alimentaires. C'est pourquoi la valorisation des déchets alimentaires dans la production de nouveaux produits alimentaires est une nouvelle tendance dans l'industrie. Pour produire un dessert fonctionnel comme substrat de base, du fromage cottage a été utilisé et pour augmenter la valeur nutritionnelle de ce dessert, a été ajoutée poudre des marcs de pêche.

Mots clés: fromage de vache, déchets gaspillage alimentaire, produit fonctionnel, marcs de pêche.

Introduction

Le lait est connu comme l'aliment le plus complet de la nature depuis des millénaires, jouant actuellement un rôle important dans l'alimentation de plus de 6 milliards de personnes dans le monde [1].

Le lait et les produits laitiers sont des aliments riches en nutriments, fournissant de l'énergie et des protéines de haute qualité avec une gamme de micronutriments essentiels (en particulier le calcium, le magnésium, le potassium, le zinc et le phosphore) sous une forme facilement absorbée [2,3,4,5]. Les minéraux du lait sont cruciaux pour la santé et le développement humain ainsi que dans les procédés laitiers comme la fabrication du fromage et pour tous les traits impliquant des interactions sel-protéine [6]. Ils jouent un rôle clé dans une alimentation et un développement humains sains tout au long de la vie, mais surtout pendant l'enfance. Les produits laitiers sont riches en nutriments essentiels à la bonne santé des os, notamment le calcium, les protéines, la vitamine D, le potassium et le phosphore. Un apport adéquat en calcium influence la rétention de calcium squelettique pendant la croissance et affecte donc le pic de masse osseuse atteint au début de l'âge adulte. Les niveaux élevés de calcium jouent un rôle important dans le développement, la solidité et la densité des os chez les enfants et dans la prévention de la perte osseuse et des fractures ostéoporotiques chez les personnes âgées. Des études montrent que la consommation fréquente de produits laitiers et de lait doit être recommandée afin de prévenir les maladies parodontales. Il a également été démontré que le calcium est bénéfique pour réduire l'absorption du cholestérol et contrôler le poids corporel et la tension artérielle [1].

D'après le diagramme représenté à la Fig.1, on peut voir qu'en haut des préférences laitières, les Moldaves aiment le plus le lait, le fromage frais, la crème aigre et le kéfir.

L'enquête a été menée par Magenta Consulting sur un échantillon de 641 personnes. Les données de cette recherche sont représentatives à l'échelle nationale et ont une marge d'erreur de $\pm 3,9\%$ à un intervalle de confiance de 95 %. Les données ont été recueillies entre le 2 et le 10 mars 2015.

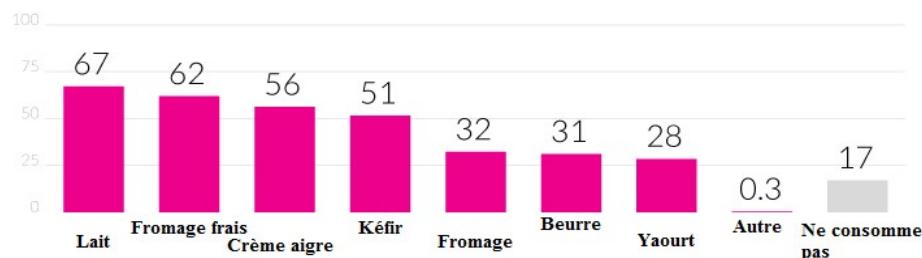


Figure 1. Produits laitiers préférés des personnes Moldaves

Fromage de vache substrat de base pour produits fonctionnels

Le fromage est un aliment obtenu à partir de lait coagulé, de produits laitiers ou d'éléments du lait comme le petit-lait ou la crème. Le fromage est fabriqué à partir de lait de vache principalement, mais aussi de brebis, de chèvre, de bufflonne ainsi qu'occasionnellement de chameau, de renne, d'élan, de jument.

La fabrication du fromage comprend trois étapes:

- coagulation ou formation du gel ou coagulum;
- égouttage ou déshydratation du gel aboutissant à un caillé;
- affinage ou digestion enzymatique du caillé [9].

Le fromage frais est le seul fromage qui n'est pas affiné et qui peut être consommé directement après sa fabrication. Prêt à répondre à toutes vos envies, il se consomme en tartine ou peut être utilisé dans une sauce ou un dessert, au naturel avec des fruits ou des légumes crus ainsi que pour la cuisine chaude.

Le goût et la consistance du fromage frais peuvent beaucoup varier. Il peut être facilement aromatisé avec l'ajout d'ingrédients tels que des herbes, des épices ou des légumes. Selon sa teneur en matières grasses, sa texture peut aller de légèrement friable, à ferme, en passant par onctueuse.

L'intérêt des fromages présents de nombreux points communs avec celui du lait. Toutefois, leur fabrication s'accompagne de modification de composition et de valeur nutritionnelle. En plus d'être une source de divers éléments nutritifs comme de vitamines et des protéines d'excellente qualité, les fromages, surtout ceux à pâte ferme et dure, contiennent une grande quantité de calcium.

La valeur énergétique d'un fromage frais est due aux lipides, protides et éventuellement glucides, acide lactique et acide citrique qu'il contient. Ces substances représentent la majeure partie de la matière sèche [9].

Valorisation des déchets alimentaires

Le système alimentaire, en termes généraux, comprend tous les matériaux, processus et infrastructures liés à l'agriculture, au commerce, au commerce de détail, au transport et à la consommation alimentaire. Comme l'eau et l'énergie, la nourriture est un besoin humain fondamental. En plus d'être disponibles, les aliments doivent être de haute qualité, diversifiés, abordables, sûrs à manger et abordables. Il existe également un lien étroit entre notre santé et notre bien-être et l'alimentation. La malnutrition et l'obésité sont des problèmes de santé directement liés à la façon dont nous produisons, commercialisons et consommons les aliments.

À l'échelle mondiale, environ un tiers de tous les aliments produits pour la consommation humaine sont perdus ou gaspillés (FAO, 2011). L'indice des pertes alimentaires (FLI) de la FAO estime qu'à l'échelle mondiale, environ 14 pour cent de tous les aliments produits sont perdus depuis le stade post-récolte jusqu'au stade de la vente au détail.

Selon l'indice des déchets alimentaires du PNUE 2021, environ 931 millions de tonnes de déchets alimentaires ont été générés en 2019, dont 61 % provenaient des ménages, 26 % de la restauration et 13 % du commerce de détail.

Du diagramme représenté sur la Fig.2 nous concluons que plus de la moitié des déchets organiques sont produits par les industries de transformation de la viande et des fruits et légumes.

Les vergers de pêchers en Moldavie occupent environ 5 200 hectares et les vergers intensifs, qui produisent des fruits uniformes et de haute qualité, ne cessent de croître [8].

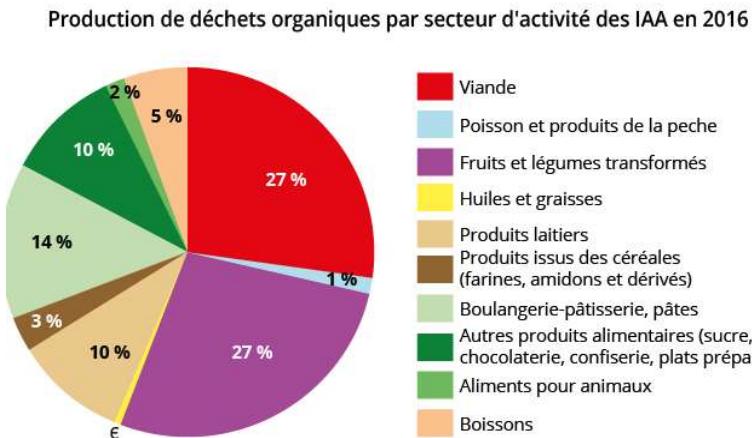


Figure 2. Production de déchets organiques par secteur d'activité des l'établissements agroalimentaires en 2016

Le processus de production de jus de pêche et de confitures implique la génération d'environ 30 % de déchets à partir de la matière première transformée. Les sous-produits de la transformation sont la peau, les pépins, une partie de la pulpe et les tissus mous du fruit. Les produits qui pourraient être obtenus à partir de ces résidus de transformation peuvent être utilisés pour fabriquer des collations, réduire les déchets et créer de nouvelles opportunités économiques.

Selon une étude menée au Brésil, les pêches sont une excellente source d'antioxydants. Il contient également de l'acide chlorogénique, un autre puissant antioxydant aux bienfaits pour la santé. Les pêches contiennent également des composés phénoliques qui contribuent davantage à l'activité antioxydante du fruit que la vitamine C ou les caroténoïdes, selon une autre étude. Les pêches sont également riches en autres antioxydants tels que la lutéine, la zéaxanthine et la bêta-cryptoxanthine, qui jouent un rôle important dans le vieillissement en bonne santé et la prévention des maladies [7].

Élaboration d'un dessert à partir de fromage de vache à haute valeur nutritionnelle en valorisant les déchets alimentaires de la pêche.

Selon la décision gouvernementale no. 611/2010 portant approbation du règlement technique « Lait et produits laitiers » (Journal officiel de la République de Moldova, 2010 n° 119-120, art. 692): *dessert / fromage à la crème* - produit à pâte molle et crémeuse, à base de fromage frais, avec ou sans adjonction de crème douce, de sucre ou d'autres ingrédients.

Pour préparer le dessert au fromage ont été utilisés les ingrédients suivants: fromage frais de vache à 26 % de matière grasse, crème aigre de vache à 20 % de matière grasse, gélatine, sucre, poudre des déchets de pêches (tescovina) (coquille et pulpe).

Ont été préparés 4 échantillons de fromage de dessert avec différentes concentrations de poudre : 1- échantillon témoin sans ajout de poudre, 2- à 5%, 3- à 7,5% 4- à 10%.



Figure 3. Échantillons de fromage de dessert avec différentes concentrations de poudre

Les échantillons ont été soumis à une évaluation organoleptique selon le système de 5 points. L'examen sensoriel consistait en l'évaluation de la cohérence, de la couleur, de l'arôme et du goût. Pour l'évaluation, une échelle de notation de 5-1, 5-max, 1-min a été utilisée.

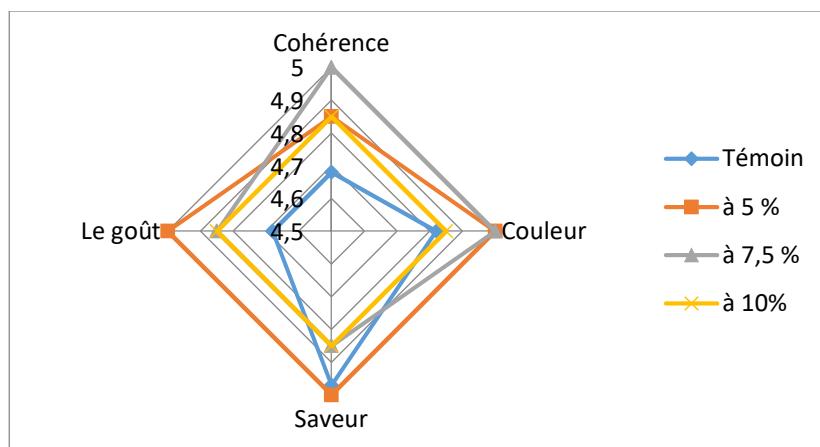


Figure 4. Résultats d'analyses organoleptiques d'échantillons de desserts au fromage

En analysant les résultats, je peux dire que tous les échantillons ont obtenu des notes maximales mais l'échantillon avec une concentration de 5% a accumulé le score le plus élevé pour la couleur et saveur et l'échantillon avec une concentration de 7,5 % a accumulé le score le plus élevé pour la cohérence et couleur.

Conclusions:

Suite à ces recherches, nous avons pu obtenir la recette d'un produit dessert à base de fromage de vache additionné de poudre de pêche, qui a montré de très bonnes indications après analyse organoleptique.

Ce produit est une solution à la fois au problème écologique du gaspillage alimentaire et une opportunité d'apporter des micro et macro éléments grâce aux propriétés étonnantes du fromage de vache et de la pêche.

Références:

- PARK, Y. W. Introduction: Overview of bioactive components in milk and dairy products. In: PARK Y. W., editor. *Bioactive Components in Milk and Dairy Products*. Publishers, Wiley- Blackwell; Ames, Iowa: Oxford, UK: 2009. pp. 3–14. [[Google Scholar](#)];
- MUEHLHOFF, E., BENNETT, A., MCMAHON, D. *Milk and Dairy Products in Human Nutrition*. Food and Agriculture Organization of the United Nations; Rome, Italy: 2013. [[Google Scholar](#)];
- BAILEY, R. L., DODD, K. W., GOLDMAN, J. A., GAHCHE, J. J., DWYER, J. T., MOSHFEGH, A. J., SEMPOS, C. T., PICCIANO, M. F. Estimation of total usual calcium and vitamin D intakes in the United States. *J. Nutr.* 2010; 24:817–822. doi: 10.3945/jn.109.118539. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)];
- BECHTHOLD, A., BOEING, H., SCHWEDHELM, C., HOFFMANN, G., KNÜPPEL, S., IQBAL, K., DE HENAUW, S., MICHELS, N., DEVLEESSCHAUWER, B., SCHLESINGER, S., et al. Food groups and risk of coronary heart disease, stroke and heart failure: A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2019; 59:1071–1090. doi: 10.1080/10408398.2017.1392288. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)];
- KARDINAL, A. F. M., ANDO, S., CHARLES, P., CHARZEWSKA, J., ROTILY, M., VÄÄNÄNEN, K., VAN ERP-BAART, A. M. J., HEIKKINEN, J., THOMSEN, J., MAGGIOLINI, M., et al. Dietary calcium and bone density in adolescent girls and young women in Europe. *J. Bone Miner. Res.* 1999; 14:583–592. doi: 10.1359/jbmr.1999.14.4.583. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)];
- FRANZOI, M., NIERO, G., PENASA, M., CASSANDRO, M., DE MARCHI, M. Technical note: Development and validation of a new method for the quantification of soluble and micellar calcium, magnesium, and potassium in milk. *J. Dairy Sci.* 2017; 101:1883–1888. doi: 10.3168/jds.2017-13419. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)];
- KAUR, C, KAPOOR, HC. Antioxidants in fruits and vegetables- the millennium's health. *Int J Food Sci Technol.* 2001; 36:703–725. doi: 10.1046/j.1365-2621.2001.00513.x. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
- Recensământ General Agricol-2011, Biroul Național de statistică a Republicii Moldova.
- CIUMAC, J. Science et technologies des aliments, 2006.

CARACTÉRISTIQUES POLYNOLOGIQUES, PHYSICO-CHIMIQUES ET SENSORIELLES DE LA BOISSON OBTENUE À PARTIR DU MIEL DE SARRASIN

Carolina DUBINA

*Département alimentation et nutrition, gr. FFT-181, Faculté de technologie alimentaire,
Université Technique de Moldova, Chisinau, République de Moldova,*

Auteur correspondant : Dubina Carolina, carolina.cojocaru@an.utm.md

Abstract: Le secteur apicole est en croissance et la distribution des produits obtenus est assez difficile, de sorte que l'approvisionnement en miel, à savoir les perspectives de production de boissons à base de miel, offre un moyen efficace de diversifier la gamme de boissons. Le droit d'étude a été pris sur le miel de sarrasin qui confère aux produits alcooliques obtenus certaines qualités organoleptiques particulières. Tous les échantillons obtenus selon le procédé technologique développé ont été suivis et soumis à un contrôle rigoureux afin de pouvoir démontrer des preuves solides dans la perspective de la production de boissons à base de miel.

Mots clés : miel de sarrasin, boisson fermentée, hydromel, indices organoleptiques

Introduction

Hydromel est une boisson alcoolisée qui contient de 8 à 18% / vol d'alcool éthylique et est préparée en fermentant le mélange de miel avec de l'eau, en ajoutant des composés secondaires tels que la levure, qui participent à la fermentation, des antioxydants, des colorants et des arômes. L'élaboration de cette boisson est longue, la vitesse de fermentation dépend du type de miel utilisé, du type de levure, de la source d'azote, du pH, etc. [1, 2, 3].

Il convient également de noter qu'une grande partie du miel n'est pas commercialisée et est stockée plus longtemps en attendant son utilisation [4, 5]. La capitalisation du miel d'abeilles par l'obtention d'hydromel est une possibilité pertinente à plusieurs égards : l'assortiment de produits se diversifie avec l'utilisation des produits apicoles ; du miel non commercialisé est utilisé ; il offre la possibilité de consommer une boisson aux bonnes et très bonnes caractéristiques organoleptiques, qui est une excellente source de substances biologiquement actives [6, 7, 8].

Le produit final dépend dans une large mesure du type de miel utilisé, par exemple un miel noir avec une teneur élevée en minéraux et un pH élevé crée un meilleur environnement de fermentation. Afin d'obtenir un produit de qualité, l'étude abordée dans le présent article a été réalisée, qui vise à la production de boisson alcoolisée à base de miel à l'aide de levures *Saccharomyces cerevisiae*. La recherche présentée avait pour objectifs : l'analyse de la matière première de base utilisée - le miel de sarrasin ; élaboration du schéma technologique pour la production de l'hydromel; analyse physico-chimique des matières premières; analyse organoleptique du miel et de l'hydromel, description du processus de fermentation du moût de miel; contrôle du pH, de l'acidité titrable, de la teneur en sucre et en alcool pendant la fermentation du miel.

Matériels et méthodes

Le miel de sarrasin, déclaré fruit de l'année 2021, a été utilisé dans l'étude. Le stockage était dans des conditions normatives qui ne permettaient pas la modification ou l'altération du miel. Température de stockage 20 ± 2 oC dans des récipients en verre hermétiques, placés dans un endroit à l'abri de la lumière directe du soleil. Les échantillons ont été stockés sur place, à l'abri des odeurs.

Les méthodes suivantes ont été utilisées dans la recherche : analyse palynologique, pH, alcool, teneur en sucre et analyse organoleptique des boissons obtenues à partir de miel de sarrasin.

Pour déclarer que le miel appartient à un certain type (par exemple de hirișca, d'acacia, de tilleul, etc.), il est nécessaire de faire appartenir le pollen à certaines plantes à partir desquelles le pollen a été collecté par les abeilles et plus tard le miel a été obtenu . Les résultats de la recherche sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1

Analyse polynologique des échantillons de miel

Échantillon	Image microscopique	Type et fréquence des pollens identifiés
Miel de sarrasin		<i>Fagopyrumesculentum, Sarrasin, PD - 68%</i> <i>Helianthusannuus, Tournesol, PS - 28%</i> <i>Rubusidaeus, Framboise, PM - 2%</i> <i>Lavandula angustifolia, Lavande, PM - 2%</i>

Abréviations : PD (> 45 %) - pollen dominant, PS (16–45 %) - pollen secondaire ; PMI (3–15%) - pollen mineur important; PM (1–3%) - pollen mineur.

Nous avons jugé opportun de déterminer les indices physico-chimiques du miel qui seront ensuite utilisés pour la préparation des échantillons d'hydromel. La liste des indices qui caractérisent la qualité du miel comprend : le pH, la teneur en humidité, la teneur en sucre, l'acidité libre ; et figurent dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2

Indices physico-chimiques du miel analysé

Échantillon	pH	Teneur en humidité, (g / 100 g).	Teneur totale en sucre	Acidité libre
Miel de sarrasin	3,44±0,13	16,82±0,12	80,09±0,07	21,06±0,11

Les échantillons ont été placés dans un thermostat à $+27 \pm 2^{\circ}\text{C}$ pour assurer une fermentation contrôlée. Le processus de fermentation a duré 5 jours. Par la suite, les échantillons ont été filtrés et conservés à + 12... + 14C.

Tableau 3

Échantillons d'hydromel analysés

Échantillons d'hydromel analysés	Photos d'échantillons d'hydromel
HM- Hydromel	
HS- Hydromel à Sacharomyces cerevisiae	
HSN- Hydromel avec Sacharomyces cerevisiae et nutriments	

Les échantillons d'hydromel avec *Sacharomyces cerevisiae* (HS) et *Sacharomyces cerevisiae* et nutriments (HSN) après fermentation ont été filtrés pour obtenir des solutions facilement analysables d'un point de vue organoleptique. L'échantillon témoin HM a été laissé fermenter davantage. Ceci est argumenté par le fait que dans ces échantillons, le processus de fermentation dure plus lentement car il n'y a pas de stimulants de fermentation et ce processus est basé sur la flore spontanée de l'hiromel.

D'après le tableau ci-dessous, nous remarquons que l'évolution de la concentration en alcool dans les échantillons à l'étude s'évalue assez différemment pour les trois types de boisson fermentée à base de miel de sarrasin.

Tableau 4

Évolution de la teneur en alcool dans les échantillons analysés

Échantillons de boissons fermentées	Jour 0 % vol.	Jour 3 %vol.	Jour 6 %vol	Jour 9 %vol	Jour 12 %vol	Jour 15 %vol
HM	0	0	2,0	4,9	5,2	6,4
HS	0	8,5	9,5	10,4	12,6	12,6
HSN	0	3,5	4,2	9,3	12,8	12,8

D'après le tableau ci-dessus, nous remarquons que l'évolution de la concentration d'alcool dans les échantillons à l'étude a été la suivante : dans l'échantillon témoin, l'accumulation d'alcool est assez lente. L'accumulation d'alcool commence le sixième jour 2,0% vol. Le 15ème jour ou accumulé 6,4% vol;

Dans les échantillons avec *Saccharomyces cerevisiae* (HS) on observe ce qui suit : l'accumulation d'alcool est déjà observée au troisième jour de fermentation : 8,5 % vol ; au 15ème jour de fermentation en conditions contrôlées la teneur en alcool en % vol des échantillons 12,6 % vol. Dans les échantillons avec *Saccharomyces cerevisiae* et nutriments (HSN) on remarque que l'accumulation d'alcool est déjà constatée au troisième jour de fermentation : 3,5 % vol ; au 15ème jour de fermentation en conditions contrôlées le titre alcoolique en % vol était de 12,8. Nous pouvons mentionner que l'utilisation de levures et de nutriments a provoqué un processus de fermentation plus intense par rapport aux échantillons témoins. L'évolution du pH au cours de la fermentation est un moment important. Pour cette raison, le suivi de cet indice a été effectué tout au long du processus de fermentation (du premier jour - lorsque la composition de la boisson s'est formée jusqu'au 15ème jour inclus). Les résultats obtenus sont présentés ci-dessous.

Tableau 5

Évolution du pH dans les échantillons analysés

Échantillons	Jour 0	Jour 3	Jour 6	Jour 9	Jour 12	Jour 15
HM	2,13	2,29	2,3	2,33	2,65	2,74
HS	2,13	2,20	2,35	2,75	2,95	3,31
HSN	2,23	2,73	3,2	3,41	3,45	3,45

Les résultats de l'évolution du pH au cours de la fermentation des échantillons indiquent que cet indice évolue différemment dans les échantillons étudiés. On sait que lors de l'accumulation d'alcool dans les boissons, la teneur en sucre diminue. Pour les boissons transformées, il était important de déterminer comment la teneur en sucre évoluait au cours du processus de fermentation. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6

Évolution de la teneur en sucre dans les échantillons analysés

Échantillons	Jour 0	Jour 3	Jour 6	Jour 9	Jour 12	Jour 15
HM	20,3	20,0	19,9	19,7	19,5	19,3
HS	20,1	20,0	19,7	18,4	17,9	17,4
HSN	20,4	20,0	19,3	18,4	18,0	17,9

D'après les résultats ci-dessus, nous pouvons conclure que la teneur en sucre dans les échantillons témoins (avec du miel de colza, du sarrasin et de la polyflore) diminue assez lentement par rapport aux échantillons dans lesquels des levures et des levures nutritives ont été ajoutées. Ce fait peut être expliqué et confirmé par les données obtenues concernant l'évolution de la teneur en alcool dans les échantillons. Ainsi, la conclusion de base est la suivante : plus le processus de fermentation est intense / rapide, plus la teneur en sucre diminue rapidement.

Étant donné que les boissons transformées peuvent avoir de multiples effets bénéfiques sur la santé humaine (comme indiqué dans le schéma ci-dessous), nous avons jugé pertinent de déterminer les qualités organoleptiques des produits transformés. Je mentionne que les produits ont été appréciés organoleptiquement et non au stade final de maturation. Selon les données de la littérature, il est nécessaire d'évaluer organoleptiquement après 45 jours à compter du début du processus de fermentation.

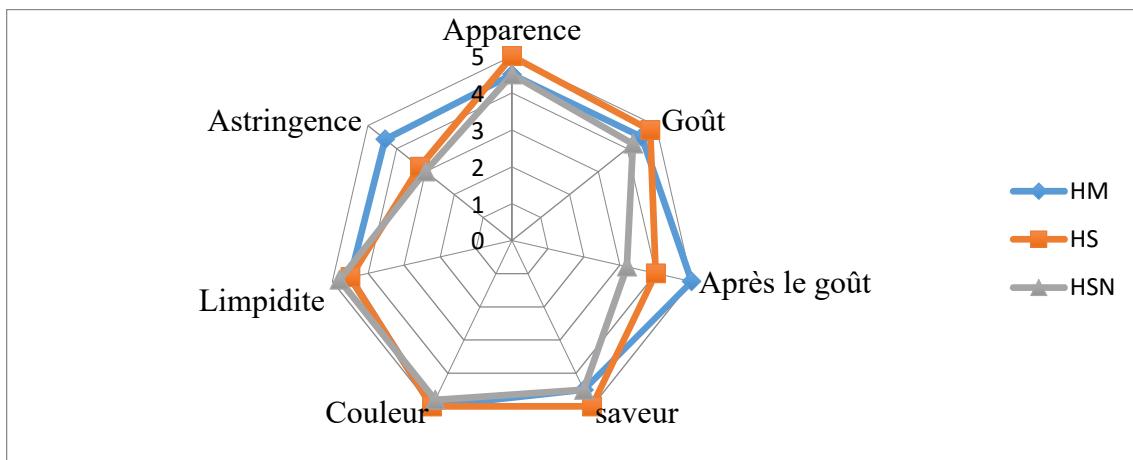


Figure 1. Analyse organoleptique d'échantillons de miel de sarrasin

D'après le graphique ci-dessus, nous pouvons voir ce qui suit : L'échantillon de contrôle a de bonnes qualités en raison de la couleur ambrée, un arôme agréable de caramel, une consistance homogène de miel de sarrasin. Des échantillons de levures et de levures avec des nutriments ont diminué leurs qualités gustatives, soulignant l'astringence, après que le goût des nutriments et des levures et aussi l'arôme aient été affectés par les composés secondaires de l'hydromel.

Les trois échantillons ont été notés 4-5 pour la clarté qui est devenue plus cristalline en raison de la dilution des échantillons et de l'interaction de la matière première avec les levures et les nutriments qui ont favorisé la sédimentation des composés secondaires

Conclusions

Les analyses réalisées sur les matières premières, les produits intermédiaires et les produits finis ont mis en évidence les éléments suivants : La quantité de glucides présente dans le produit à fermenter est directement proportionnelle à la valeur de la concentration alcoolique du produit fini ; Les hydromels (vins) fermentés avec *Saccharomyces cerevisiae* et les nutriments ont une concentration en alcool plus élevée, ce qui s'explique par l'apport supplémentaire de nutriments nécessaires au développement des levures qui ont intensifié le processus d'accumulation d'alcool; La fermentation avec *Saccharomyces cerevisiae* est plus sûre et plus facile à contrôler, surtout si la stérilisation de la matière première est assurée afin d'obtenir un environnement de fermentation spécifique, sans présence de microorganismes nuisibles concurrents ; La valeur du pH et de l'acidité influence directement le processus de fermentation et sa durée, représentant des facteurs essentiels dans la fermentation du miel ;

L'analyse organoleptique des produits finis a été réalisée conformément à la législation en vigueur et a mis en évidence ce qui suit : la limpideur des produits fermentés avec *Saccharomyces cerevisiae* est supérieure, ils ont un éclat caractéristique. Le processus de clarification prend plus de temps pour utiliser du miel sans levure, sans levure ni nutriments, nécessitant plus de filtration pour obtenir un produit clair sans sédiment ; d'un point de vue olfactif, le produit évolue dans le temps. Au début, après filtration de la levure, toutes les boissons fermentées avec de la levure et de la levure + nutriments ont une odeur caractéristique de levure qui disparaît après 30 jours. L'astringence et l'acidité sont plus prononcées dans les boissons fermentées avec *Saccharomyces cerevisiae* sans nutriments ni saveur dans le processus de maturation.

Bibliographie

1. CHIRSANOVА, A., CAPCANARI, T. and BOISTEAN, A. (2021) Palynological, Physico-Chemical and Biologically Active Substances Profile in Some Types of Honey in the Republic of Moldova. *Journal of Engineering Science*, 28, 175-186.
[https://doi.org/10.52326/jes.utm.2021.28\(3\).14](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2021.28(3).14)
2. CHIRSANOVА, Aurica, CAPCANARI, Tatiana, BOIȘTEAN, Alina, KHANCHЕL, Imen. Bee honey: history, characteristics, properties, benefits and adulteration in the beekeeping sector. In: *Journal of Social Sciences*. 2021, nr. 4(3), pp. 98-114. ISSN 2587-3490.10.52326/jss.utm.2021.4(3).11
3. BOIȘTEAN, A., CHIRSANOVА, A., CAPCANARI, T. and SIMINIUC, R. (2021) Evaluation of the Color as a Characterization Parameter of Honey from Tunisia, Romania and Moldova. *Biotehnologii Modern-Soluții Pentru Provocările Lumii Contemporane* 2021, 43.
<https://doi.org/10.52757/imb21.009>
4. CHIRSANOVА, Aurica, CALCATINIUC, Dumitru. The impact of food waste and ways to minimize IT. In: *Journal of Social Sciences*. 2021, nr. 4(1), pp. 128-139. ISSN 2587-3490. 10.52326/jss.utm.2021.4(1).15
5. CALCATINIUC, Dumitru, GRITCO, Cătălina, CHIRSANOVА, Aurica, BOIȘTEAN, Alina. The impact of organic food on the moldavan market. In: *Microbial Biotechnology*. Ediția 4, 11-12 octombrie 2018, Chișinău. Republica Moldova: Institutul de Microbiologie și Biotehnologie, 2018, p. 76. ISBN 978-9975-3178-8-7.
6. CHIRSANOVА, Aurica, REȘITCA, Vladislav, BOIȘTEAN, Alina. Implementation of quality management systems in modern university relations – business. In: *Modern Technologies in the Food Industry*. Volume I, 1-3 noiembrie 2012, Chișinău, Republica Moldova: 2012, pp. 274-277. ISBN 978-9975-87-428-1.
7. CHIRSANOVА, A., CAPCANARI, T. AND BOISTEAN, A., Quality Assessment of Honey in Three Different Geographical Areas from Republic of Moldova. *Food and Nutrition Sciences*, 2021, 12, 962- 977. <https://doi.org/10.4236/fns.2021.1210071>
8. CHIRSANOVА, A., CAPCANARI, T., BOISTEAN, A. AND SIMINIUC, R. Physico Chemical Profile of Four Types of Honey from the South of the Republic of Moldova. *Food and Nutrition Sciences*, 2021, 12, 874-888. doi: 10.4236/fns.2021.129065

RISK OF DEVELOPING THE BAKERY STREET FOOD NETWORK IN MUN. CHISINAU ON PUBLIC HEALTH

Ana TROHINA*, Romina-Cătălina BRÎNZA

Department of Food and Nutrition, FFT-191 group , Faculty of Food Technology,
Technical University of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova

*Corresponding author: Ana Trohina, e-mail: ana.trohina@an.utm.md

Summary. Street food is a global phenomenon. Worldwide, street food has become an important part of everyday life, and the Republic of Moldova is no exception. The aim of the report was to study and analyze the products offered by bakery street food enterprises in Chisinau. We analyzed pastry / confectionery items and the range of drinks offered to consumers, with the determination of their energy value combined as a snack and the influence of diseases in consumers. Their energy values were compared with the recommended daily allowance. Following the general analysis on the entire range of products offered by these companies, it was observed that sweet preparations predominate, the highest value was found at "Pretzel" of 74%. Over 75% of the soft drinks offered are sweet carbonated drinks. And consuming them frequently poses a danger to the health of the consumer. Following the analysis, risks of high caloric consumption were detected by combining sweet drinks with pastries and confectionery. Some confectionery has been a rich source of kcal and has exceeded 1/3 of the recommended daily rate by up to 20% more, no matter what sweet drink it will be combined with. We can conclude that the availability and active development of these types of businesses, and following the frequent consumption of the proposed products and beverages, leads to the emergence of chronic diseases such as obesity, diabetes, cardiovascular disease and other diseases.

Keywords: fast food, nutrition, proper diet, kilocalories, fats, sugar, salt.

Introduction

Street food is defined by the Food and Agriculture Organization (FAO) as ready-to-eat food and drink prepared and sold by street vendors and other similar public places [1]. In developing countries, drinks, meals and snacks sold by street vendors are widely consumed by millions of people [2]. The growth of the urban population has stimulated the growth of the number of street food sellers in many cities around the world [3]. Migration from rural areas to urban centers has created a daily need among many working people to eat outside the home. The demand for relatively inexpensive ready-to-eat foods has increased as people, especially women, have less time to prepare meals [4]. In RM street food, especially pretzels / pastry, can be defined as those street boutiques, which offer passers-by pastries, pretzels and others, with direct service on the street or offered in bulk.

Nutrition is an important factor in human health. In the Republic of Moldova, the diet is responsible for about 20% of the global burden of disease. Reducing the burden of disease caused by food and nutrition can be solved by changing the eating behavior of the population to a healthier one [5].

The Republic of Moldova, like other developing countries, is currently facing the double burden of disease, which includes new challenges, such as obesity and NBT. Few countries have specific regulations for street food, and sellers run their businesses according to informal rules dictated by their social environment in places polluted with ecological hygiene. Thus, sellers operate in a permanent state of uncertainty and their vulnerability inhibits investment and the long-term development of their business [6].

The context of the study The World Health Organization (WHO) (2013) described food consumption as the intake of nutrients for physical development and the continued existence of the body [7]. Cardiovascular disease is the cause of 55-57% of deaths annually, cancer is the cause of about 14% of deaths, gastrointestinal diseases are the cause of about 10% of deaths, and diabetes has

a share of 46-48% of the total endocrine diseases. In this context, elucidating the role of risk factors in the development of nutrition-related diseases is a relevant and useful topic for research and innovation [8, 9].

Consumption of foods high in salt, sugar and fat, sweetened soft drinks and low consumption of fruits and vegetables are the main causes of the development of diseases related to diet, malnutrition and nutritional deficiencies. Increased sugar intake contributes to the development of obesity, high blood pressure, diabetes, cirrhosis, dementia, etc. [10].

Widespread and demanded by the population, especially in the urban centers of the republic, are such foods, which are sold mainly in fast food establishments such as pizza, donuts, pies and cookies in the preparation of which are used hydrogenated or partially hydrogenated fats [11].

In the Republic of Moldova, under the auspices of the Ministry of Health, Labor and Social Protection, starting with 11.06.2020, within the Moldovan-Swiss Project "Healthy Living. Reducing the burden of noncommunicable diseases ", a health promotion campaign called "Choose what you eat "has been launched [12]. Preventing excessive consumption of salt, sugar and trans fats requires some effort, but it is possible and largely dependent on each consumer.

Research objects

Five largest bakery street food companies in Chisinau were selected for analysis: "Granier", "La Mămuca", "Pan Pan", "Covrigo", "Pretzel". These are known among consumers but are also located in very crowded places, where there is a more stable flow of consumers. The assortment of proposed foods and beverages, the information that is presented, the services offered as well as their locations were analyzed at these companies. At the time of the analysis, these companies have branches in Chisinau of the following number: "Granier" - 7 branches, "La Mămuca" - 10 branches, "Pan Pan" - 3 branches, "Covrigo" - 5 branches, "Pretzel"- 6 branches. All trading points are located in crowded public places and in various sectors of Chisinau. Analyzing the location of these companies, it was observed that they are open in central areas, next to markets, schools, universities, in places where there is a potential consumer.

In most outlets one can find the menu for pastries and drinks proposed in the form of a panel. An example of a menu panel is shown in Figure 1.



Figure 1. Presentation of the menu at the "La Mămuca" point of sale

Some were without a menu, so the consumer could only be informed about the products in the shop window. A great advantage is presented by the company "La Mămuca", which in addition to all the services offered by the others, presents to the consumer all the detailed information about the ingredients, weight and nutritional value of the products for consumption. Granier also provides some information on products such as ingredients and weight. But it is also the shortcoming, the font is so small that practically nothing is understood.

We also analyzed social networks that can be a source of information for consumers about the nutritional and energy value of the products offered. Virtually all have the page on networks like facebook and instagram, but they do not contain the necessary information. They only describe the assortment, current offers and other announcements. They also have personalized websites that are not active in four out of five companies analyzed.

Results and discussions

During the research, a percentage distribution of the assortment of sweet and salted dishes from the analyzed enterprises was made.

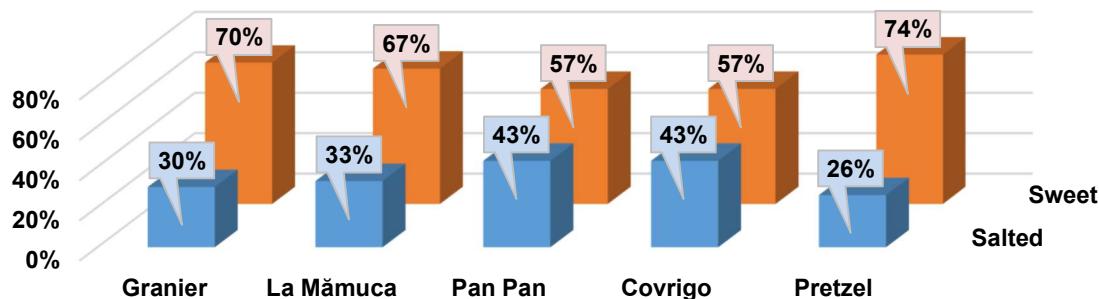


Figure 2. Percentage distribution of sweet and salted items in the business menu

In figure 2, notice that from the whole assortment, sweet products with a value from 57 to 74% predominate, and the salty ones indicating a maximum of up to 43%. We conclude that a large part, more than 50% of the items offered are sweet dishes.

The percentage distribution (fig.3.) Of the assortment of cold drinks included in the menu of the analyzed enterprises was also made. Only "Pretzel" does not have other types of drinks on the menu, apart from the hot drinks prepared by them, which gives a possibility to the consumers themselves to choose the amount of added sugar. The largest percentage of sweet drinks on the market has the company "La Mămuca" with the value of 83% of the entire range of cold drinks.

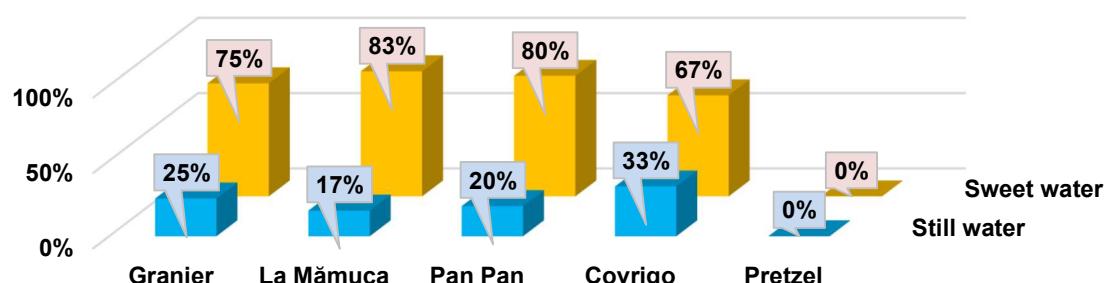


Figure 3. Percentage distribution of cold drinks from the menu of the analyzed enterprises

At the same time, for each company, several combinations of different pastries / confectionery were analyzed with the most common drinks on the market: Fanta, Coca-Cola, Cappy, Fuzetea, Sprite, Rich multifruit. Following this analysis, it was established what is the energy value consumed in relation to 1/3 of the daily consumption norm for an adult - 600 kcal (with an average activity). This meal taken on the street will be considered a replacement for a main meal from that day.

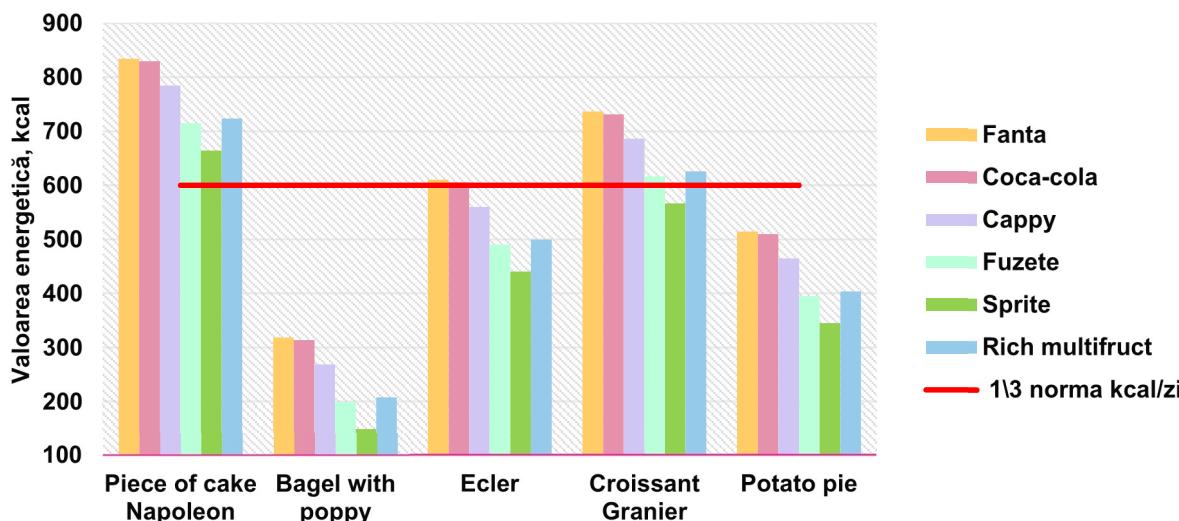


Figure 4. Combination of products with sweet drinks from the menu of the company "Granier"

Figure 4 shows these results for the company "Granier". The calculations for the energy value were performed using the site www.catalizator.ru with respect to the weight. Caloric products were selected, but also from those requested by consumers.

Following these associations, it is observed that consuming a slice of Napoleon cake exceeded your recommended value by about 40%. Also, a Granier croissant is a rich source of kcal and has exceeded 1/3 of this daily norm by up to 20% more, no matter what drink it will be combined with. And products like Ecler or potato pie indicate close values, it already depends on which drink will be selected.

Conclusions

The five largest street food bakery enterprises in Chisinau, which are well known among consumers but are also located in very crowded places, where there is a more stable flow of consumers, were analyzed in the research. The assortment of proposed dishes and drinks, the information that is presented, the services offered as well as their locations were analyzed. It is worth mentioning that the analyzed company "La Mămuca" is the only one that offers consumers a wide range of information on the products offered.

Following the general analysis of the entire range of products offered by these companies, it was observed that sweet foods with a value of 65% predominate. Regarding drinks, we can mention that we have 25% cold drinks, but of these over 75% are sweet carbonated drinks. All this data tells us that they pose a danger to public health, especially increased sugar consumption. The energy value was analyzed following the consumption of beverage preparations offered by each company. From the combinations made we can conclude that there are risks of high caloric intake. Which later in a frequent consumption, will lead to the most common food diseases: obesity, diabetes, cardiovascular diseases, etc. And the main causes are the lack of time, the rush of consumers and the lack of financial resources, which do not offer the possibility of eating in a place with a warm and healthier food.

Acknowledgment. The research was funded by the State Project 20.80009.5107.10 "Personalized nutrition and smart technologies for my well-being", conducted by the Technical University of Moldova.

Reference

1. WINARNO, F., & ALLAIN, A. (1991). *Street foods în țările în curs de dezvoltare: lecții din Asia.* Retrieved from <http://www.fao.org/3/U3550t/u3550t08.htm>
2. CHIRSANOVА, A., REȘITCA, V. Factori de bază ce influențează politicile alimentare și nutriționale la nivel internațional. *Meridian inginerești.* Universitatea Tehnică a Moldovei. 2013, Nr.3, ISSN 1683-853X. p.86-92. https://ibn.ids.md/ro/vizualizare_articol/27531
3. CROITORU, C., CIOBANU, E., *Ghid de bune practici: Alimentație rațională, siguranța alimentelor și schimbarea comportamentului alimentar,* Univ. de Stat de Medicină și Farmacie «Nicolae Testemițanu». Chișinău: S. n., 2019 (Tipogr. «Print-Caro»). 160; 164 p.
4. CHIRSANOVА, A., COVALIOV, E., CAPCANARI, T., SUHODOL, N., DESEATNICOVА, O., BOISTEAN, A., RESITCA, V., STURZA, R. Consumer behavior related to salt intake in Republic of Moldova. *Journal of social sciences.* Vol. III (4) 2020. CZU 366:613.2:664.41(478) pp.101-110. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4296387>
5. CHIRSANOVА, A., BOISTEAN, A., CHISELIȚĂ, N., SIMINIUC, R. Impact of yeast sediment beta-glucans on the quality indices of yoghurt. In: *Food systems,* 2021, 4(1), pp.12–18. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-1-12-18>
6. CHIRSANOVА, A., CAPCANARI, T., BOISTEAN, A., COVALIOV, E., RESITCA, V., STURZA, R. Behavior of Consumers in the Republic of Moldova Related to the Consumption of Trans Fat. *Int J Food Sci Nutr Diet.* 2020; 9(8):493-498. DOI: <http://dx.doi.org/10.19070/2326-3350-2000086>
7. PREVALENȚA FACTORILOR DE RISC PENTRU BOLILE NETRANSMISIBILE ÎN REPUBLICA MOLDOVA STEPS 2013; <https://ansp.md/wpcontent/uploads/2014/09/STEPS-ROM.pdf>
8. BOISTEAN, A. Aspects of vinegars production and marketing in Moldova. *Journal of social sciences,* IV(2) 2021, pp. 128-138, ISSN 2587-3490. [https://doi.org/10.52326/jss.utm.2021.4\(2\).13](https://doi.org/10.52326/jss.utm.2021.4(2).13)
9. CERNELEV, O. Rolul factorilor de risc în dezvoltarea bolilor legate de nutriție (reviul literaturii). În: *Revista Medicină școlară și Universitară.* 2016, vol. III-nr.3, p. 50-55. ISSN-L 2392-8875. http://www.medicinascolara.ro/download/revista/vol3_nr3_2016/7%20Rolul%20factorilor%20de%20risc%20in%20dezvoltarea%20bolilo.pdf
10. CHIRSANOVА, A., BOIȘTEAN, A., COVALIOV, E., et REȘITCA, V., Valorisation de coquilles de noix broyées dans le processus de fermentation acétique afin d'obtenir du vinaigre, *Le gaspillage alimentaire : gestion et revalorisation des déchets alimentaires.* ISBN :978-973-744-886-6, Editura AcademicPres, Cluj-Napoca, 2021 URI: <http://cris.utm.md/handle/5014/1046>
11. CERNELEV, O. Influența strategiilor de marketing asupra dezvoltării preferințelor alimentare nesănătoase în rândul copiilor și adolescenților (reviul literaturii). *Revista de Medicină Școlară și Universitară.* 2016, vol.III, nr.2, 35-41. ISSN-L 2392-8875.
12. CHIRLICI, A., FRİPTULEAC, G., CEBANU, S., RUBANOVICI, V., RÎMIŞ, C., & DEMİŞCAN, D. (2020). Trans fatty acids and non-transmissible diseases. *Arta medica,* 77(4), 84–88. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4174672>

CARACTERISTIQUES MERCEOLOGIQUES DU TOPINAMBOUR "HELIANTHUS TUBEROSUS" VARIETES "MARIA" ET "SOLAR"

Marcel ZACUȚELU

Département Alimentation et Nutrition, gr. FFT-191, Faculté de technologie alimentaire,
Université Technique de Moldova, Chisinau, République de Moldova,

Auteur correspondant : Zacuțelu Marcel, marcel.zacutelu@an.utm.md

Abstrait : *Halianthus tuberosus ou « topinambour » est connu pour ses propriétés bénéfiques pour la santé, riche en nutriments, son goût agréable et son odeur spécifique. Malheureusement, le topinambour n'est pas valorisé à sa juste valeur, plus de 60 variétés de taxons de topinambour sont connues au Jardin Botanique de l'Académie des Sciences de Moldova. Le but de la recherche était l'élaboration de l'analyse de la marchandise des variétés de topinambours "Maria", "Solar" de la récolte 2021 qui ont été offertes par le Jardin Botanique de l'Académie des Sciences de la République de Moldova selon GOST 32790- 2014. Au cours de la recherche, ont été étudiés les lots de 5 kg de chaque variété, la fraction massique du sol adhérent a été déterminée et représente (1,29% = "S.M", 1,17% = "S. S"), la fraction massique des pertes obtenues dans la recherche est (15,9% 16,66%).*

Mots clés : topinambour, l'analyse de la marchandise, fraction massique, tubercules, inuline, nutriments.

Introduction

Topinambour (*Halianthus tuberosus*) est connu dans plusieurs pays et porte un certain nombre de noms populaires en notre pays qui peuvent être plus souvent utilisés que les noms scientifiques : "napul de pământ; măr de pământ; cartofi porcești; nap porcesc; cartoful săracilor" [1, 2]. Le topinambour est une plante originaire d'Amérique du Nord, faisant partie du même genre *Helianthus* avec le tournesol, une plante vivace qui produit des tubercules comestibles. Les tiges sont fortes, vigoureuses avec de multiples branches et des hauteurs comprises entre 2 et 3 m. Les feuilles sont de forme ovale, couvertes de poils raides, plus larges au centre, d'environ 10 à 20 cm de long. Les tiges et les feuilles de topinambour sont utilisées pour fabriquer des aliments pour les animaux [3, 4]. Les fleurs de topinambour ressemblent à celles du tournesol, regroupées en têtes jaunes pouvant mesurer entre 7 et 10 cm de diamètre. La partie végétative sèche en automne et au printemps, elle repousse à partir des tubercules plantés ou laissés après la récolte [5, 6]. Les tubercules de topinambour sont riches en nutriments et en vitamines indiqué dans le tab.1 ;

Tableau 1

La teneur en macronutriments et vitamines du topinambour

Le contenu de 100 g de topinambour					
Kcal	L'eau	Protéines	Lipide	Glucides	Ballast
31	78,465 g	2,44 g	0,41g	4g	12,5g
Les glucides	Acide linolénique	Acide lipoïque	Éléments minéraux	Sodium	Potassium
0,33 g	44mg	0,165g	1,74g	3mg	478mg
Calcium	Magnésium	Phosphore	Fer	Zinc	Cuivre
10 mg	20mg	78mg	3,7 mg	60 µg	0,150 mg
La teneur en vitamines de 100 g de topinambour					
A	B1	B2	B3	B5	B6
2µg	200 g	60 µg	1,3 mg	60 µg	90g
B7	B9	B12	C	D	E
1,7 µg	31 µg	0mg	4mg	0mg	1,3–2 mg

Le topinambour se plante au printemps de février à avril selon les conditions climatiques. Il se multiplie en utilisant des tubercules moyens et gros car les petits sont plus sujets à la pourriture [7].

La plantation s'effectue selon des règles de taille pour la mise en place, pour assurer le volume nécessaire au développement et à l'étalement des nouveaux tubercules, la densité de la culture à la plantation peut être de 9 000-11 000 plants/hectare afin d'atteindre une quantité de récolte entre 40-60 t/ha selon le climat et la variété du topinambour [6].

Le topinambour a une grande quantité de vitamine C qui a une grande influence sur la tension artérielle et la teneur en cholestérol nocif dans le sang, le topinambour peut être un aliment qui guérira ce type de problèmes de santé. De plus, les tubercules de topinambour ont une teneur élevée en inuline, qui est une fibre protéique qui aide à remédier à la glycémie, selon des recherches scientifiques en Fédération de Russie, le topinambour peut être une alternative pour les diabétiques, il est plus proche des pommes de terre mais avec des propriétés plus adaptées à cette maladie [4, 5].

Le but de la recherche présentée était d'analyser les caractéristiques de marchandisage du topinambour selon les exigences officielles de *GOST 32790-2014*, le deuxième objectif était de déterminer la perte de masse dans le traitement du topinambour.

Matériels et méthodes

1. Les lots de tubercules appartenant aux variétés botaniques "Maria", "Solar" soumis à l'analyse de marchandise représentent la récolte de 2021 qui ont été offerts par le Jardin Botanique de l'Académie des Sciences de la République de Moldova, qui possède une collection de plus de 60 taxons de topinambour. Les variétés utilisées dans la recherche sont inscrites au catalogue des variétés végétales de la République de Moldova.

Dans l'analyse de la marchandise, on a eu la base comme support théorique, le document législatif *GOST 32790-2014*. Cette analyse avait pour but de déterminer si le lot était conforme aux exigences officielles pour la commercialisation des *topinambours non lavés*.

2. Le deuxième objectif de la recherche était de déterminer les parties de masse du sol adhéré, l'épluchure qui démontre la perte de masse dans le traitement technologique primaire du topinambour et la préparation pour une utilisation ultérieure dans les aliments, est détermine les masses minimales et maximales dans les lots reçus.

Résultats et discussions

Les résultats de la recherche sont présentés dans le tab.2 ci-dessous qui représentent les exigences officielles selon *GOST 32790-2014*.

La fraction massique du sol adhéré aux tubercules a été calculée selon la formule :

$$\frac{M_{\text{après lavage du lot}}}{M_{\text{lot initial}}} * 100\% \quad (1)$$

La fraction massique des pertes a été déterminée selon la formule :

$$\frac{m_{\text{épluchure}} + m_{\text{sol adhéré aux unités étudiées}}}{M_{\text{initiale des unités étudiées}}} * 100\% \quad (2)$$

Tableau 2

Caractéristiques des indices de qualité des tubercules de topinambour, variétés "Maria", "Solar"

Nom de l'indicateur	Caractéristiques et norme	
	Variété Maria	Variété "solaire"
Apparence	Les tubercules sont frais, entiers, sains, exempts de maladies et de parasites, sans racines, recouverts de pelure, de forme et de couleur typiques d'une variété botanique, sans humidité externe excessive, sans taches brunes causées par la chaleur, sans couleur verte, non germé et non congelé.	
Vue de l'intérieur du tubercule	Typique de certaines variétés botaniques. Couleur des cuisses : jaune clair, sur une coupe fraîche - avec une teinte nacrée.	
L'état des tubercules	Robuste, capable de supporter le transport, le chargement, le déchargement et la livraison à destination.	
Odeur et goût	Doux, caractéristique de ces variétés botaniques, sans odeur ni goût étranger.	
Taille des tubercules avec le plus grand diamètre transversal, mm, pas moins, pour les variétés : - aux tubercules arrondis - à tubercules allongés	38 mm- ce qui correspond aux exigences selon GOST. 47 mm- ce qui correspond aux exigences selon GOST.	42 mm - ce qui correspond aux exigences selon GOST. 72 mm - ce qui correspond aux exigences selon GOST.
La présence de tubercules pourris, légèrement congelés, cuits à la vapeur	Dans le lot de topinambour reçu, il n'y a pas de tubercules pourris ou présentant des dommages physiques et des blessures.	
Fraction massique de tubercules qui ne répondent pas aux exigences, %	3,36 %	3,87 %
Fraction massique de sol adhérant aux tubercules au stade de maturité biologique, %	1,29 %	1,17 %
La présence de ravageurs agricoles et les produits de leur activité vitale	0	0

Après l'analyse de la marchandise, aucune non-conformité n'a été détectée, les lots reçus ne dépassent pas la fraction massique du sol adhéré (1,29% 1,17%), il n'a été pas trouvé aucun tubercule qui ne correspond pas aux exigences ou avec des dommages techniques.

Les données obtenues lors des opérations de masse sont présentées dans le tab.3 ci-dessous :

Tableau 3

Résultats quantitatifs suite à l'évaluation des tubercules de topinambour, variétés "Maria", "Solar"

Indices de masse	Variété "Maria"	Variété "Solar"
Massé initiale d'unités recherchées	$M_1 = 65.68 \pm 0,3g$ $M_2 = 61,54 \pm 0,4g$	$M_1 = 46.93 \pm 0,2g$ $M_2 = 93.84 \pm 0,3g$
Massé après lavage	$M_1 = 63.34 \pm 0,1g$ $M_2 = 61,20 \pm 0,2g$	$M_1 = 45.98 \pm 0,1g$ $M_2 = 92,50 \pm 0,3g$
Massé après épluchage	$M = 106.98 \pm 0,2g$	$M = 117,3 \pm 0,3 g$
Massé d'épluchure	$M = 17.56 \pm 0,3g$	$M = 21.17 \pm 0,2g$
Fraction de perte de masse, %	15,9 %	16,66 %
Massé minimale et maximale de l'ensemble du lot	$M_{\max} = 180.49 \pm 0,2g$ $M_{\min} = 8.16 \pm 0,3g$	$M_{\max} = 68.29 \pm 0,3g$ $M_{\min} = 4.02 \pm 0,1g$

Pendant l'analyse des données obtenues, on a déterminé les pertes de masse égales à (15,9% 16,66%). Lors du décorticage du topinambour, le but était d'extraire le minimum d'épluchure pour d'obtenir le maximum de masse comestible.

Conclusion

Suite à l'analyse du topinambour réalisée en décembre 2021, les variétés "Maria", "Solar", on a constaté que la fraction massique du sol adhérent au sein des lots recherchés (1,29% 1,17%) correspond aux exigences. Les lots de topinambour reçus ne présentent pas de non-conformité aux normes GOST 32790-2014.

Les fractions massiques des pertes obtenues dans la recherche pratique (15,9%...16,66%), d'un point de vue technologique, les pertes sont réelles et correspondent aux variétés botaniques et au stade biologique de maturité, d'un point de vue économique et nutritionnelle, le topinambour à maturité biologique précoce est plus bénéfique car il ne nécessite pas d'épluchage dans les opérations technologiques et a une teneur plus élevée en vitamines et nutriments.

L'élaboration de nouveaux produits alimentaires est d'une perspective majeure [8]. Dans ce contexte, le développement de nouveaux aliments basés sur la capitalisation du topinambour permettra d'élargir la gamme de produits de valeur avec une teneur en nutriments spécifique.

Bibliographie

1. CHIRSANOVА, Aurica; CAPCANARI, Tatiana; GÎNCU, Ecaterina. Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) flour impact on bread quality. In: *Journal of Engineering Sciences*. 2021, nr. 1, pp. 131-143. ISSN 2587-3474.10.52326/jes.utm.2021.28(1).14
2. ȚIȚEI, Victor, et al. "The technological itinerary, system of machines for the cultivation of jerusalem artichoke helianthus tuberosus and its use as fodder and energy biomass." (2021).
3. GÎNCU, Ecaterina; CHIRSANOVА, Aurica. Determinarea proprietăților fizico-chimică ale făinii de topinambur (*Helianthus Tuberosus*). In: *25 de ani de reformă economică în Republica Moldova: prin inovare și competitivitate spre progres economic*. Vol.1, 23-24 septembrie 2016, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: Departamentul Editorial-Poligrafic al ASEM, 2016, pp. 323-326. ISBN 978-9975-75-834-5.
4. ȚIȚEI, Victor, TENTIUC, Cristina, and MOCANU, Natalia. "Particularitățile agrobiologice și posibilități de valorificare a napului porcesc (*Helianthus tuberosus L.*).)" (2020).
5. GÎNCU, Ecaterina; TABUNŞCIC, Olga; CHIRSANOVА, Aurica. Health benefits of topinambur (*Helianthus Tuberosus L.*) On health. In: *Competitivitatea și inovarea în economia cunoașterii*. Ediția a 22-a , 25-26 septembrie 2020, Chișinău. Chișinău Republica Moldova: Centrul Editorial-Poligrafic al ASEM, 2020, pp. 209-215. ISBN 978-9975-75-985-4.
6. CHIRSANOVА, Aurica; CALCATINIUC, Dumitru. The impact of food waste and ways to minimize IT. In: *Journal of Social Sciences*. 2021, nr. 4(1), pp. 128-139. ISSN 2587-3490.10.52326/jss.utm.2021.4(1).15
7. PURICI, Ion, and GRAUR, Livia. "Cercetări privind obținerea unor produse de panificație cu adaos de făină din topinambur." *Simpozion Științific Internațional al Tinerilor Cercetători*. 2019.
8. CHIRSANOVА, Aurica; REȘITCA, Vladislav. Factori de bază ce influențează politicile alimentare și nutriționale la nivel internațional . In: *Meridian Ingineresc*. 2013, nr. 3, pp. 86-90. ISSN 1683-853X.

ROLUL ANTIMICROBIENIILOR NATURALI ȘI AL BIOPOLIMERILOR LA OBTINEREA FILMELOR COMESTIBILE

Ecaterina MOVILEANU*, Dan PICIOR

Departamentul Alimentație și Nutriție, grupa FFT-201, Facultatea Tehnologia Alimentelor,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Movileanu Ecaterina, ecaterina.movileanu@enl.utm.md

Rezumat. Filmele comestibile sunt considerate atât ambalaj cât și componentă alimentară, ele trebuie să îndeplinească o serie de cerințe, precum: bune calități senzoriale; barieră ridicată și eficiență mecanică; stabilitate biochimică, fizico-chimică și microbiană, utilizare netoxică, simplă, nepoluantă și cu cost redus. Filmele și acoperirile preparate din materiale biodegradabile sunt din ce în ce mai folosite în industria ambalajelor alimentare, ca răspuns la cererea tot mai mare de durabilitate și siguranță ecologică. Un film comestibil încorporat cu antimicrobieni naturali este utilizat pentru a controla creșterea microbiană în alimente, ceea ce duce la prelungirea perioadei de valabilitate și la îmbunătățirea siguranței microbiologice a produselor alimentare. Conceptul de sisteme de ambalare antimicrobiene se concentrează pe filmele biodegradabile, în principal polizaharide și materiale pe bază de proteine. Prin această lucrare se urmărește identificarea celor mai eficiente metode de formare a peliculelor comestibile, folosind asocieri corecte între componentele acestora.

Cuvinte cheie: ambalaje alimentare comestibile, metode de turnare și de extrudare, biopolimeri

Introducere

Ambalajul comestibil este o artă a științei care se dezvoltă rapid, în care biopolimerii comestibili precum lipide, polizaharide, proteine, rășini etc. și alți constituenți consumabili extrași din diverse surse neconvenționale sunt folosite singure sau combinate pentru a forma filme. Ambalajele comestibile cu componente antimicrobiene au condus la dezvoltarea ipotezei ambalajului activ care protejează calitatea alimentelor, precum și sănătatea consumatorilor. Agenții antimicrobieni naturali, cum ar fi uleiurile esențiale din condimente, compușii bioactivi derivați din legume și fructe și compușii derivați de microorganisme ce prezintă proprietăți antimicrobiene, pot fi utilizati în obținerea de filme comestibile ca înlocuitor superior pentru compușii sintetici, servind astfel scopului calității. Filmele comestibile sunt definite ca un strat fin și subțire de material ce servește la acoperirea unor alimente/semințe cu scopul de a fi consumat și de a oferi o barieră împotriva umidității, gazelor și oxigenului. Ambalajele comestibile sunt folosite pentru a crește durata de valabilitate a fructelor și legumelor proaspete procesate imperceptibil, cărnii, fructelor de mare, nucilor, etc. Principalul avantaj al filmelor comestibile în comparație cu cele sintetice tradiționale este că acestea pot fi consumate împreună cu produsele. Chiar dacă filmele nu sunt consumate, contribuie la reducerea poluării. Acestea sunt produse exclusiv din ingrediente regenerabile, comestibile și, prin urmare, se descompun rapid, ceea ce ne ajută la crearea unei economii circulare, cu zero deșeuri și lipsă poluării. Filmele pot îmbunătăți proprietățile alimentelor ambalate, cu condiția ca acestea conțin diverse componente (arome, coloranți, îndulcitori).

Antimicrobienii naturali pot fi utilizati pe scară largă în filmele pe bază de biopolimeri pentru a satisface cererea consumatorilor de siguranță alimentară. În plus, acești agenți pot îmbunătăți caracteristicile senzoriale, prevenind rumenirea și modificările patogene ale produselor alimentare, oferă o sansă mai bună la siguranță și conservarea alimentelor. Modelele actuale de cerere sugerează că va exista o piață amplă și o acceptabilitate ridicată pentru ambalajele active care au o amprentă scăzută de carbon și susțin consumul durabil.

Prezintă interes de a studia compoziția, metodele de formare, sursele de agenți antimicrobieni naturali (AAN) și biopolimeri, aplicații și beneficii ale foliilor comestibile.

Barierele în obținerea filmelor comestibile implică faptul că permeabilitatea și proprietățile mecanice ale filmelor descrise sunt în general mai slabe decât în cazul filmelor sintetice. Este nevoie de cercetări ample privind dezvoltarea de noi materiale, metode de formare a filmului, metode de îmbunătățire a proprietăților filmului și aplicații potențiale, care să satisfacă percepția consumatorilor [1]. O problemă de toxicitate în produsul alimentar poate rezulta din utilizarea necontrolată a agenților antimicrobieni naturali în peliculele comestibile.

1. Compoziția și clasificarea filmelor comestibile

În practica alimentară, filmele pot fi aplicate alimentelor prin mai multe metode, cum ar fi scufundarea, pulverizarea, perierea și tăvirea, urmate de uscare. Componentele utilizate pentru prepararea filmelor comestibile pot fi clasificate în trei categorii: hidrocoloizi (precum proteine, polizaharide, alginat, etc.), lipide (cum ar fi acizi grași, acilglicerol, ceară) și compozite [2].

Polizaharidele

Acestea includ celuloza, derivații de amidon, derivații de pectină, extractele de alge marine, gumele de exudat, gumele de fermentație microbiană și chitosan. Polizaharidele sunt în general foarte hidrofile, rezultând proprietăți slabe de barieră împotriva vaporilor de apă și a gazelor. Acestea au fost utilizate pentru a produce filme biodegradabile pentru a înlocui parțial sau în întregime polimerii din plastic datorită costului scăzut și a capacitații de reinnoire și având proprietăți mecanice bune [3, 4].

Filme proteice

Filme proteice sunt susceptibile la umiditate. Astfel, filmele pe bază de proteine sunt de așteptat să fie bune bariere de oxigen la umiditate relativ scăzută. Acestea includ gelatină, caseină, proteină din zer, zeină de porumb, gluten de grâu, proteină din soia, etc.

Filme lipidice

Compușii lipidici utilizați ca acoperire protectoare constau din monoglyceride acetilate, ceară naturală și agenți tensioactivi. Cele mai eficiente substanțe lipidice sunt parafina și ceară de albine. Funcția principală a învelișului lipidic este de a bloca transportul umidității datorită polarității lor relativ scăzute. În schimb, caracteristica hidrofobă a lipidelor formează pelicule mai groase și mai fragile. Filmele pe bază de lipide sunt adesea susținute pe o matrice cu structură polimerică, de obicei o polizaharidă, pentru a oferi rezistență mecanică [1].

Filme compozite

Filme compozite pot fi de natură eterogenă, constând dintr-un amestec de polizaharide, proteine și/sau lipide. Această abordare permite folosirea caracteristicilor funcționale distincte ale fiecărei clase de formatori de film, obiectivul principal al producerii de filme compozite este de a îmbunătăți permeabilitatea sau proprietățile mecanice, după cum este dictat de necesitatea unei aplicații specifice [1, 5].

2. Metode de formare a filmului

Tehnicile de obținere a filmelor sunt variate și specifice. Astfel, cele mai de succes metode utilizate vor fi descrise mai jos.

2.1. Metoda de turnare

Metoda de turnare este metodă la scară de laborator sau pilot, cunoscută și sub numele de turnare cu solvent, este destul de simplă și una dintre cele mai comune tehnici de formare a filmului comestibil. A fost adaptată la scară industrială cu diverse materiale animale și vegetale ca sursă principală de biopolimeri [2]. Amidonul, celuloza, pectina, gumele, chitosanul, agarul, alginatul, dextranul, gelatina, caseina, proteină din zer, ceară, parafina și gliceridele sunt biopolimerii obisnuiți folosiți la fabricarea filmelor comestibile prin turnare cu solvent, împreună cu plastifianti, precum glicerolul, aloe, rășini, etc. [2, 5]. După selectarea ingredientelor adecvate, biopolimerul este

solubilizat într-un solvent adecvat împreună cu antimicrobienii naturali, urmat de turnarea soluției în măriță. După această etapă este urmată de degazare și uscarea este finalizată înainte ca filmul să fie, în cele din urmă, desprins de pe suprafață [5], așa cum este prezentat în Fig.1. Această metodă are avantajul de a fi simplă, ușor de utilizat, de costuri reduse și prietenoasă cu mediul [6]. Rezultatul procesului de turnare depinde de diversi factori, cum ar fi condițiile atmosferice, echipamentul, combinația de timp și temperatură utilizată [1].

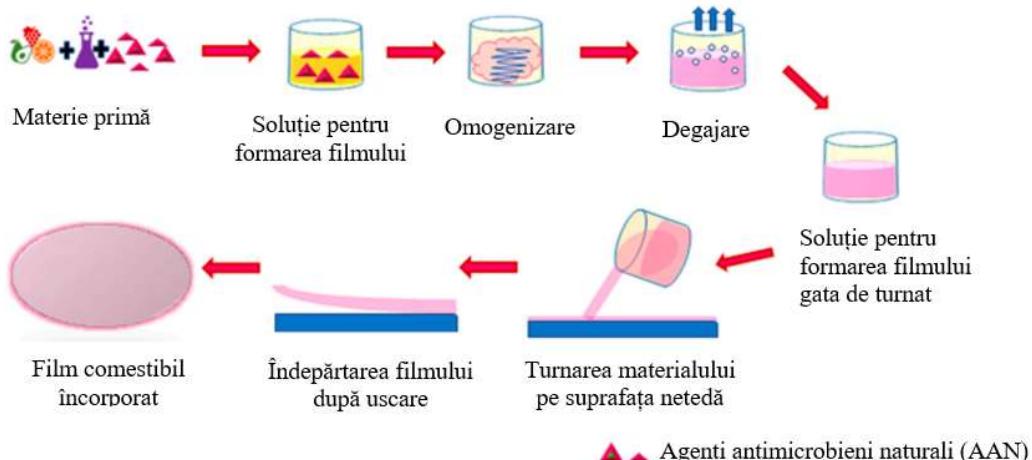


Figura 1. Principiul metodei de turnare a solventului [2]

2.2. Turnarea prin compresie

Fie termocompresia, fie compresia ultrasonică leagă materialele care formează film într-o formă și grosime de dorit [2, 3]. Un sudor cu ultrasunete este utilizat pentru sudarea materialelor de film, care au fost rafinate anterior, așa cum este prezentat în Fig.2. După comprimare, materialele sudate sunt tăiate și prelucrate pentru a elabora sisteme de ambalare comestibile durabile [1]. Amidonul, în special, amidonul de manioc are proprietăți excelente și prezintă mai puține modificări degenerative atunci când este supus turnării prin compresie [2]. Această tehnică nu a câștigat încă popularitate pentru fabricarea foliilor comestibile, dar este o metodă rapidă și economică și trebuie adaptată pentru a se potrivi industriei de ambalare a foliilor comestibile [4].

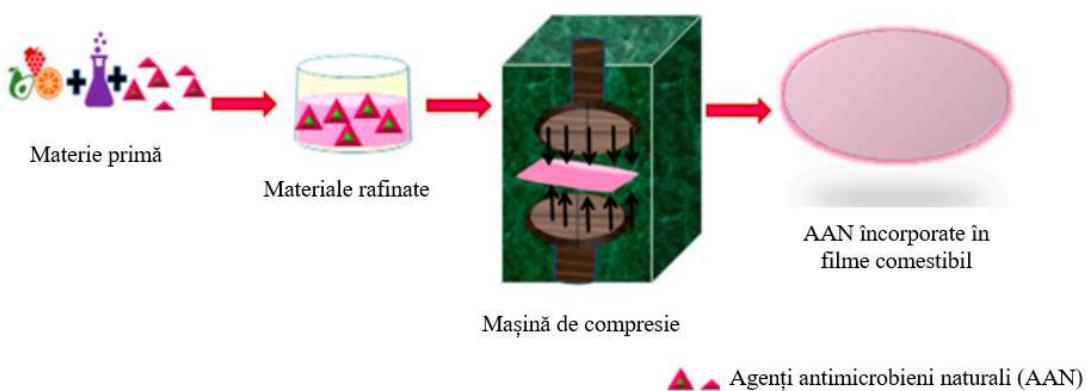


Figura 2. Turnarea prin compresie [2]

2.3. Metode de extrudare

Pentru a îmbunătăți proprietățile mecanice și de barieră la vapozi de apă ale filmelor pe bază de polizaharide, se adaugă lipide pentru a spori hidrofobicitatea filmelor [2]. Suflarea prin coextruziune este o tehnică potrivită pentru a obține rezultatele dorite atunci când sunt utilizate mai multe surse de biopolimeri, cel mai frecvent lipide și amidon, împreună cu alți aditivi [3, 4]. În comparație cu metodele de turnare cu solvent și comprimare, extrudarea este o tehnică mai activă. Procesul poate fi împărțit în trei etape principale: hrărire, frământare și încălzire, așa cum este

prezentat în Fig.3. În primul rând, materialul filmogen și antimicrobienii naturali sunt aduși în zona de alimentare și degazarea se face prin utilizarea forței de compresie. În al doilea rând, materialele sunt comprimate în continuare prin creșterea presiunii și a temperaturii pentru a obține atrbute fizice specifice. În cele din urmă, încălzirea are loc în secțiunea finală a extruderului, unde parametrii precum temperatura, viteza de forfecare și presiunea sunt cei mai mari. Prin urmare, se poate spune pe bună dreptate că caracteristicile fizico-chimice ale peliculei astfel formate sunt un rezultat al evenimentelor din secțiunea de încălzire. Parametrii precum configurația șurubului, raportul dintre diametrul și lungimea șurubului, rata de alimentare, procentul de umiditate, viteza șurubului etc., pot fi adaptati prin utilizarea finală a filmului comestibil astfel format [2].

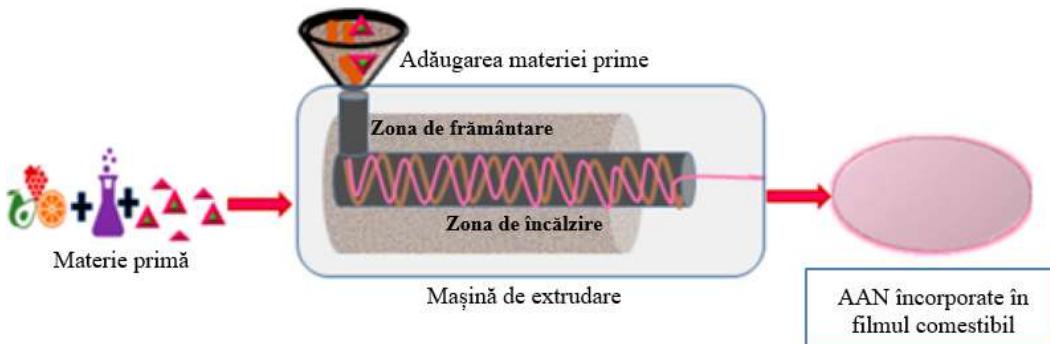


Figura 3. Metoda de extrudare [2]

3. Aplicații ale filmelor

Filmele comestibile au oferit un mijloc complementar indispensabil pentru controlul calității și stabilității multor produse alimentare. Există multe utilizări potențiale pentru foliile comestibile (de exemplu, ambalarea diferitelor produse, protecția individuală a fructelor uscate, a cărnii și a peștelui, controlul umidității interne transferate în pizza, plăcinte etc.) care se bazează pe proprietățile peliculelor (de exemplu, bariere organoleptice, mecanice și de dizolvare). Filmele pot fi aplicate și în interiorul alimentelor eterogene la interfețele dintre diferite straturi de componente. Ele pot fi, de asemenea, utilizate pe suprafața alimentelor pentru a controla viteza de difuzie a substanțelor conservatoare de suprafață în interiorul alimentelor. O altă posibilă aplicație pentru filmele comestibile ar putea fi utilizarea lor în materiale de ambalare multistratificată cu cele necomestibile. În acest caz, peliculele comestibile ar fi straturile interioare în contact direct cu materialele alimentare [2, 5, 6].

Conform datelor din Tab.1, se observă că în topul produselor alimentare pentru care au fost create ambalaje comestibile se află fructele și legumele. Printre cei mai utilizati antimicrobieni naturali sunt extractele naturale din ceaiuri și uleiurile. Pentru a lega compozitiile formate în vederea obținerii de acoperiri comestibile, pe scară largă se utilizează alginatul, chitosanul, pectina și amidonul.

Recent, în cadrul laboratorului UTM, au fost testați anumiți biopolimeri prin compararea caracteristicilor lor fizico-chimice (determinarea parametrilor fizico-mecanici, influența radiațiilor UV-Vis și alte proprietăți spectrale, etc.) pentru a obține filme de calitate. Astfel, au fost realizate filme comestibile din pectină, gelatină și alginat pentru a servi ca ambalaje pentru fructe și verdețuri. Din analizele efectuate s-a stabilit că peliculele pentru care s-a folosit pectina sunt mai pline și mai dense și permit încorporarea unor produse (semințe, etc.) mai ușoare în raport cu peliculele obținute din ceilalți biopolimeri, filmele din pectină dovedindu-se a fi de 20 de ori mai groase comparativ cu celelalte, ceea ce împiedică formarea radicalilor liberi, iar culoarea produsului rămâne nemodificată [7, 8].

Asfel, dezvoltarea tehnologiilor de obținere a ambalajelor alimentare comestibile în Republica Moldova se află încă la etapa de inovare, dar prezintă perspectivele în obținerea produselor alimentare de calitate cu un termen de valabilitate înalt.

Tabelul 1.

Aplicații alimentare brevetate (patente) ale filmelor comestibile încorporate cu agenți antimicrobieni [1, 2, 6, 8]

Produs alimentar	Agenți antimicrobieni naturali (AAN)	Film Matrix	Metoda de preparare	Constatări
Roșii	Ulei esențial de turmeric/ ghimbir/ cuișoare	Filme pe bază de chitosan	Încălzire și uscare	Roșile acoperite au rămas proaspete mai mult timp în comparație cu mostrele neacoperite
Mere și căpșuni	Ulei de măslini Stevie	Chitosan	Răspândire	Protejat împotriva degradării microbiene A prezentat activitate antimicrobiană superioară împotrivă bacteriilor aerobe mezofile și psicrofile
Căpșuni și zmeură	Extract de ceai verde	Alginat-acid oleic	Răspândire	Activitate antivirală
Pepeni proaspăt tăiați	Grosier și nano emulsii de citral	Chitosan/carbo-ximetil celuloză polizaharide	Nanoemulsionat acoperiri	Antimicrobial superior Protecție (până la 5-log reducere) Se extinde semnificativ stabilitatea produsului (mai mult de 13 zile)
Ardei gras	Extract de coajă de rodie	Pe bază de alginat acoperiri	Amestecarea	Menține clorofila, acidul ascorbic, fermitatea și culoarea în timp ce inhibă creșterea ciupercii patogene <i>Colletotrichum Gloeosporioides</i> la 10°C de depozitare
Miez de nucă	Extract de ceai verde	Pectină, amidon, gelatină și arabinoxilan	Răspândire	S-a reușit dispunerea acestui ambalaj pe suprafață neregulată a miezului de nuca

Concluzii

Rolul antimicrobienilor naturali ca aditivi în sistemele de ambalare a alimentelor comestibile, împreună cu biopolimerii, tehniciile de formare a filmului și proprietățile filmelor astfel formate au o importanță semnificativă. Filmele îmbogățite cu agenți antimicrobieni pot servi ca o alternativă eficientă, netoxică și durabilă la ambalajele problematice pe bază de plastic. Cererea tot mai mare de soluții ecologice din partea consumatorului informat conduce încet industria alimentară către o abordare mai ecologică și mai curată.

O propunere inovativă pentru noi direcții de cercetare la tema dată, se referă la formarea unor acoperiri/filme comestibile biodegradabile, hidrosolubile care să conțină drept antimicrobieni naturali, extractul concentrat din ceai din coji și/sau septum de nuci (pentru a valorifica deșeurile de nuci). Biopolimeri: alginat, agar-agar, glicerol.

Referințe

1. PASHOVA, S. La perception des consommateurs en ce qui concerne les emballages comestibles pour les fruits et légumes frais, *Conférence internationale «Compétitivité et cohésion économique et sociale»*, 2015, p. 143-147
2. SNEH, PUNIA BANGAR, et al. Natural Antimicrobials as Additives for Edible Food Packaging Applications, *Foods*, 10(10): 2282, 2021, p. 1-19. Doi: 10.3390/foods10102282
3. SUBHAS, C. SHIT, PATHIK, M. SHAH. Edible Polymers: Challenges and Opportunities, *Journal of Polymers*, Volume 1, 2014, p. 1-10
4. VODNAR, D.C. et al. Antimicrobial Efficiency of Edible Films in Food Industry, p. 1-11
5. BOURTOOM, T. Edible films and coatings: characteristics and properties, *International Food Research Journal* 15(3): 237-248 (2008), p. 237-244
6. SIAH, W.M., AMINAH, A. et al. Edible films from seaweed (*Kappaphycus alvarezii*), *Journal homepage: http://www.ifrj.upm.edu.my*, 2015, p 1-3
7. BAERLE, A., CHIȚAN V. et al. Utilizarea peliculelor protecționale din biopolimeri în industria alimentară și în agricultura, 2015, UTM.
8. SANDU, Iu. Protecție antioxidantă și mecanică a miezului de nucă prin intermediul filmelor comestibile din compozиții de biopolimeri, brevet de inventie Nr. 1245.1/28.05.2021.

STUDIU ÎN RÂNDUL CONSUMATORILOR DIN REPUBLICA MOLDOVA DESPRE BAKERY FAST FOOD

Aliona MĂRÎI

Departamentul Alimentație și Nutriție, grupa FFT-201, Facultatea Tehnologia Alimentelor, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

Autorul corespondent: Aliona Mărîi, e-mail: aliona.marii@enl.utm.md

Rezumat. În cadrul lucrării a fost efectuat un sondaj cu privire la consumul de produse bakery street food, care ne-a ajutat să identificam și să stabilim care sunt preferințele consumatorilor. Acestea reprezintă o dovedă în plus că în RM sunt persoane care consumă acest tip de produse. Majoritatea, circa 80% realizează faptul că în urma consumului frecvent apare obezitatea, diabetul, boli cardiovasculare precum și alte afecțiuni. Însă sunt și persoane care dau dovedă de dezinteres către acest domeniu alimentar, consumă ceea ce este fără o informare.

Cuvinte cheie: produse de panificație, fast-food, nutriție, kilocalorii, grăsimi, zahar, sare.

Introducere

Alimentația este un factor determinant important pentru sănătatea umană. Rădăcinile mâncării de stradă ne pot duce înapoi în istorie. Se crede că, ca primul punct de distribuție a alimentelor de stradă, a fost vândut pe străzile din Grecia antică.

Distribuirea de alimente de stradă în zonele urbane este un fenomen în creștere și la nivel mondial care determină viața noastră și are un gust senzațional de bun. Iar astăzi pe stradă alimentele sunt surse importante de alimente zilnice pentru populațiile urbane masiv [1]. Datorită schimbărilor socio-economice din multe țări, sectorul alimentar de stradă a cunoscut o creștere fenomenală în ultimele decenii și este acum recunoscut pe scară largă de alimente și agențiiile de sănătate dețin o importanță pentru țările în curs de dezvoltare (FAO, OMS, IFPRI) [2].

Mâncarea de stradă este un fenomen global. În întreaga lume, street food a devenit o parte importantă a vieții de zi cu zi, ca populația locală din ce în ce luptă pentru a ține pasul cu stilul lor de viață agitat.

Factorii de risc alimentari (aportul excesiv de sare, zahăr, grăsimi și de energie) conduc la dezvoltarea factorilor de risc metabolici (tensiunea arterială crescută, nivelul crescut de colesterol, nivelul crescut al glucozei sangvine, supraponderalitatea și obezitatea). În Republica Moldova, factorii de risc alimentari au cea mai mare contribuție la povara globală a bolii [3, 4].

Pentru a putea vedea efecte vizibile, oamenii trebuie să înțeleagă că alimentația corectă și sănătoasă nu trebuie să fie ocazională, ci trebuie să fie integrată într-un stil de viață care va asigura starea generală de sănătate și longevitatea. Niciun aliment nu poate aduce, singur, toate principiile nutritive de care are nevoie organismul, ci doar o alimentație variată, moderată și echilibrată [5].

În concluzie, gustările industriale și produsele de patiserie de casă bogate în Na și grăsimi nesănătoase sunt frecvente în Chișinău. Prevenirea bolilor legate de dietă în Moldova poate beneficia de îmbunătățirea profilului nutrițional al alimentelor de stradă [6, 7].

Scopul: Determinarea opiniei populației în privința consumului de produse de tip bakery street food.

Obiective:

- Stabilirea categoriei și vîrstei persoanelor care consumă frecvent produse și băuturi de tip bakery street food;
- Studiul frecvenței de consum a produselor și băuturilor din bakery street food.;
- Identificarea preferințelor consumatorilor de produse și băuturi din bakery street food.

Obiecte de cercetare

În perioada din 20.04.2021 - 25.04.2021 a fost efectuat un sondaj online cu ajutorul aplicației Google Formular, marja de eroare fiind +/-0,5%. Sondajul respectiv a avut un scop și câteva obiective care sau axat pe problema cercetării și a fost realizat prin intermediul unui chestionar care a inclus 17 întrebări. Chestionarul a fost distribuit, în mediul online pe saitul de socializare, Facebook, dar și colegilor și studenților din cardul UTM.

Prima parte de întrebări din chestionar sunt legate de sex, vârstă, ocupație, venit precum și mediul de trai, care ne-a ajutat pentru atingerea primului obiectiv. În continuare celelalte întrebări se referă strict la temă și în special la atingerea scopului de bază. În total a fost obținute 104 răspunsuri care au fost prelucrate și prezentate în formă de diagrame cu structură radială, bare și coloane.

Rezultate și discuții

La sondajul realizat au participat 20,2% persoane de gen masculin și 79,8% persoane de gen feminin. Cei mai activi participanți s-au dovedit a fi persoanele cu vîrstă sub 30 ani. Dintre aceste 14 participanți cu vîrstă de 24 ani, 10 cu 23 ani, 9 cu 27 ani, 8 cu 25, iar cel mai Tânăr a fost de 19 ani. După 30 ani au fost 6 participanți cu vîrstă de 36 ani, câte 2 de 34, 35 și 45 ani. Cel mai învîrstă a fost un participant de 62 ani. Participanții la sondaj au indicat ca fiind angajați 63%, 21% sunt elevi/studenți, 9% se află în concediu de maternitate iar 7% rămân a fi șomeri (Fig.1).

Dintre toți participanții o valoare de 46,6% au fost cu un venit mediu, 24,3% cu un venit mic, 7% unul foarte bun, peste 8% ridicat, iar restul sau abținut de la răspuns. Majoritatea participanților sunt din Republica Moldova 81%, iar ceilalți sunt din alte țări precum Germania 7%, Franța 5%, Italia 3% și alte 4% din alte țări. Cei mai mulți participanți s-a dovedit a fi din mediul urban, cu puțin peste 70%. Pentru cei din mediul rural peste 29%. La această întrebare generală despre ce preferă să consume am primit cele mai multe răspunsuri pentru fructe și legume 74% și produse din carne 69%. De asemenea pentru produsele de patiserie au răspuns 47% iar pentru cele de cofetărie 34%. La întrebarea 8 peste 50% au reacțional cu un răspuns ocazional, iar 16,3% pentru de câteva ori pe săptămână și de câteva ori pe lună. 6% consumă zilnic iar ceilalți nu cumpără produse street food (fig.2).

La întrebarea despre care sunt motivele pentru care cumpără aceste produse peste 50% au răspuns cu placere/poftă, 40% foame, iar 30% lipsă de timp.

Printre preferințele consumatorilor o majoritate (26 de răspunsuri) au indicat ca fiind pateuri/plăcinte. În preferințe intră și covrigii care au acumulat 22 de răspunsuri, iar pentru croașanți au votat 17 respondenți (fig.3).

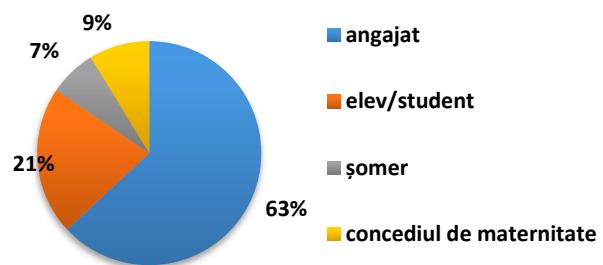


Figura 1. Răspunsuri la întrebarea
Ocupația dumneavoastră de bază

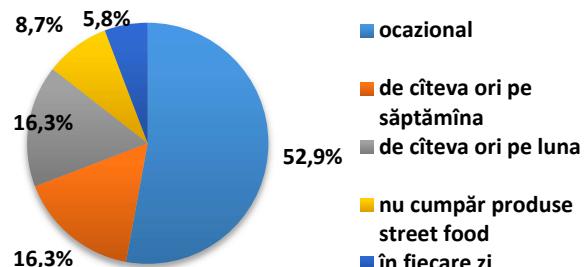


Figura 2. Răspunsuri la întrebarea
Cât de des procură și consumă produse de patiserie și covrigi în stradă ?

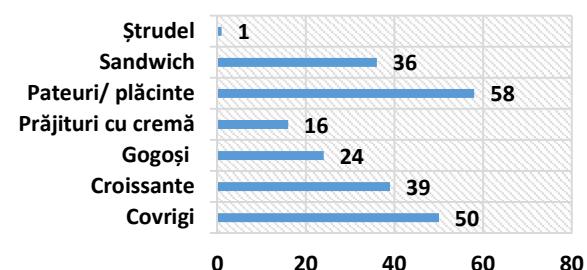


Figura 3. Răspunsuri la întrebarea
Ce preferați să cumpărați atunci când vă opriți la un butic stradal?

Cei mai mulți participanți preferă să cumpere acest tip de produse de la întreprinderi precum „La Mămucă” au ales 66%, iar pentru „Granier” 61%. La „Covrigo” cumpără aproape 25%, „Pretzel” 20% iar la „Pan Pan” 15%.

Referitor la întrebarea cât de des servesc doar de placere peste 44% au răspuns uneori, 29% deseori, iar 20% rareori (fig. 4).

Preferința participanților de a cumpăra o băutură de la un butic stradal este cafea 64%. Pentru ceai au răspuns 25%, băuturi răcoritoare 20% iar sucurile 11 %.

Iar printre băuturile răcoritoare preferate din comerț cel mai mult răspunsuri îl are Coca-cola peste 40. De asemenea putem vedea în referințe și sucuri 31 de răspunsuri, iar Cappy 23 de răspunsuri. La fel au votat peste 30 de respondenți pentru apă minerală plată (fig. 5).

La întrebarea 15 am obținut 39 răspunsuri pentru preparate dulci și 31 răspunsuri pentru preparate sărate cu consum de câteva ori pe săptămână. Pentru un consum mai rar de atât am primit 51 și respectiv 48 răspunsuri. O dată pe zi am primit 4 și 11 răspunsuri.

Părerea consumatorilor în legătură cu cele mai frecvente boli alimentare întâlnite este o majoritate care înțeleg că este obezitatea, 79 de răspunsuri, iar pentru diabet zaharat o votat 66 și boli cardiovasculare 47 de respondenți (fig. 6).

La ultima întrebare care a fost despre assortimentul produselor și care este părerea despre prezentarea lor către consumatori, 49% răspund cu da, de acord cu toate cele prezентate, peste 25% nu-i interesează ce este, nu propun nici o schimbare. Alții 22% înțeleg că ceva nu-i prea bine însă doar 3 opinii au fost pentru preparatele care conțin zahăr și ar dori să fie cu conținutul mai scăzut sau chiar produse fără zahăr.

Concluzii

În urma sondajului efectuat cei mai activi participanți s-a dovedit a fi de gen feminin aproximativ 80% cu vârstă cuprinsă între 23-27 ani. Majoritatea sunt angajați 63%, cu un venit mediu 46%, din în Republica Moldova peste 80% în special mediul urban 70%.

Peste 52% din acești participanți au răspuns că cumpără produse bakery street food doar ocazional, iar câte 16,3% de câteva ori pe săptămână și de câteva ori pe lună. Principalele motive fiind poftă, foame și lipsă de timp, iar doar de placere servesc un desert deseori aproape 30% și peste 44% doar uneori. Iar printre preferințe au indicat produse ca plăcinte/pateuri, covrige și croașanți care sunt cumpărate de majoritatea de la întreprinderea „La Mămucă” și „Granier”.

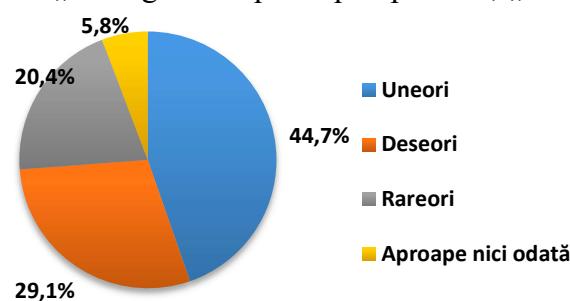


Figura 4. Răspunsuri la întrebarea
Cât de des luați o gustare dulce (desert) în stradă doar de placere?

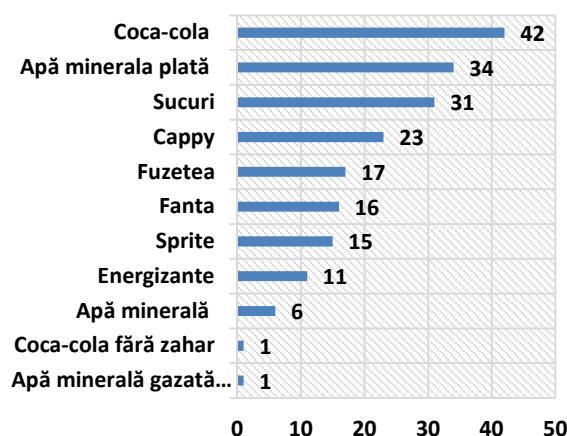


Figura 5. Răspunsuri la întrebarea
Care băuturi din comerț sunt preferatele dumneavoastră?

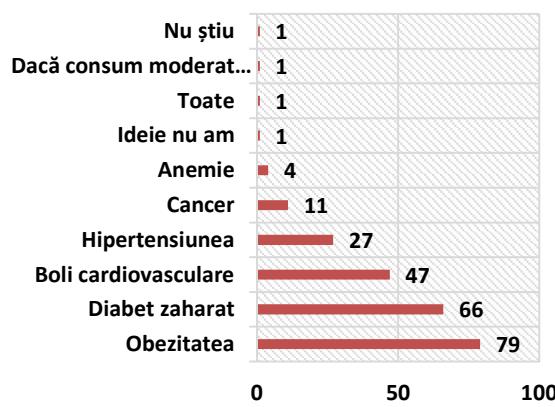


Figura 6. Răspunsuri la întrebarea
Cum credeți, în urma consumării produselor de patisserie și covrige, care sunt cele mai frecvente boli întâlnite?

Din tot assortimentul de băuturi prezentat la un butic stradal peste 64% au indicat că servesc o cafea. Însă dintre băuturile răcoritoare cele mai multe răspunsuri au fost pentru Coca-cola peste 40%. Conștienți că în urma consumului de produse bakery street food apar mai multe boli alimentare precum obezitate, diabet, boli cardiovasculare, hipertensiune și.a. Însă viața cotidiană care este în RM și graba cu care trăiesc locuitorii face ca 49% să rămână a fi de acord cu ceea ce este astăzi în vitrină, sau chiar se arată neinteresați de această problemă. Cu o gândire spre viitor și cu propunerile pentru mici schimbări în alimentație sunt doar circa 3%.

Mulțumiri

Rezultatele prezentate au fost obținute în cadrul Proiectului de Stat 20.80009.5107.09 „Ameliorarea calității și siguranței alimentelor prin biotecnologie și inginerie alimentară” derulat de Universitatea Tehnică a Moldovei.

Bibliografie

1. CHIRSANOVĂ, A., REȘITCA, V. Factori de bază ce influențează politicile alimentare și nutriționale la nivel internațional. *Meridian ingineresc*. Universitatea Tehnică a Moldovei. 2013, Nr.3, ISSN 1683-853X. p.86-92. https://ibn.ids.md/ro/vizualizare_articol/27531
2. MITCHELL, C. PAHO/WHO | Agreement to eliminate trans-fatty acids from industrial food production aims to prevent cardiovascular disease. *Pan American Health Organization / World Health Organization*. Published 2020. https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=15480:agreement-to-eliminate-trans-fatty-acids-from-industrial-food-production-aims-to-prevent-cardiovascular-disease&Itemid=1926&lang=en
3. CHIRSANOVĂ, A., COVALIOV, E., CAPCANARI, T., SUHODOL, N., DESEATNICOVA, O., BOISTEAN, A., RESITCA, V., STURZA, R. Consumer behavior related to salt intake in Republic of Moldova. *Journal of social sciences*. Vol. III (4) 2020. CZU 366:613.2:664.41(478) pp.101-110. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4296387>
4. CHIRSANOVĂ, A., BOISTEAN, A., CHISELIȚĂ, N., SIMINIUC, R. Impact of yeast sediment beta-glucans on the quality indices of yoghurt. In: *Food systems*, 2021, 4(1), pp.12–18. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-1-12-18>
5. CHIRSANOVĂ, A., CAPCANARI, T., BOISTEAN, A., COVALIOV, E., RESITCA, V., STURZA, R. Behavior of Consumers in the Republic of Moldova Related to the Consumption of Trans Fat. *Int J Food Sci Nutr Diet*. 2020; 9(8):493-498. DOI: <http://dx.doi.org/10.19070/2326-3350-2000086>
6. CERNELEV, O. Rolul factorilor de risc în dezvoltarea bolilor legate de nutriție (reviul literaturii). În: *Revista Medicină școlară și Universitară*. 2016, vol. III-nr.3, p. 50-55. ISSN-L 2392-8875. http://www.medicinascolara.ro/download/revista/vol3_nr3_2016/7%20Rolul%20factorilor%20de%20risc%20in%20dezvoltarea%20bolilo.pdf
7. CHIRSANOVĂ, A., BOIȘTEAN, A., COVALIOV, E., et REȘITCA, V., Valorisation de coquilles de noix broyées dans le processus de fermentation acétique afin d'obtenir du vinaigre, *Le gaspillage alimentaire : gestion et revalorisation des déchets alimentaires*. ISBN :978-973-744-886-6, Editura AcademicPres, Cluj-Napoca, 2021 URI: <http://cris.utm.md/handle/5014/1046>

**SECȚIA INGINERIE MECANICĂ INDUSTRIALĂ
ȘI TRANSPORTURI**

**SECTION OF INDUSTRIAL MECHANICAL ENGINEERING
AND TRANSPORT**

IN VACUUM, THE WORKING SURFACE OF THE REACTIVE THIMBLE ANALYSIS OF COATING APPLICATION BY DIFFUSION METALLIZATION

Alakbar HUSEYNOV¹, Shamkhal ASADOV^{2*}

¹*Special technologies and equipments, professor, Special equipment and technology,
Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan*

²*Special technologies and equipments, doctorate, Special equipment and technology,
Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan*

*Shamkhal Asadov, shamxal.esedov@aztu.edu.az

Abstract. Protecting parts and equipment from erosive wear, improving the reliability of modern technology, reducing the cost of its maintenance, ensuring competitiveness, extending the service life, as well as its renovation through the use of modern technologies to restore the operability of components to the level of new products, however, are among the most urgent tasks facing engineers around the world. According to experts, about 20% of metal products fail annually in the world due to erosion, therefore, the creation of anti-erosion coatings is an urgent problem.

Keywords: coating, erosion wear, diffusion metallization, reactive thimble.

Introduction

The use of special coatings designed to prevent direct contact of metal with aggressive media, contribute to their protection from erosion.

One of the most common methods of applying metal coatings to products is diffusion, therefore, the mechanism of formation of diffusion coatings is closely related to the diffusion process in solids, when at high temperatures the metal atoms of the coating are embedded in the crystal lattice of the protected metal, therefore the bond strength of the coating with the base material increases dramatically. Figure. 1 shows a diagram of the installation of vacuum diffusion metallization

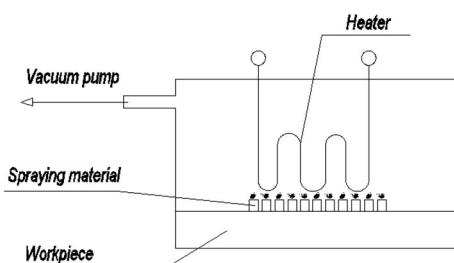


Figure 1. Vacuum diffusion metallization scheme

In order to improve or impart special properties to coatings, they are subjected to heat treatment or additional diffusion saturation with various elements. Recently, such coatings have become increasingly widespread.

When considering the formation of a diffusion layer, an attempt is usually made to trace this process using diagrams of the state of alloys.

At the same time, it is assumed that the formation of a layer on the diffusion isotherm follows an increase in the concentration and diffusing element in the alloy system and obeys the laws of phase transformations.

In this case, the phases of the lowest composition should first arise, then the middle and, finally, the highest (the theory of pure or atomic diffusion) [1]. According to another theory (the theory of reaction diffusion), the formation of a diffusion layer can begin with the formation of a phase of higher or medium composition, bypassing the stage of formation of a phase of lower

composition, such a situation is possible if the thermodynamic conditions for the formation of these phases are more favorable than for phases of lower composition. The formation of the higher composition phase in this case is the final stage of the diffusion process.

The available extensive theoretical and experimental material, based on the use of precision methods for studying the phase and chemical composition of the diffusion layer, convinces that in many cases of CTO practice, the formation of the diffusion layer does not obey equilibrium conditions, but proceeds intermittently and can begin with the formation of a phase of higher or medium composition. The structure of the diffusion layer in this case is not equilibrium.

Physico-chemical factors:

- thermodynamic characteristics of phases in the system of interacting elements;
- thermodynamic characteristics of the bulk medium (gas, steam, liquid and solid phases).
- Kinetic factors:
- the ratio between the speed of receipt of the item in the surface and the rate of diffusion; the rate of chemical reactions in the gas phase and the rate of sublimation of an element exceeds the rate of diffusion of the element in the metal, which determines not only the very high initial concentration of the diffusing element, but also a direct deposition on the surface, both of these conditions contribute to the formation of non-equilibrium diffusion layer;
- the reaction rate of the interaction at the metal-saturating medium boundary;
- the heating rate to the isotherm of the process and the cooling rate at the end of cooling;
- duration of the diffusion process on the diffusion isotherm;
- the ratio between the rate of diffusion of the element into the alloy surface and the rate of self-diffusion of the elements of the saturated alloy.

To explain the kinetics of the formation of diffusion chromium coatings and to determine their structure during chrome plating of iron and steel, it is necessary to know the diagrams of the state of the iron-chromium and iron-chromium-carbon systems (Figure. 2).

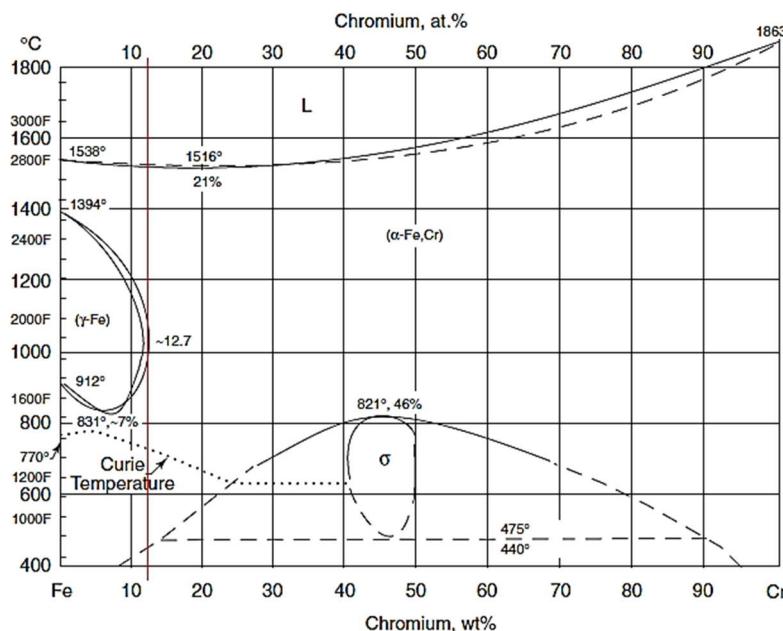


Figure 2. Diagram of the state of the iron-chromium system [2]

It follows from the diagram that in the high-temperature region there is a continuous series of α -solid solutions, which, after solidification, form a crystal lattice of O.C.K. and G.C.K. In the region of alloys rich in iron, there is a closed region of solid solutions (austenite), to which a heterogeneous region ($\alpha + \gamma$) of solid solutions adjoins. Studies of alloys of the iron-chromium system using X-ray diffraction analysis allowed us to establish that the γ region disappears when 14.7% chromium is introduced into iron [3].

In addition to solid α and γ solutions, ferro-chromium alloys with a chromium and iron content of 47% and temperatures below 950°C have a brittle component phase, which is an intermetallic compound of chromium and iron of the FeCr type, the δ -phase is formed from both α - and γ -solid solutions with slow cooling. With rapid cooling, the δ - phase does not form. Chromium with carbon forms several types of carbides, the melting temperatures of which are different. Carbides of only three types are formed in this system: Cr_{23}C_6 , Cr_7C_3 , Cr_3C_2 having respectively face-centered cubic, trigonal and orthorhombic crystal lattices.

In the most common alloys, there are only two types of chromium carbides: Cr_3C_6 and O_7C_3 . In the presence of iron, part of the chromium in both carbides can be replaced by iron. In carbide Cr_{23}C_6 up to 18-20% of Cr is replaced by iron, in carbide Cr_7C_3 from 30 to 50%. The presence of carbon in steel significantly affects the diffusion of chromium and the structure of the diffusion layer. It is established that carbon inhibits the diffusion of chromium, as a result of the formation of a carbide phase on the surface of steel. It is noted that the formation of carbides is associated with the diffusion of carbon from the core zones of steel towards the diffusing chromium, which is facilitated by the high chemical affinity of chromium to carbon.

The following suggestion can be made about the mechanism of formation of a diffusion layer with a non-equilibrium structure during chromium plating of iron. When the rate of chromium entering the metal surface significantly exceeds the rate of its diffusion into iron, an adsorption layer of 100% chromium is formed on the surface (the depth of the adsorption layer depends on physico-chemical and kinetic factors). Simultaneously with the formation of the adsorption layer at its interface with the base metal, a two-stage diffusion of iron atoms into the adsorption layer and chromium atoms from the layer into the base metal occurs. This leads to the formation of a diffuse layer consisting of a solid solution of chromium-based iron.

Since the diffusion rate of iron is greater than that of chromium, the concentration of iron in the adsorption layer increases, and the concentration of chromium decreases, despite the fact that the continuously occurring decrease in chromium concentration is partially compensated by its diffusion from an external saturation source. On the surface, depending on the saturation mode, an equilibrium chromium concentration of 15.7% is achieved at a process temperature of 1150 ° C for 30 minutes.

Thus, the formation of the diffusion layer occurs in the direction of increasing the concentration of chromium in the solid solution: at the beginning - on the basis of the γ -phase, and after the transformation - on the basis of the α -phase, and in the opposite direction by increasing the concentration of chromium in the diffusion layer. In this regard, the growth of the diffusion layer occurs in two directions: from the metal interface - the adsorption layer towards the condensed layer and in the direction of the core zones of the sample.

The choice of a method for obtaining coatings from corrosion-resistant steel depends on a number of factors: the thickness of the coating and its quality requirements, the properties of the metallized products, and economic efficiency. In this case, the quality of coatings is higher, and the energy consumption for the production of a unit of coating mass is significantly less than with other application methods. In addition, the specific conditions of deposition in vacuum (the need to observe vacuum hygiene) contribute to the solution of such an important national economic task as the protection of the environment from pollution.

From the above material, it can be concluded that the most effective method is vacuum diffusion chrome plating, which allows you to obtain high-quality coatings with high adhesion and reduce the process time to 7 hours, since vacuum facilitates the transfer of the diffusing element to the surface of the product.

This technology provides a uniform chrome coating, the thickness of which after chrome plating at a temperature of 1150 ° C and exposure for 8 hours is 220 microns for steel 10 (Figure. 3).

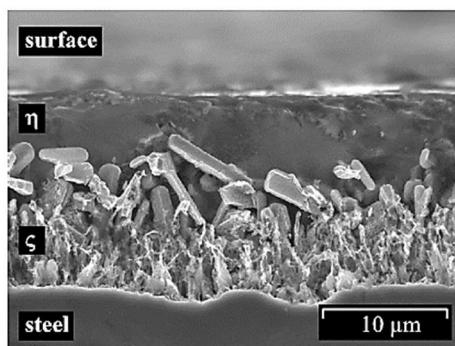


Figure 3. Microstructure of steel 38XH3MA after diffusion metallization

Chrome-plated products can be subjected to distribution and plastic deformation. Chrome-plated steel 38XH3MA for distribution showed that with slow cooling after chrome plating, the pipes withstand distribution up to 5.6%, and with rapid cooling 27.8. Chrome-plated pipes can be subjected to subsequent plastic deformation: irrevocable cold drawing and bending around a mandrel with a radius equal to 2.75 of the outer diameter of the pipe at 180° angles in a heated (up to 800-850 °C) condition.

Conclusions

The article discusses the technology of protecting the outer surface of metal products from corrosion, which solves two problems at once:

1. Industrial - increased heat resistance without loss of manufacturability of the product.
2. Economic – increased corrosion resistance and durability, ensuring harmless operation.

The proposed technology makes it possible to reduce energy costs, since the saturation of the outer surface occurs from one heating in one technological cycle. Due to the heating of the product, a counter diffusion of iron atoms occurs, which provides a stronger bond between the coating and the base metal.

The corrosion resistance and heat resistance of coatings with a thickness of 100 microns of low-carbon steels is not inferior, and sometimes even higher than high-alloy alloys of the type 50PA.

References:

1. Гусейнов А. Г., Кязимова Х. А. Диффузионная металлизация для повышения износостойкости деталей гусеничных движителей// Вестник машиностроения, 2019, № 01.
2. Гусейнов А. Г. Восстановление и упрочнение прецизионных деталей машин и аппаратуры комплексной диффузионной металлизацией// Вестник машиностроения, 2000, № 05.
3. <https://www.researchgate.net/figure/Standard-thermodynamic-FeCr-phase-diagram-5> Green-triangles-are-experimental-values_fig1_264244952

CORELAȚIA DINTRE DURITATEA MATERIALULUI PROBEI ȘI ÎNĂLTIMEA DE RIDICARE A UNEI BILE DUPĂ IMPACTUL CU SUPRAFAȚA PROBEI

**Cristian BIȘOG*, Alexandru-Marian ȚIBULEAC, Mihai FILIP,
Florentin-Gabriel MIRCEA, Adelina HRIȚUC**

*Departamentul Tehnologia Construcțiilor de Mașini, Facultatea Construcții de Mașini și Management Industrial,
Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași, România*

*Autorul corespondent: Cristian Bișog, e-mail: cristian.bisog@student.tuiasi.ro

Rezumat. Problema căderii corpuri și a ceea ce se întâmplă cu acel corp care cade și ia contact cu o suprafață poate prezenta interes în anumite situații. În cazul în care un corp de formă sferică, aşa cum este cazul unei bile dintr-un material metalic sau nemetalic, dar suficient de dur, este lăsat liber în cădere, la contactul cu o suprafață orizontală, are loc transferul unei părți din energia sa cinetică spre corpul implicat în impact, în timp ce o altă parte din energie permite bilei să realizeze o mișcare în direcție opusă celei de la cădere, până la o anumită înăltime. Există mai mulți factori care determină mărimea distanței până la care bila se ridică după impact. Analiza teoretică a unei asemenea situații a condus la concluzia că o creștere a durității suprafeței cu care ia contact bila ar putea fi un factor important în ceea ce privește înăltimea de ridicare a bilei după impact. Pentru verificarea unei asemenea ipoteze, a fost conceput un echipament simplu, care să faciliteze determinarea înăltimii de ridicare a bilei după impact. Experimentări efectuate cu acest dispozitiv au arătat în acest sens că înăltimea de ridicare a unei bile din oțel este mai mare în cazul în care suprafața de impact aparține unei piese din oțel călit, în raport cu situația în care pentru impact se folosește suprafața unei piese dintr-un aliaj de aluminiu, a cărui duritate este inferioară durității oțelului călit.

Cuvinte cheie: cădere, corp de formă sferică, ridicare după impact, duritatea materialului, cercetare experimentală, echipament de testare.

Introducere

Căderea unui corp și rezultatul impactului dintre corpul în cădere și suprafața unui corp solid poate conduce la rezultate diferite, în raport cu aspectele concrete ale corpului ce cade, cu natura și unele proprietăți fizico-mecanice al materialului corpului ce cade și ale celui al corpului de impact, de înăltimea de la care se produce căderea etc. În cadrul prezentei lucrări, s-a acordat atenție căderii unui corp de formă sferică, de tip bilă, și mai concret, studierii înăltimii la care se ridică bila după impactul cu suprafața unui corp solid suficient de dur.

Duritatea reprezintă proprietatea materialului unui corp de a se opune unei posibile deteriorări a stratului său superficial de către un alt corp, disponând de o anumită formă a suprafeței de impact și care acționează asupra primului corp cu presiuni exercitate pe suprafețe de mărimi reduse și care nu va fi afectat de deformații permanente semnificative. În domeniul tehnicii, duritatea poate fi definită ca fiind rezistența opusă de un material acțiunii de pătrundere mecanică, dinspre exterior, a unui corp dintr-un material cu o rezistență mecanică mai ridicată.

Studiul căderii corpuri și mai puțin al rezultatului impactului corpului în cădere cu un alt corp a constituit un obiectiv al unor cercetări inițiate încă în perioada evului mediu. Se cunoaște astfel atenția acordată de Newton căderii corpuri.

Efectul impactului unui corp de tip bilă cu suprafața unui alt corp a fost investigat și de către alții cercetători.

Astfel, Acuña et al. a utilizat căderea unor bile din oțel și efectul de impact pentru a clarifica unele aspecte referitoare la calitatea unor probe din lemn de esență tare [1]. Ei au constatat că există

anumite categorii de lemn ale căror proprietăți de exploatare ar putea fi evaluate plecând de la rezultatele unor teste în condițiile menționate anterior. Pantaleone a investigat căderea și impactul unui lanț de bile cu o suprafață dură și a propus un model al mișcării lanțului [2]. O verificare experimentală a probat valabilitatea modelului propus. O explicare a unor aspecte privind căderea unei bile prin introducerea unui aşa-numit coeficient de substituție a fost realizată de către van Biezen [3].

Cercetarea ale cărei rezultate sunt menționate în prezentul articol a urmărit să investigheze măsura în care unii factori ce caracterizează condițiile de impact ale unei bile cu suprafața unei probe din materiale metalice afectează înălțimea la care se ridică bila după impact.

Considerații teoretice

Se apreciază că un corp ridicat la o anumită înălțime dispune de o anumită energie potențială.

Energia potențială poate fi definită ca fiind energia unui sistem fizic ce depinde numai de poziția sau de configurația diferitelor componente ale sistemului. Energia potențială poate fi convertită într-o altă formă de energie, ceea ce poate implica, de exemplu, o transformare a energiei potențiale în energie cinetică .

Dacă se neglijeează condițiile atmosferice specifice unui anumit experiment, se poate aproxima energia potențială E_p cu ajutorul unei relații de forma:

$$E_p = Gh = mgh \quad [\text{Joule}], \quad (1)$$

în care G este greutatea corpului în cădere, m este masa acelui corp, g - accelerația gravitațională, h - înălțimea poziției din care căderea corpului este inițiată în raport cu un nivelul de referință considerat 0. Prin intermediul unei relații de forma anterioară, putem considera că o bilă cu un diametru $D= 10$ mm și o masă $m= 10$ g = 0,01 kg, dacă este lăsată liberă la o înălțime de $h= 634$ mm= 0,634 m va dispune de o energie potențială $E_{p1} = mgh = 0,01 \cdot 9,80 \cdot 0,634 = 0,0621$ J.

Dacă se cunoaște viteza de cădere, respectiv viteza de ridicare a bilei, se poate analiza fenomenul, aflându-se astfel prin calcul înălțimea de ridicare a bilei. Dacă presupunem că bila cade de la o înălțime h și lovește suprafața unui corp dintr-un material suficient de dur, o parte din energia cinetică a bilei contribuie mai întâi la o pătrundere elastică a bilei pe o anumită adâncime în materialul corpului impactat. Într-o secvență ulterioară, stratul de material din zona de impact va restituire bilei o parte din energia primită, prin revenire elastică, dar determinând o respingere a bilei în sens opus celui inițial și chiar o ridicare a bilei la o anumită înălțime h .

Din studiul materialelor metalice, vom constata că există asemenea materiale caracterizate printr-o anumită plasticitate și în cazul cărora o parte importantă din energia bilei va contribui la apariția unei deformări plastice permanente, ceea ce înseamnă că o cantitate mai redusă din energia de impact va fi restituită bilei, aceasta ridicându-se la o înălțime mai mică decât cea din cazul unui material mai elastic al corpului impactat.

În construcția de mașini, elasticitatea este adeseori pusă în relație cu acea caracteristică numită *duritate* și a cărei definiție a fost menționată anterior. Întrucât materialele metalice dispun de elasticități diferite și deci de durități distințe, este de așteptat ca înălțimea de ridicare a unei bile după impactul cu suprafața unei probe din material metalic să înregistreze o variație între anumite limite, determinate, pe de o parte, de masa bilei, de înălțimea de la care aceasta cade, dar și duritatea materialului corpului cu care bila ia contact.

Cercetare experimentală

În scopul de a verifica măsura în care ipotezele menționate anterior sunt valabile, a fost mai întâi conceput și realizat un echipament relativ simplu, care să permită eliberarea unei bile din oțel la o anumită înălțime și lovirea de către bilă a suprafeței unor probe realizate de asemenea din material metalic, dar dispunând de diferite durități.

Așa cum se poate observa din Fig. 1, se constată că echipamentul dispune de o coloană verticală realizată din țeavă din oțel cu secțiune patrată. În partea superioară, țeava este prevăzută cu

un subsistem de fixare (de tip clește) și respectiv de eliberare a unei bile din oțel. În partea inferioară a coloanei se află trei elemente de sprijin. La coloană a fost asamblată o riglă din material plastic, astfel poziționată încât să fie posibilă evaluarea înălțimii de ridicare a bilei după impactul acesteia cu suprafața unei probe din material metalic.

Încercările experimentale au fost efectuate conform informațiilor înscrise în Tab. 1.

Se poate observa că s-a plecat de la premisa folosirii unui experiment factorial cu 3 variabile independente la două niveluri de variație.

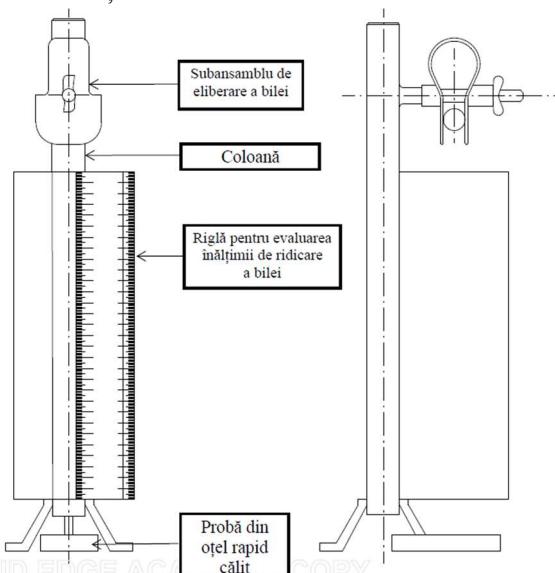


Figura 1. Echipament pentru determinarea înălțimii de ridicare a bilei după impactul acesteia cu suprafața unei probe din material metalic

Tabelul 1

Condiții de realizare a încercărilor experimentale și rezultate obținute

Factori de intrare (variabile independente)								
Nr. exp.	Factori de intrare				Parametru de ieșire			
	Materialul probei	Diametrul bilei, D , (mm)	Înălțimea de la care cade bila, h_c , (mm)	Duritatea materialului probei (HB)	Înălțimea de ridicare h , mm			
1	Aliaj de aluminiu cu siliciu	15	634	100	96	100	98	98
		10			113	114	111	113
3	Oțel rapid	15		739	305	307	308	307
		10			336	343	340	340
5	Aliaj de aluminiu cu siliciu	15	706	100	167	170	168	168
		10			177	172	177	175
7	Oțel rapid	15		739	315	300	310	308
		10			378	370	375	374

Încercările au fost efectuate pe două probe din două materiale și anume din oțel rapid Rp3 (HS18-1-1; acest oțel are o duritate de 65 HRC - aproximativ 739 HB) și respectiv dintr-un aliaj de aluminiu cu siliciu, având o duritate de 100 HB. Cele două materiale au fost selecționate astfel încât să dispună de proprietăți distințe de plasticitate și respectiv de duritate.

Au fost folosite două bile din oțel de rulment, cu diametre D de 10 mm și respectiv 15 mm.

Înălțimile h_c de la care au fost eliberate bilele au fost de 634 mm și 706 mm. Pentru fiecare dintre cele trei combinații ale valorilor factorilor de intrare au fost efectuate câte trei încercări experimentale, ale căror rezultate au fost înscrise în Tab. 1. În ultima coloană din acest tabel a fost menționată valoarea medie a înălțimii h de ridicare a bilei după impactul cu materialul probei din aliaj de aluminiu sau din oțel rapid.

S-a recurs la o prelucrare a rezultatelor experimentale prin folosirea unui program specializat de calculator bazat pe aplicarea metodei celor mai mici pătrate [4]. Acest program permite selectarea celei mai adevărate funcții matematice empirice dintre cinci asemenea funcții (polinom de gradul întâi, polinom de gradul al doilea, funcție de tip putere, funcție logaritmică, funcție parabolică).

S-a recurs la o prelucrare a rezultatelor experimentale prin folosirea unui program specializat de calculator bazat pe aplicarea metodei celor mai mici pătrate [4]. Acest program permite selectarea celei mai adevărate funcții matematice empirice dintre cinci asemenea funcții (polinom de gradul întâi, polinom de gradul al doilea, funcție de tip putere, funcție logaritmică, funcție parabolică).

Selectarea funcției pentru un anumit set de rezultate experimentale se efectuează prin folosirea valorii criteriului lui Gauss, acesta fiind o sumă a pătratelor diferențelor dintre valorile ordonatelor determinate prin măsurători și respectiv ale ordonatelor determinate cu ajutorul funcției matematice empirice luate în considerare. Cu cât valoarea criteriului lui Gauss este mai ridicată, cu atât modelul matematic propus este mai adevărat în raport cu setul de rezultate experimentale folosit.

Prin utilizarea programului specializat de calculator, s-a ajuns la următoarea relație matematică:

$$h = -204.699 - 6.050D + 0.579h_c + 0.303HB \quad (2)$$

Plecând de la modelul matematic constituit de relația 1, a fost elaborată diagrama din Fig. 2. Analiza modelului matematic (2) și a reprezentării grafice din Fig. 2 evidențiază faptul că la creșterea diametrului D al bilei, înălțimea h de ridicare a acesteia după impactul cu proba se micșorează, fapt ce poate fi justificat prin masa mai mare a bilei, atunci când diametrul bilei crește. Micșorarea valorii înălțimii h la creșterea diametrului bilei este pusă în evidență de valoarea negativă a coeficientului atașat mărimii D în relația matematică (2).

Conform respectivului model matematic, la mărirea înălțimii h_c de la care este eliberată bila, va avea loc o mărire a înălțimii h de ridicare a bilei după impact, fapt relevat de valoarea pozitivă a coeficientului atașat factorului h_c în relația matematică (2). O explicație a acestui rezultat se poate baza pe mărirea energiei potențiale a bilei atunci când ea este eliberată de la o înălțime mai mare. În același timp, se constată că o mărire a durății HB a materialului probei va conduce de asemenea la o creștere a înălțimii h de ridicare a bilei după impact, întrucât coeficientul atașat factorului HB în relația (2) are valoare pozitivă. Acest lucru poate fi justificat prin elasticitatea mai mare a materialului dur (a oțelului rapid), ceea ce face ca o parte mai mare din energia cinetică să se regăsească în ridicarea bilei după impactul cu proba.

Concluzii

Cercetarea întreprinsă a urmărit evidențierea corelației care există între înălțimea de ridicare a unei bile după impactul cu materialul unei probe și respectiv duritatea materialului probei. A fost conceput și realizat un echipament experimental relativ simplu. Încercările experimentale au fost efectuate pe probe cu durăță diferite dintr-un aliaj de aluminiu și respectiv din oțel rapid. S-a verificat ipoteza conform căreia la creșterea durății materialului probei, are loc o mărire a înălțimii de ridicare a bilei după impact. În viitor, se intenționează o îmbunătățire a soluției constructive a echipamentului și extinderea încercărilor experimentale pe probe din alte materiale.

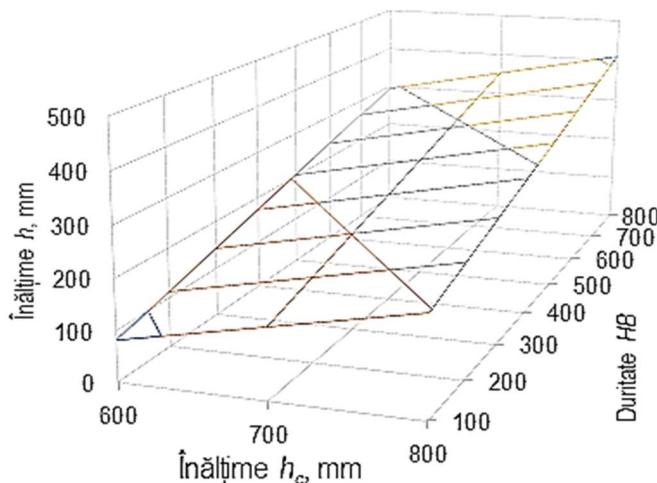


Figura 2. Influența exercitată de către înălțimea de cădere h_c a bilei și de către duritatea HB materialului probei asupra înălțimii h de ridicare a bilei după impact

Mulțumiri. Autorii multumesc pentru recomandările și sugestiile primite trei conf. univ. dr. ing. Margareta Coteață și dlui prof. univ. dr. ing. Laurențiu Slătineanu.

Referințe

1. ACUÑA, L., SEPLIARSKY, F., SPAVENTO, E., MARTÍNEZ, R.D., BALMORI, J.A. Modelling of impact falling ball test response on solid and engineered wood flooring of two eucalyptus species. *Forests*, 2020, 11, 933.
2. PANTALEONE, J. *Understanding how a falling ball chain can be speeded up by impact onto a surface* [online]. [accesat: 24.02.2022]. Disponibil: <https://researchchain.net/archives/pdf/Understanding-How-A-Falling-Ball-Chain-Can-Be-Speeded-Up-By-Impact-Onto-A-Surface-3606880>.
3. VAN BIEZEN, M. *Physics 9.6 momentum and coefficient of restitution* [online]. 2016. [accesat: 15.02.2022]. Disponibil: https://www.youtube.com/watch?v=jQPWdpq8DcM&list=PLX2gXftPVXUbw6NwHGlhSelH_kSr2K&ab_channel=MichelvanBiezen.
4. CREȚU, G. *Bazele cercetării experimentale. Îndrumar de laborator*. Iași: Universitatea Tehnică, 1992.

PROIECTAREA ȘI OPTIMIZAREA TEHNOLOGIILOR DE FABRICARE

Mihai BÎCIOC

*Facultatea Inginerie Mecanică Industrială și transporturi,
Departamentul Ingineria Fabricației, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Moldova*

Autorul corespondent: Mihai Bîcioc, e-mail: mihail.bicioc@tcm.utm.md

Rezumat. This paper presents applications and relevant methods of intelligent computing developed to address of manufacturing systems. The relevant intelligent computing methods are described. Some artificial intelligence tools are used for the planning of manufacturing operations.

Cuvinte cheie: sisteme de fabricație inteligente, sisteme expert, rețele neuronale, logici fuzzy

Introducere

Tendințele de aplicare a tehniciilor inteligenței artificiale în domeniul prelucrărilor mecanice se concentrează pe identificarea aplicațiilor în diferite sectoare ale sistemelor de prelucrare și pe definirea unor noi și viitoare domenii de cercetare, în aplicațiile inteligenței artificiale pentru ingineria prelucrării.

Conceptul de Sisteme de fabricație inteligente (Intelligent Manufacturing Systems-IMS) este de origine japoneză, și corespunde unui program de cercetare și dezvoltare demarat în cursul anilor '80 pentru a cerceta sistemul industrial, de a întări industria și a rezolva problemele cu care aceasta se confruntă. Programul a fost pus în aplicare în 1995, include 21 de țări, având 6 centre regionale: SUA, Canada, Australia, Japonia, Uniunea Europeană și Elveția. Apreciem că există astfel de preocupări și în România la București, Timișoara și Iași. În funcție de experiența acumulată de întreprinderi și centre de cercetare, IMS pot fi definite ca:

- sistematizarea cunoștințelor industriale;
- organizarea normelor, în scopul de a arăta elementele comune care există între cunoștințe;
- întreprinderea, bazată pe cercetări asupra sistemelor de fabricație inteligente, în care mașinile și oamenii sunt capabili să judece și să acționeze.
- dezvoltarea generației tehnologiilor și normelor, pe baza experienței, organizându-le și sistematizându-le.

Astfel, concepțele legate de IMS determină preocupări legate de ciclul de viață total al produsului, sisteme de producție pentru viitor (întreprinderea fractală, fabricația bionică), sisteme de comunicare inteligente, pentru procesarea informației în procesul de producție, îmbunătățirea rețelelor și tehniciilor de comunicare, Protecția mediului, consumul minim de energie și materiale, reciclarea și reutilizarea resurselor, metode de analiză economică.

1. Metodele inteligenței artificiale aplicate în prelucrare

Numeroase metode de calcul intelligent sunt aplicate cu succes pentru domeniul prelucrărilor mecanice. Între aceste metode amintim: teoria automatelor, sisteme de prelucrare biologice, metodele aparținând teoriei haosului, sistemele expert, elemente de logica fuzzy, algoritmii genetici, elemente de teoria grafurilor, sisteme de prelucrare *Holonic*, sisteme de baze de cunoștințe, sisteme multi agent, rețelele neurale. Metodele inteligenței artificiale pot fi grupate în:

- a. Sisteme de Baze de Cunoștințe și Sisteme Expert ,
- b. Rețele Neurale,
- c. Sisteme Fuzzy,
- d. Sisteme Multi Agent,
- e. Algoritmi Genetici ,

Această lucrare prezintă unele instrumente ale inteligenței artificiale, aplicate la rezolvarea problemelor de ingineria prelucrării, în proiectare, planificare, producție, modelarea procesului.

1.1. Baze de cunoștințe și sisteme expert

Sistemele de baze de cunoștințe încorporează cunoștințe despre domeniul prelucrărilor.

Primul sistem de baze de cunoștințe apare în anii '70 și, pentru că aceste sisteme conțin domeniul specific de cunoștințe solicitat experților umani, ele se numesc sisteme expert. Termenii de sistem de baze de cunoștințe și sistem expert sunt utilizati în mod sinonim.

Un sistem de baze de cunoștințe sau un sistem expert cuprinde, de obicei, trei elemente principale: baza de cunoștințe, un mecanism de inferență și, interfața utilizatorului.

Baza de cunoștințe conține domeniul de cunoștințe care poate fi exprimat prin anumite combinații de reguli IF-THEN, declarații, obiecte, proceduri și cazuri. **Mecanismul de inferență** permite manipularea cunoștințelor stocate pentru rezolvarea problemelor. Metodele de manipulare a cunoștințelor includ utilizarea succesiunilor și restricțiilor, și aplicarea regulilor de inferență în conformitate cu procedurile de control.

Printre metodele inteligenței artificiale, sistemele de baze de cunoștințe și sistemele expert sunt cele mai frecvent utilizate, fiind disponibile multiple metode de dezvoltare (sheluri) care să faciliteze construcția lor.

În ingineria prelucrării, aplicațiile includ selecția de materiale, selecția organelor de mașini, alegerea sculelor, alegerea echipamentelor și proceselor, diagnosticarea erorilor, controlul și planificarea producției.

1.2. Rețele neurale

O rețea neurală (NN) este un model de calcul al creierului uman care asigură calculul distribuit după multe elemente simple ale procesului de interconectare, numite neuroni, sau noduri, care operează în paralel. Rețelele neurale se aplică în ingineria prelucrării pentru modelare, predicție, control, clasificarea și recunoașterea modelelor, la asociații de date, la procesarea semnalului și optimizarea proceselor și metodelor de prelucrare.

1.3. Sisteme fuzzy

Un set fuzzy definește corespondența dintre elemente din spațiul de intrare (uneori referindu-se la universul de discurs) și poate avea valori cuprinse în intervalul [0,1]. Funcțiile de apartenență cele mai utilizate sunt de forme triunghiulare, dreptunghiulare, trapezoidale, gaussiene, sinusoidale etc.

Procesarea în sistemele logice fuzzy este bazată pe o colecție de reguli IF-THEN. Seturile de reguli fuzzy au uneori antecedente care sunt combinate prin utilizarea operatorilor fuzzy. Ieșirea fiecarei reguli este un set fuzzy dar, în general, ieșirea pentru o colecție totală de reguli va fi un singur număr. Astfel, prima ieșire a setului fuzzy pentru fiecare regulă trebuie să fie compactată în interiorul unui singur set fuzzy.

Procesul actual, al corespondenței dintre intrarea dată și o ieșire, utilizează o logică fuzzy numită inferență fuzzy. Un sistem de inferență fuzzy global este compus din cinci pași după cum este prezentat în fig. 1.

Performanțe ridicate pot fi obținute prin combinarea rețelelor neurale și a logicilor fuzzy. Un astfel de sistem hibrid, unde arhitectura rămâne fuzzy, dar utilizând tehnici de neurale.

Întrucât inteligența reprezintă capacitatea unui sistem de a interacționa cu mediul lui exterior, pe baza unui scop clar, printr-un proces de învățare din această interacțiune. Sistemele *Multi-Agent* reprezintă o perspectivă a realizării proiectării unui sistem intelligent ca o societate de agenți inteligenți, capabili să se ocupe cu probleme de distribuție. Ideea utilizată este că o centralizare a controlului ierarhic va putea fi înlocuită printr-un grup de agenți slab conectați, care sunt capabili să comunice fiecare cu alții, judecând mesajele primite și cunoștințele colectivelor, luând decizii în funcție de experiența acumulată. Uneori, sistemele de producție performante nu sunt planificate global dar, cu toate acestea, se dezvoltă printr-o interacțiune dinamică a agenților.

1.4. Sisteme Multi-Agent și Holonic

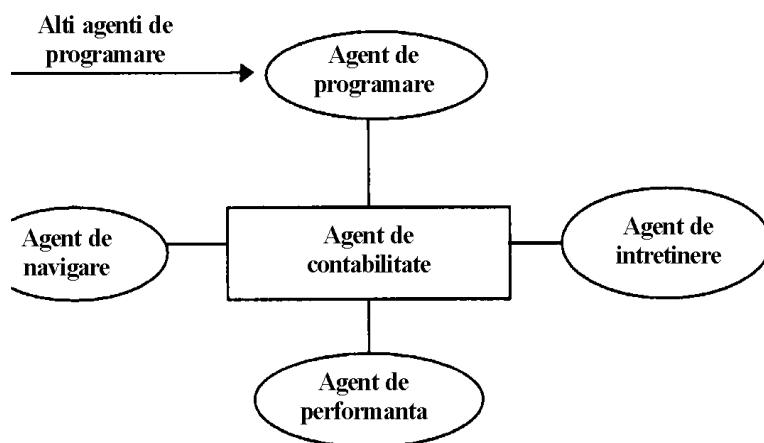


Fig. 1. Schema structurală a unei societăți cu agenți

O schemă a sistemului de prelucrare este o societate a agenților inteligenți negociajind cum să realizeze cel mai bine scopul urmărit (fig.1).

Concluzii

Motivațiile utilizării metodelor inteligente de calcul, în sistemele de prelucrare asigură procesul de îmbunătățire a deciziei de fabricație, îmbunătățirea selecției caracteristicilor sistemului de prelucrare, creșterea performanțelor, flexibilității, eficienței și productivității sistemelor de prelucrare. Domeniul prelucrării produselor necesită aplicarea instrumentelor de calcul intelligent, atât pentru sisteme automate de prelucrare cât și pentru sisteme convenționale.

Pentru domeniul fabricării produselor sunt necesare eforturi ce asigură îmbunătățirea bazelor de cunoștințe disponibile, și a performanțelor instrumentelor inteligenței artificiale și metodologiilor de dezvoltare și aplicare; reducerea timpului de calcul;

Se apreciază că în viitor sistemele de calcul intelligent vor fi mult mai utilizate proiectarea și fabricația produselor.

Referințe

1. Colding, B., Prediction, Optimization and Functional Requirement of Knowledge Based Systems, in Annals of the CIRP, vol. 49/1/2000, pag. 351
2. Dini, G., Failli, F., Lazzerini, B., Marcelloni, F., Generation of Optimized Assembly Sequences Using Genetic Algorithms, vol. 48/1/1999, pag. 17.
3. Krause, F. L., Carl, A., Optimal Combined Usage of Formulas, Fuzzy-Logic and Neural Network for Calculation in Product Development, in Annals of the CIRP, vol. 49/1/2000, pag. 79.
4. Stingaci I. Grinding of the gears with high depth processing. MATEC Web of Conferences 112:01019, <https://doi.org/10.1051/matecconf/201711201019>. 2017
5. Casian M. The processing accuracy of the gear. MATEC Web of Conferences 112:01019, <https://doi.org/10.1051/matecconf/201711201026>. 2017
6. Glușco C. Mazuru S. and Vaculenco M. Antologia invențiilor Vol 2 Transmisii planetare precesionale (Chișinău Bons Offices) 2011.
7. Mazuru S. , Vaculenco M *Issues technology manufacturing precessional gears with nonstandard profile generating* IX international congress “Machines Technologies Materials 2012” Varna Bulgaria Vol I.
8. Vlase A. Scaticailov S. *Tehnologii de prelucrare pe mașini de danturat*, Chișinău Tehnica-UTM. 2014.
9. Mazuru S and Scaticailov S. *Tehnologii și procedee de danturare a roților dințate* Univ. Tehn. A Moldovei Chișinău Tehnica-UTM, 2018.

10. Mazuru S. , Cernov A. 2004 *Aprecierea calității organelor de mașini la etapa de pregătire tehnologică a producției*. Buletinul institutului politehnic Iași tomul LIV Fascicula Vc. Iași 749–752.
11. Mazuru S. , Scaticailov S. *L'efficacité de la rectification de la force et de la vitesse*. Buletinul institutului politehnic Iași, tomul XLVIII, Supliment I Iași 237 – 240. 2002.
12. Laurențiu S Coteață M Pop N and Coelho A. *Impact phenomena at the abrasive jet machining*. Nonconventional technologies Review No 1 96-99, 2009.
13. Mazuru S. Mechanism of training component kinematics error gears in operation technology hardening chemical – heat (Buletinul Institutului Politehnic din Iași, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași Tomul LVI (LX) Fasc 2a) 2010.
14. Bostan I. Mazuru S. and Botnari V. Cinetic process of teeth grinding (The 15 th International Conference Modern Tehnologies, Quality and Innovation ModTech Vadul lui Voda Moldova România. 2011. Slănic Moldova Romania 2010.
16. Slatineanu L Dodun O & Coteata M 2008 *Theoretical Model of the Surface Roughness at the End Milling with Circular Tips* Annals of DAAAM for 2008 &Proceedings of the 19th International DAAAM Symposium Editor B. Katalinic Vienna Austria 1273-1274.
17. Mazuru S. and Scaticailov S. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1018 012010, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1018/1/012010>, 2021.
18. Mazuru S., Trifan.N. and Mazuru A. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1018 012011, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1018/1/012011>, 2021.
19. Mazuru S. Technological processes generating non-standard profiles of precessional gear. Thesis for doctor of technical sciences, <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19477.76005>, 2019.

22. Casian M. Mazuru S. 2014 A study concerning the workpiece profile after grinding process of precessional gear wheels Advanced Materials Research Vol 1036, 2014, pp. 292-297.
23. Stanislav DUER, Radoslav DUER, Sergiu MAZURU. "Determination of the expert knowledge base on the basis of a functional and diagnostic analysis of a technical object" . Neconventional Tehnologies revive volume XX no.2/2016.
24. Bostan Ion, Mazuru Sergiu & Casian Maxim. Axial adjustment method for precessional transmissions, TEHNOMUS jurnal. Nr. 17.2017.

CERCETĂRI PRIVIND SOLICITĂRILE ȘI TENSIUNILE DIN ARBORII TRANSMISIILOR CARDANICE

Mihai BÎCIOC

*Facultatea Inginerie Mecanică Industrială și transporturi,
Departamentul Ingineria Fabricației, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Moldova*

Autorul corespondent: Mihai Bîcioc, e-mail: mihail.bicioc@tcm.utm.md

Rezumat. The paper presents the possibilities for typifying of cardanic transmissions, including also the application area of typifying of the cardanic transmission. A study regarding stress in the shaft of the typified cardanic transmissions is realised with the help of the computer aided design software CATIA, emphasising the areas in which the maximal stresses occur.

Cuvinte cheie: arbore cardanic, solicitare maximă, tipizare, tensiuni maxime.

1. Posibilitatea tipizării transmisiilor cardanice

Transmisiile cardanice ale autovehicolelor și diferitelor utilaje industriale fac parte din lanțul cinematic de transmitere a mișcării de rotație de la un motor la roțile motoare sau subansamble în mișcare.

Prin transmisie cardanică se înțelege un ansamblu de organe de mașini (articulații, arbori, lagăre intermediare, etc.), care servește la transmiterea la distanță a energiei mecanice prin mișcare de rotație, fără amplificarea momentului de torsiune între agregate având poziție variabilă sau invariabilă în spațiu. Prin proiectarea judicioasă a acestor organe de mașini și a tehnologiei de execuție, se asigură o creștere a fiabilității în exploatare și un consum redus de metal.

Ele pot fi utilizate la: autovehicule de diferite tipuri; tractoare și mașini agricole; mașini de ridicat și transportat; utilaje de construcții și drumuri; utilaje industriale (pompe centrifuge, generatoare, ventilatoare, mașini tipografice, etc.).

Aria de aplicare a tipizării transmisiilor cardanice cuprinde printre altele:

- elemente constructive: furci de capăt, furci interioare;
- articulații cardanice simple și duble;
- arbori cardanici;
- piese (elemente de legătură).

Elementele definitorii ale unei transmisii cardanice se referă la:

- tipul transmisiei cardanice: cu două articulații simple; cu două articulații superangulare; cu o articulație simplă și una superangulară; cu o articulație simplă și una dublă; tun de transmisii cardanice.
- cu element limitator de cuplu sau fără;
- în funcție de mărimea transmisiei, pentru fiecare transmisie cardanică se disting trei mărimi caracteristice privind capacitatea sa de transmisie în funcționare. O transmisie cardanică poate fi solicitată astfel:
 - solicitare continuă, la care variațiile cuplului sunt mici comparativ cu cuplul mediu transmis;
 - solicitare alternantă, la care variațiile cuplului sunt mari în raport cu cuplul mediu și prezintă schimbări de sens;
 - solicitare pulsatorie, la care variațiile cuplului fac să apară vârfuri de suprasarcină foarte mari în raport cu cuplul mediu transmis;
- lungimea nominală a arborelui cardanic este definită ca lungimea între axele crucilor cardanice ale arborelui.

Prin tipizarea construcției arborilor cardanici urmărește:

- asigurarea unor tipodimensiuni judicioase alese pentru întreaga gamă de mărimi impuse de construcția actuală și direcțiile viitoare de asimilare a mașinilor agricole;
- reducerea la maxim a tipodimensiunilor reperelor ce intră în structura arborilor cardanici;
- impunerea unor lungimi nominale în concordanță cu normele internaționale.

Se prevăd: articulațiile cardanice rămân de tip elastic; furcile matrițate rămân din oțel aliat ca și la construcțiile actuale; crucile matrițate din oțel de cementare; rulmenți cu ace din fabricație uzuală internă.

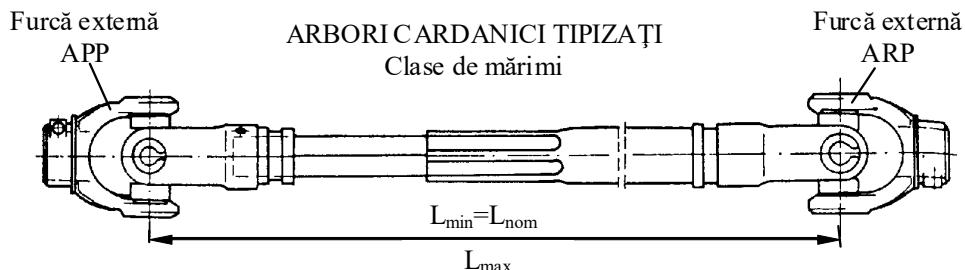


Fig. 1. Varianta constructivă a transmisiei cardanice

Varianta constructivă pentru unificarea tipului constructiv este cea din fig. 1.

Varianta de lucru: fig. 2, în care țeava de ghidare realizată din țeavă rotundă cu porțiune de ghidare de secțiune pătrată la un capăt, obținută prin deformare plastică.

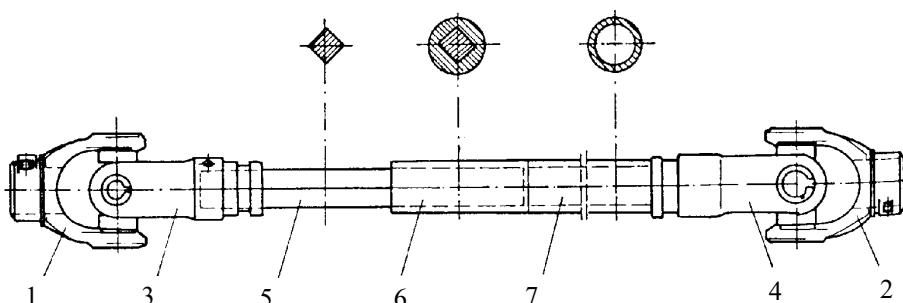


Fig. 2. ARBORE CARDANIC TIPIZAT (variantă constructivă)

1. Furcă de capăt APP; 2. Furcă de capăt ARP; 3. Furcă internă (corespunzătoare tijă); 4. Furcă internă (corespunzătoare manșon); 5. Tijă de secțiune pătrată; 6. Manșon de ghidare; 7. Țeavă.

Varianta din fig. 3, cu tija de profil plin, de secțiune pătrată și bucășă de ghidare cu gaură pătrată sudată cu țeavă rotundă, și asemănător varianta cu tija canelată și bucășa canelată sudată cu țeavă rotundă.

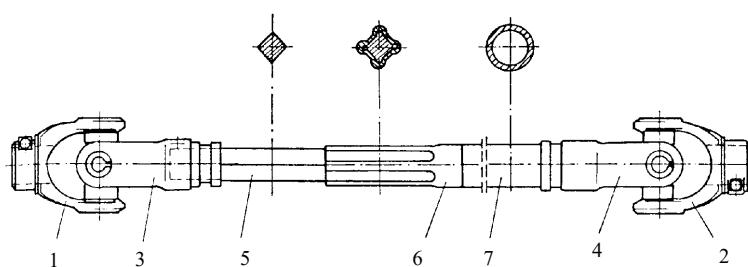


Fig. 3. ARBORE CARDANIC TIPIZAT (variantă constructivă)

1. Furcă de capăt APP; 2. Furcă de capăt ARP; 3. Furcă internă (corespunzătoare tijă); 4. Furcă internă (corespunzătoare manșon); 5. Tijă de secțiune pătrată; 6. Manșon de ghidare din țeavă profilată; 7. Țeavă.

Furcile interne vor fi unificate având sistemul de unghi corespunzător mărimii respective, iar porțiunea butucului pregătit pentru fixare prin sudare pe țeavă, în timp ce a doua furcă va avea în butuc un orificiu corespunzător tijei (canelat sau pătrat, în funcție de variantă). Fixarea tijei în butucul furcii se va face cu șift elastic.

2. Studiul tensiunilor în arborele transmisiilor cardanice

Pentru a se observa zonele în care tensiunile au valori maxime s-a realizat un arbore parțial (furcă cu gât) din transmisia cardanică, fig. 4.

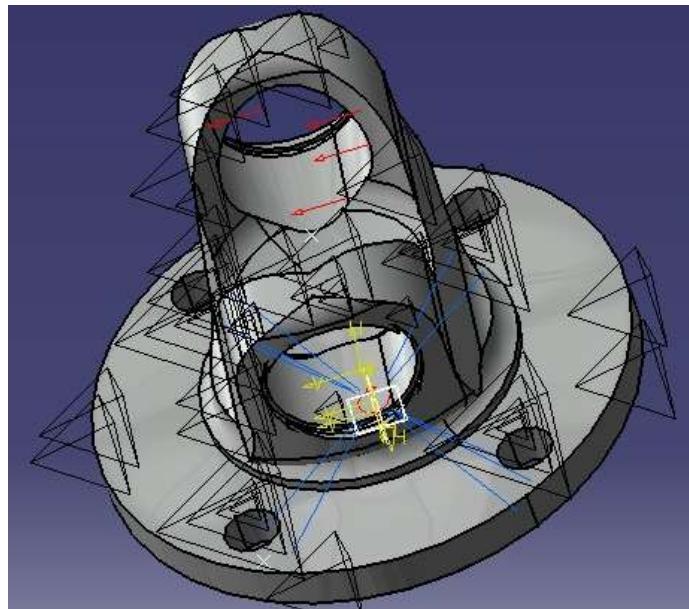


Fig. 4. Furcă cu gât

Cu ajutorul programului de proiectare asistată și analiză a tensiunilor CATIA, care a fost supus unor solicitări apropiate celor reale ca și formă, rezultând zonele de tensiuni maxime (fig. 5) care trebuie studiate cu ajutorul metodelor elementelor finite.

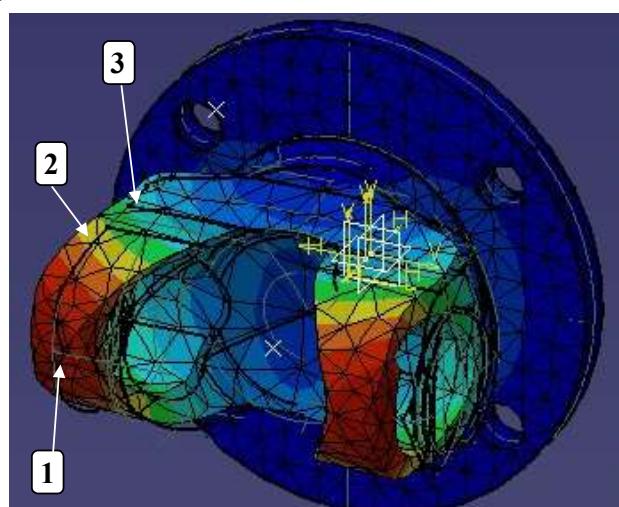


Fig. 5. Tensiunile maxime în componenta transmisiei cardanice "Furcă cu gât"

În figura 5 se observă zonele în care tensiunile sunt maxime (punctul 1) și zonele minime (punctul 3). În zonele de tensiuni maxime sunt necesare calcule de rezistență pentru a determina secțiunea minimă a zonei respective.

Bibliografie

1. Dușe, D.M., Bologa O. Tehnologii de prelucrare tipizate. Editura Universității, Sibiu, 1995.
2. Dărzu Vasilie, Avrigean Eugen. Solicitarile și tensiunile din arborii transmisiilor cardanice tipizate. TMCR2002 Chisinau 2002. 652-671.
3. Aurich JC Brinksmeier E Blum H and Brecher C 2009 Modelling and simulation of process: machine interaction in grinding Production Engineering 3 (1) 111-120.
4. Stingaci I. Grinding of the gears with high depth processing. MATEC Web of Conferences 112:01019, <https://doi.org/10.1051/matecconf/201711201019>. 2017
5. Casian M. The processing accuracy of the gear. MATEC Web of Conferences 112:01019, <https://doi.org/10.1051/matecconf/201711201026>. 2017
6. Bostan I. Dulgheru V. Glușco C. Mazuru S. and Vaculenco M. Antologia inventiilor Vol 2 Transmisii planetare precesionale (Chișinău Bons Offices) 2011.
7. Mazuru S. , Vaculenco M *Issues technology manufacturing precessional gears with nonstandard profile generating* IX international congress “Machines Technologies Materials 2012” Varna Bulgaria Vol I.
8. Vlase A. Scaticailov S. *Tehnologii de prelucrare pe mașini de danturat*, Chișinău Tehnica-UTM. 2014.
9. Mazuru S and Scaticailov S. *Tehnologii și procedee de danturare a roțiilor dințate* Univ. Tehn A Moldovei Chișinău Tehnica-UTM, 2018.
10. Mazuru S. , Cernov A. 2004 *Aprecierea calității organelor de mașini la etapa de pregătire tehnologică a producției*. Buletinul institutului politehnic Iași tomul LIV Fascicula Vc. Iași 749–752.
11. Mazuru S. , Scaticailov S. *L'efficacité de la rectification de la force et de la vitesse*. Buletinul institutului politehnic Iași, tomul XLVIII, Supliment I Iași 237 – 240. 2002.
12. Laurențiu S Coteață M Pop N and Coelho A. *Impact phenomena at the abrasive jet machining*. Nonconventional technologies Review No 1 96-99, 2009.
13. Mazuru S. Mechanism of training component kinematics error gears in operation technology hardening chemical – heat (Buletinul Institutului Politehnic din Iași, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași Tomul LVI (LX) Fasc 2a) 2010.
14. Bostan I. Mazuru S. and Botnari V. Cinetic process of teeth grinding (The 15 th International Conference Modern Tehnologies, Quality and Innovation ModTech Vadul lui Voda Moldova România. 2011.
15. Mazuru S. System reliability and optimization processing parametrs for its accuracy of elements, First part. The 14 the International Conference Modern Technologies, Quality and Innovation Slănic Moldova Romania 2010.
16. Slatineanu L Dodun O & Coteata M 2008 *Theoretical Model of the Surface Roughness at the End Milling with Circular Tips* Annals of DAAAM for 2008 &Proceedings of the 19th International DAAAM Symposium Editor B. Katalinic Vienna Austria 1273-1274.
17. Mazuru S. and Scaticailov S. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1018 012010, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1018/1/012010>, 2021.
18. Mazuru S., Trifan.N. and Mazuru A. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1018 012011, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1018/1/012011>, 2021.
19. Mazuru S. Technological processes generating non-standard profiles of precessional gear. Thesis for doctor of technical sciences, <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19477.76005>, 2019.
20. Botnari V., Mazuru S. Influence of Processing Parameters on the Quality of the Superficial Layer after Processing Surfaces with Plastic Deformation Processes. Applied Mechanics and Materials Vol 657, 2014, pp. 147-153.
21. Casian M. Mazuru S. Theoretical and experimental aspects concerning elastic behavior in the grinding technological system, Advanced Materials Research Vol 1036 pp 286-291

CERCETAREA PROCESULUI DE USCARE A ROȘIILOR PRIN CONVECȚIE FORȚATĂ LA INSTALAȚIA DE TIP TUNEL

Maria BOTĂ, Cristi GRINIUC, Diador DOGOTARI, Inga URSACHE, Vitali VIŞANU*

Departamentul Inginerie Mecanică, gr. IM – 191, Facultatea Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Vitali Vișanu, e-mail: vitali.visanu@pmai.utm.md

Rezumat: Articolul dat prezintă cercetarea procesului de uscare prin convecție forțată a roșiilor recoltate în condițiile din Republicii Moldova, să elaborat cinetica de uscare a roșiilor tăiate în rondele cu grosimea de 4mm la diferite temperaturi ale aerului precum 50, 55, 60, 70 și 80°C și viteza de 2 m/s, să analizat aspectul exterior al probelor obținute pentru a determina parametrii optimi de uscare, atât cantitativi cât și calitativi.

Cuvinte cheie: deshidratare, stand experimental, umiditate, temperatură, durata de uscare.

Introducere.

Republica Moldova fiind o țară agrară este bogată și recunoscută prin cantitățile enorme de fructe și legume pe care le posedă. O mare parte din aceste materii prime sunt supuse consumului curent în stare proaspătă de către populația locală, o altă parte se procesează la întreprinderile din industria alimentară pentru fabricarea sucurilor și conservelor, și o parte este orientată spre export, cu toate acestea cantități mari de fructe și legume nu reușesc să fie procesate și sunt lăsate pe câmpuri sau prin depozite ce duce la alterarea produsului. Din categoria fructelor și legumelor cele mai răspândite produse sunt: prunele; merele; caise, piersică; cireșele; vișinele; cartofii; ceapa; morcovii; roșiile; castraveti; vinețele; ardeiul și altele.

Problema care apare este păstrarea produselor agroalimentare, una din aceste căi și cea mai cunoscută este păstrarea prin uscare. Uscarea ca proces este cunoscută din timpuri străvechi, la moment a evaluat în vederea obținerii unui produs calitativ și cu un consum redus de energie.

Roșiile ca obiect de cercetare. **Roșia** (pătlăgica roșie sau mai rar tomata), numită științific Solanum lycopersicum, este o plantă din familia Solanaceae. Este cultivată la aproape toate latitudinile, ocupând o suprafață de aproximativ 3 milioane de hectare, adică o treime din terenul consacrat legumelor. Roșia are un pH acid de 5,5. Din punct de vedere botanic roșia este un fruct. Roșiile sunt o sursă bogată de vitamine și antioxidenți: valori nutritive pentru 100 g: energie 74 kJ (18 kcal); carbohidrați 3.9 g; zahăr 2.6 g; fibre alimentare 1.2 g; grăsimi 0.2 g; proteine 0.9 g; vitamina A echiv. 42 µg; vitamina B6 0.08 mg (6%); vitamina C 14 mg (17%); vitamina E 0.54 mg (4%); vitamina K 7.9 µg (8%); magneziu 11 mg (3%); mangan 0.114 mg (5%), fosfor 24 mg (3%); potasiu 237 mg (5%).

Materiale și metode utilizate în procesul de uscare

Pentru a efectua partea experimentală, s-au prelevat roșii recoltate de pe teritoriul RM în anul 2021, fiind aduse în centrul de cercetare UTM ca probe de studiu, care mai apoi au fost curățate de frunze, de stratul de praf și impurități, spălate sub un duș de apă curgătoare la temperatura camerei și ulterior șterse cu un șervețel uscat.

Convecția ca metodă de uscare

Metoda de uscare a roșiilor prin convecție constă în executarea următoarelor etape: inițial se presupune alegerea soiul de roșii potrivite pentru uscare, sunt selectate roșiile coapte după care sunt tăiate în rondele, pentru cercetare s-au analizat rondele tăiate de 4 mm. Apoi are loc porționarea unei

cantități de rondele prestabilite 1 kg și aranjarea pe într-un singur strat pe tăvile din camera de uscare în poziție orizontală, grosimea stratului de produs este exact o grosime al produsului (fără suprapuneri). După care are loc deshidratarea roșiiilor prin metoda convecției forțate, în calitate de agent termic se utilizează aerul din încăpere cu temperatură inițială $20-25^{\circ}\text{C}$, umiditatea relativă 55-60%, presiunea atmosferică normală, deshidratarea are loc la diferite temperaturi $50 - 80^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, la viteza aerului de $2,0 \pm 0,1\text{m/s}$. După o perioadă de uscare de circa 5-6 ore, roșiiile sunt extrase și ambalate în vid pentru păstrare.

Standul experimental utilizat reprezintă o instalație de tip tunel, standul CE130 poate fi utilizat pentru a reprezenta și analiza clar procesul de uscare prin convecție. Standul experimental constă dintr-un canal de curgere cu secțiune transparentă unde materialul care trebuie uscat poate fi observat în timpul experimentului. Aerul de uscare este introdus în canalul de curgere printr-un ventilator și este trecut peste materialul care trebuie uscat. Pentru a îmbunătăți procesul de uscare, aerul poate fi încălzit în prealabil folosind un încălzitor. Evaluarea cantitativă se realizează folosind un senzor mobil combinat de temperatură / umiditate, o scară digitală și un anemometru manual pentru efectuarea măsurătorilor de viteză a aerului, Fig.1.

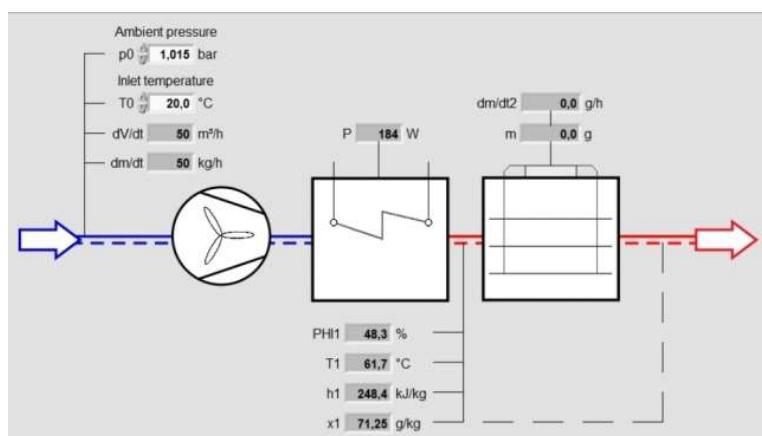


Figura 1. Schema funcțională a standului experimental

Construcția și funcționarea standului: produsul fiind amplasat în camera de uscare se conectează standul de la butonul on/off de pe panoul de comandă 3, cu ajutorul ventilatorului axial 1 se creează un jet de aer cu viteză dorită $0,1 - 2,5 \text{ m/s}$; pentru uscare se conectează elementul de încălzire 14 care prezintă niște rezistențe electrice; aerul rece din mediu înconjurător cu temperatură de $20 - 25^{\circ}\text{C}$ datorită ventilatorului 1 trece prin elementul de încălzire 14 preia căldura și și o transmite în camera de uscare 6 unde parțial o cedează produsului care se încălzește apoi se usucă o altă parte este cedată mediului. Pentru uscarea roșiiilor se conectează standul de la panoul de comandă 3 și cântarul electronic 11, se introduc tăvile cu roșiiile în camera de uscare 6 și se închide ușa, apoi de la panoul de comandă 3 se setează viteza aerului de 2 m/s și se conectează elementul de încălzire 14 la care setăm temperatură de uscare spre exemplu 60°C , valorile vitezei, temperaturii și umidității aerului pot fi vizualizate pe ecranele de pe panoul de comandă 3. Pe parcursul perioadei de uscare se monitorizează întregul proces de uscare, atât la ecranele de pe panoul de comandă, la cântarul digital 11 cât și în camera de uscare prin fereastra transparentă din sticlă 6, după un timp produsul își schimbă formă și organoleptic putem decide starea produsului, plus dacă masa produsului este constantă înseamnă că produsul a ajuns la umiditatea de echilibru și poate fi extras din camera de uscare și ulterior ambalat pentru păstrare, Fig.2.

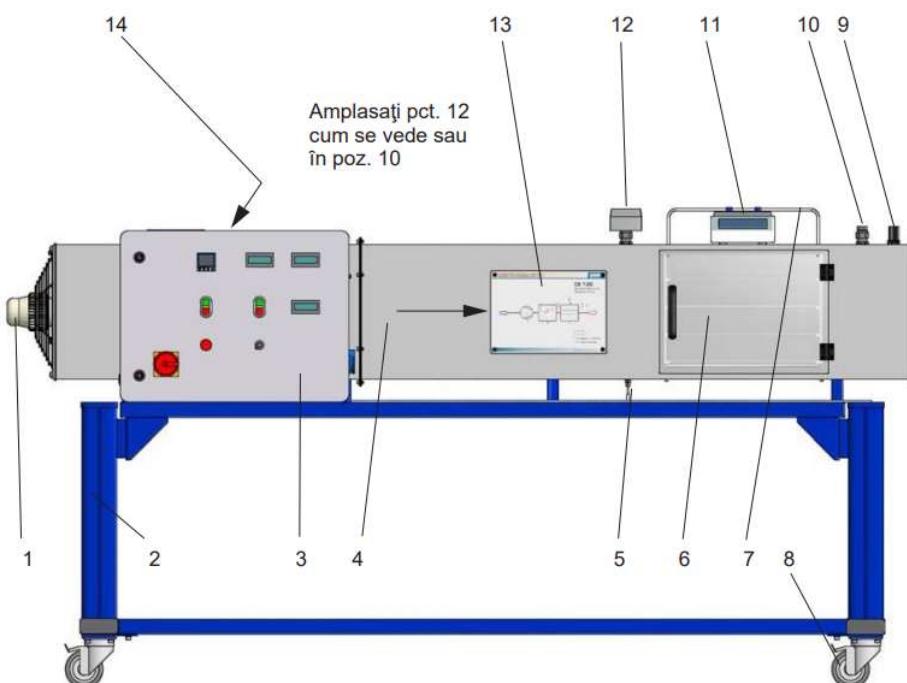


Figura 2. Standul experimental CE 130, vedere frontală

1 ventilator, 2 suport, 3 panou de comandă, 4 canal de curgere, 5 senzor de temperatură al regulatorului, 6 camera de uscare, 7 suport material cu suport, 8 roți cu blocare, 9 anemometru, 10 suport pentru temperatura t - senzor de umiditate, 11 cântar electronic, 12 temperatura t - senzor de umiditate, 13 schema sistemului, 14 element de încălzire.

Rezultate și discuții

În urma cercetării procesului de uscare a roșilor sa elaborat cinetica cu aplicarea ca sursă de energie clasică, convecția forțată cu cinci regimuri termice 50, 55, 60, 70 și 80°C, sau obținut curbele de uscare cu același caracter clasic, descris în literatura de specialitate. La uscarea cu temperatură de 50°C sa obținut durata de uscare maximă de 250 minute și la 80°C sa obținut 90 de minute, deci durata de uscare este invers proporțională cu temperatura aplicată, Fig.3.

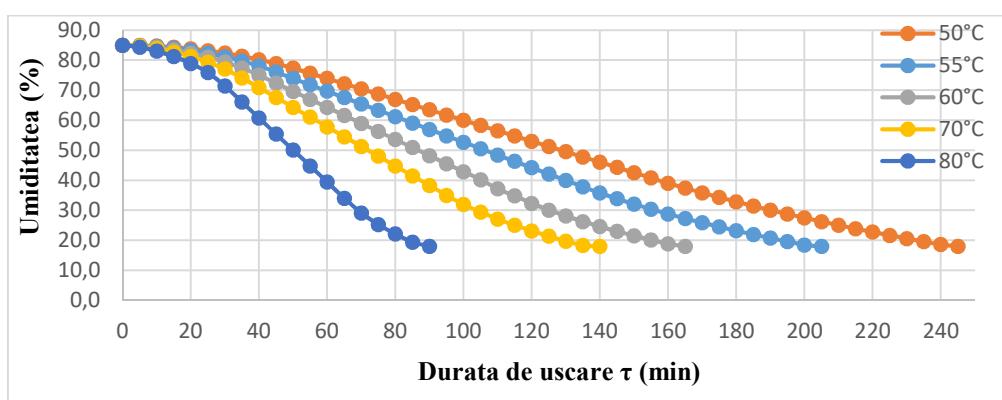


Figura 3. Curbele de uscare a roșilor la diferite temperaturi ale aerului 50 - 80°C

Forma clasică al geometriei curbelor vitezei de uscare este identică atât pentru uscarea fructelor cât și legumelor în acest caz pentru valoarea temperaturii de 50°C ($du/d\tau$) este egal cu 0,33, pentru 55°C – 0,42 pentru 60°C - 0,53, pentru valoarea temperaturii de 70°C - 0,65, și pentru valoarea temperaturii de 80°C valoarea raportului ($du/d\tau$) este egal cu 0,79, Fig.4.

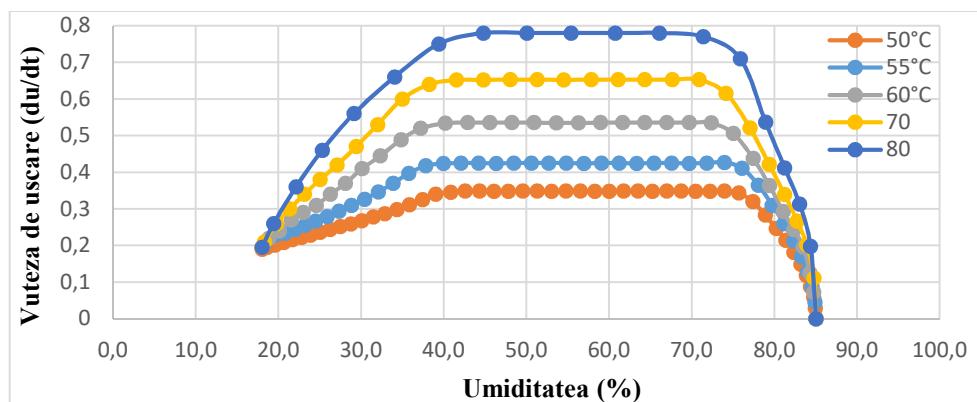


Figura 4. Curvele vitezei de uscare a roșilor uscate la diferite temperaturi ale aerului 50 - 80°C

Se prezintă mostrele de roșii uscate prin convecție la temperatura de 60°C, viteza aerului de 2 m/s, la standul experimental din cadrul departamentului Inginerie Mecanică UTM, Fig.5.



Figura 5. Roșii uscate la departamentul IM

Concluzii

În urma cercetării procesului de uscare a roșilor sa-u obținut parametri optimi de uscare precum: temperatura 60°C, viteza aerului de 2 m/s, roșile fiind tăiate în rondele de 4 mm, temperatura aerului din mediu ambiant de circa 25°C, umiditatea relativă a aerului din mediu de circa 55%, presiunea atmosferică normală, durata de uscare de 165 minute.

Referințe

1. *Informație cu referire la roșii*, [online] [accesat 25.02.2022]. Disponibil <https://ro.wikipedia.org/wiki/Ro%C8%99ie>
2. Bernic, Mircea. *Contribuții în studiul cineticii procesului de uscare a ardeiului iute*. Chișinău: UTM, 2005. – 159 p. ISBN 9975-9853-1-9.
3. Vișanu Vitali. Peaches convective drying. *Journal of Engineering Science*, Vol. XXV, no. 3 (2018), pp. 100 – 110, ISSN 2587-3474, DOI: 10.5281/zenodo.2557337.
4. Universitatea Tehnică a Moldovei, MD. *Instalație de uscare a fructelor și legumelor*. MD 1295 Z 2019.07.31. Bernic Mircea, Țislinscaia Natalia, Balan Mihail, Vișanu Vitali, Melenciuc Mihail.

**CERINȚE ÎN CAZUL UNUI DISPOZITIV
PENTRU STUDIUL COMPORTĂRII MATERIALELOR METALICE
LA PRELUCRAREA PRIN EROZIUNE CHIMICĂ**

Carmen BOTEZATU*, Ionuț CONDREA, Bogdan OROIAN

*Departamentul de Tehnologia Construcțiilor de Mașini, Facultatea de Construcții de Mașini și Management Industrial,
Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași, România*

*Autorul corespondent: Botezatu Carmen, e-mail: carmen.vio39@yahoo.com

Rezumat. Prelucrarea prin eroziune chimică se bazează pe interacțiunea unei substanțe chimic active cu materialul semifabricatului supus prelucrării. Suprafețele semifabricatului care nu trebuie prelucrate se acoperă cu un strat dintr-un material rezistent la acțiunea substanței chimic active. S-a considerat că prin exploatarea informațiilor din literatura de specialitate poate fi conceput un echipament care să permită studiul unor aspecte specifice procesului de prelucrare prin eroziune chimică. A fost conturată o structură de echipament care să faciliteze evidențierea influenței exercitată de către unui factor de intrare în procesul investigat asupra valorilor unor parametri de interes tehnologic.

Cuvinte cheie: tehnologii neconvenționale, eroziune chimică, factori de intrare, parametrii de interes tehnologic

Introducere

Eroziunea chimică este folosită în prezent la prelucrarea materialelor de diferite categorii, atât metalice, cât și nemetalice. Prelucrarea prin eroziune chimică se bazează pe rezultatul interacțiunii dintre materialul semifabricatului și o substanță chimic activă prezentă în zona de prelucrare sub formă de lichid sau de gaz [1].

Există procedee de tăiere, de gravare, de găurire, de lustruire etc. prin eroziune chimică.

Ca și în cazul altor procedee neconvenționale de prelucrare, eroziunea chimică se folosește atunci când nu este posibilă sau este ineficientă din punct de vedere economic utilizarea unor procedee de prelucrare aşa-numite clasice.

Deși cunoșteder relativ mult timp, procedeele de prelucrare prin eroziune chimică sunt în continuare abordate de către cercetători, fie pentru relevarea condițiilor în care pot fi prelucrate noi materiale, fie pentru aplicarea unor variante noi sau îmbunătățite, pentru mai bună cunoaștere a proceselor de eroziune, fie pentru optimizarea unor asemenea procese.

Astfel, El-Awadi et al. au studiat eroziunea chimică în cazul unor probe realizate din aluminiu, cupru și oțel inoxidabil [2]. În calitate de soluție chimic activă ei au folosit o soluție de clorură ferică (FeCl_3) cu diferite concentrații și într-un alt caz au adăugat o soluție apoasă de acid azotic (HNO_3) având temperaturi diferite. S-a constatat că soluția apoasă de clorură ferică este un agent eroziv foarte potrivit pentru prelucrarea oțelului inoxidabil, a aluminiului și a cuprului. Reacția chimică aferentă procesului de eroziune este simplă, ceea ce face procesul să fie ușor de controlat. Un asemenea aspect este important în cazul urmăririi reducerii în greutate a probei dintr-un anumit material supus prelucrării. Adăugarea de acid azotic la soluția de clorură ferică contribuie la creșterea ratei de îndepărțare a materialului (a volumului de material metalic înlăturat din probă în unitate de timp) de aproximativ 12, 8 și 20 de ori pentru aluminiu, cupru și respectiv pentru oțelul inoxidabil. Creșterea temperaturii de eroziune conduce de asemenea la mărirea ratei de îndepărțare de material din probă și desigur la reducerea duratei prelucrării. S-a observat că aluminiului îi corespunde cea mai mare rată de îndepărțare a materialului, în comparație cu valorile aceluiași parametru de ieșire din proces din cazul cuprului și aloțelului inoxidabil [2].

Hernandez et al. [3] au efectuat cercetări experimentale privind posibilitățile de utilizare a eroziunii chimice în cazul unor probe din cupru. Aceste probe au fost mai întâi lustruite folosind o suspensie acidă pe bază de aluminiu, care conținea o sare a unui acid organic (acidul ftalic). S-a avut în vedere determinarea efectelor pe care diferenții factori de intrare în procesul de lustruire (pH-ul și concentrația de oxidant) le-ar putea exercita asupra calității suprafetei generate prin gravare pe proba din cupru, ca urmare a formării unui strat de oxid cupros[2].

În cadrul prezentei lucrări, s-a urmărit expunerea rezultatelor unor cercetări care au vizat identificarea unei soluții de echipament utilizabil în cercetarea experimentală a influenței exercitate de către unii factori de intrare în procesul de eroziune chimică asupra valorilor unor parametri de interes tehnologic din cazul prelucrării prin eroziune chimică.

Principiul de lucru în cazul prelucrării chimice

Pentru a deveni posibilă îndepărțarea de material doar în anumite zone ale semifabricatului, acele suprafete care nu trebuie afectate de prelucrare se acoperă cu un strat rezistent la acțiunea substanței chimic active (Fig. 1). Ulterior, semifabricatul pregătit în acest fel este imersat în soluția de substanță chimic activă sub formă de lichid aflat într-un recipient realizat de asemenea din material rezistent la acțiunea substanței chimic active. În raport cu durata imersării, se poate înregistra o pătrundere a substanței chimic active sub stratul de material protector și acest aspect poate să nu fie convenabil în anumite situații.

Pentru asigurarea unei productivități mai ridicate a prelucrării prin eroziune chimică, poate fi necesară recircularea soluției lichide cu rol de substanță chimic activă.

Cerințe pentru un echipament destinat cercetării experimentale a influenței exercitate de către unii factori de intrare în procesul de eroziune chimică asupra unor parametri de interes tehnologic

Procesul de eroziune chimică poate fi abordat ca un sistem ce prezintă factori de intrare și respectiv parametri de ieșire. Din punctul de vedere ale aplicațiilor practice ale metodei de prelucrare prin eroziune chimică, este de interes cunoașterea influenței pe care unii factori de intrare o exercită asupra valorilor parametrilor de ieșire, considerați, în acest caz, drept *parametri de interes tehnologic*.

Principalele grupe de factori ce pot afecta rezultatele unui proces de prelucrare prin eroziune chimică sunt:

- proprietățile chimice și fizico-mecanice ale materialului semifabricatului;
- proprietățile chimice și unele proprietăți fizice ale substanței chimic active;
- posibilitățile de recirculare a soluției lichide de tip substanță chimic activă și de înlăturare deci a produselor rezultate din reacțiile chimice;
- aderența stratului din material rezistent la acțiunea substanței chimic active;
- temperatura soluției lichide a substanței chimic active;
- modul de susținere sau de dispunere a semifabricatului în soluția lichidă a substanței chimic active;
- rugozitatea suprafetei ce va fi supusă reacțiilor chimice etc.

În calitate de parametri de interes tehnologic specifici prelucrării prin eroziune chimică, pot fi luați în considerare următorii:

- productivitatea procesului, aceasta referindu-se la cantitatea de material (exprimată în unități de masa sau în unități de volum) îndepărțată din semifabricat într-o anumită unitate de timp;
- precizia dimensională, de formă și de poziție reciprocă a suprafetelor obținute prin aplicarea unei prelucrări prin eroziune chimică;
- starea suprafetei realizate prin prelucrare, în acest caz formulându-se referiri la rugozitatea suprafetei, la starea de tensiuni din stratul superficial generat prin prelucrare și la eventualele modificări structurale din stratul superficial.

Abordarea problemei realizării unui echipament destinat cercetării unor aspecte specifice procesului de prelucrare prin eroziune chimică poate demara prin formularea cerințelor pe care un asemenea echipament trebuie să le îndeplinească. Dacă această abordare se realizează folosind principii din proiectarea axiomatice [4-5], cerința funcțională (CF) de ordin zero ar fi următoarea: CF0: concepeți un echipament care să permită cercetarea influenței unor factori de intrare asupra unor parametri de ieșire din cazul prelucrării prin eroziune chimică.

Principalele cerințe funcționale de ordinul întâi ar putea fi următoarele: CF1: concepeți o formă adecvată a probei din materialul a cărui comportare la eroziune chimică urmează a fi studiată; CF2: asigurați condiții pentru imersarea probelor în soluția lichidă corespunzătoare substanței chimic active; CF3: asigurați prezența unei anumite soluții lichide a substanței chimic active; CF4: asigurați o modalitate de suspendare a semifabricatului în soluția lichidă corespunzătoare substanței chimic active; CF5: asigurați condiții pentru circulația soluției lichide; CF6: asigurați condiții pentru asigurarea unei anumite temperaturi a soluției lichide.

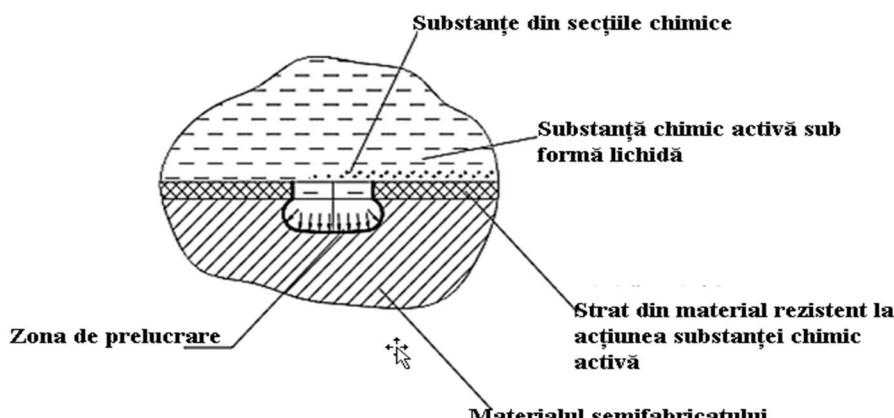


Figura 1. Reprezentare schematică a zonei de lucru la prelucrarea la prin eroziune chimică

Soluție de echipament pentru cercetarea experimentală a unor aspecte specifice prelucrării prin eroziune chimică

Prin luarea în considerare a considerare a cerințelor funcționale menționate anterior, au fost selectate componente și subansambluri destinate să contribuă la îndeplinirea respectivelor cerințe funcționale.

Astfel, s-a convenit să se utilizeze o epruvetă de tipul celei reprezentate în Figura 2.

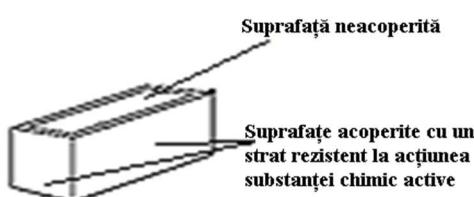


Figura 2. Epruvetă ce poate fi utilizată în cadrul cercetării experimentale

Echipamentul de prelucrare conceput corespunde în principiu reprezentării schematicice din Figura 3. Acest echipament are ca parte de bază o cuvă mai largă, ce conține lichidul pentru încălzirea substanței chimic active introduse printr-un subsistem de recirculație a substanței chimic active și respectiv o cuvă mai mică, în care urmează să se afle în mod efectiv soluția apoasă a substanței chimic active. Această soluție apoasă a substanței chimic active este introdusă și respectiv evacuată din cuva în care urmează să se desfășure procesul de eroziune chimică printr-un subsistem ce presupune o modalitate de circulație a soluției la nivelul suprafeței neprotejate a probei.

Un recipient suplimentară sigură condiții pentru colectarea substanței utilizate în procesul de eroziune chimică.

Proba ce urmează a fi supuse prelucrării prin eroziune chimică se fixează într-un dispozitiv ale căruia componente vor fi realizate din materiale rezistente la acțiunea substanței chimic active.

Concluzii

Una dintre prelucrările a cărei utilizare se dovedește eficientă în anumite situații practice este eroziunea chimică. În prezent, eroziune chimică se folosește pentru a realiza prelucrări prin gravare, găuriere, lustruire etc. Studiul condițiilor de materializare a unui echipament care să permită studiu influenței exercitatelor de către unii factori de intrare asupra parametrilor de interes tehnologic din cazul unei prelucrări prin eroziune chimică a fost efectuat utilizând principii din proiectarea axiomatice. A fost concepută o soluție de echipament care să permită îndeplinirea unor cerințe funcționale specifice îndeplinirii obiectivului de cercetare experimentală a procesului de prelucrare prin eroziune chimică. În viitor, se intenționează să se efectueze o cercetare experimentală prin utilizarea echipamentului în aşa fel încât să poată fi evidențiată, de exemplu, influența exercitatelor de către concentrația substanței chimic active, de modul de acces al acesteia în zona de lucru etc. asupra valorilor unor parametri de interes tehnologic din cazul eroziunii chimice.

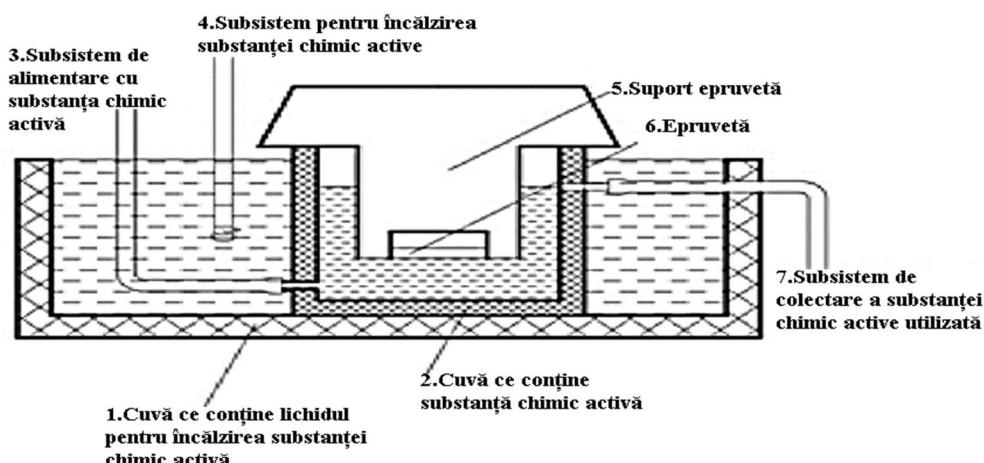


Figura 3. Reprezentare schematică a echipamentului pentru cercetarea experimentală a unor aspecte specifice prelucrării prin eroziune chimică

Mulțumiri

Autorii articolelor mulțumesc domnului profesorului universitar Laurențiu Slătineanu, de la Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, pentru ajutorul acordat, pentru recomandările și sugestiile formulate cu privire la conținutul articolelor.

Referințe

1. SLĂTINEANU, L, *Tehnologii neconvenționale în construcția de mașini*. Chișinău: Editura Tehnică-INFO, 2001.
2. EL-AWADI, G.A., TAWAKOL, A., SALEM, A., ELHALWANY, M., Chemical machining for stainless steel, aluminum and copper sheets at different etchant conditions. In: *Arab Journal of Nuclear Science and Applications*, 94 (2), 2016, pp. 132-139.
3. HERNANDEZ, J., WRSCHKA, P., OEHRLIN, G.S. Chemistry Studies of Copper Chemical Mechanical Planarization. In: *Journal of The Electrochemical Society*, 148 (7), 2001, G389.
4. SLĂTINEANU, L. *Bazele cercetării științifice*. Iași: Editura PIM, 2019
5. SUH, N.P. *Axiomatic Design: Advances and Applications*. New York: Oxford University Press, 2001

PARTICULARITĂȚILE FABRICĂRII ROȚILOR DINȚATE ALE TRANSMISIILOR PRECESIONALE PRIN PRINTARE 3D

Alina BREGNOVA

*Facultatea Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi, Școala Doctorală UTM,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova*

Autorul corespondent: Alina Bregnova, e-mail: alina.bregnova@gmail.com

Rezumat. Pentru elaborarea unei transmisii PPC cu roți din mase plastice, fiabilă în exploatare, este important de analizat și de respectat toate particularitățile constructiv-cinematice ale angrenajului, proprietățile fizico-mecanice și tehnologice ale materialelor și ale roților dințate respective. Adăugător, rezistența și durabilitatea funcționării angrenajului depinde mult de materialul utilizat la fabricarea aditivă. De aceea acest articol vine să contureze alegerea unui tip de material cu argumentări pro și contra, pentru un rezultat cât mai bun, o precizie înaltă și o îmbinare bună.

Cuvinte cheie: materiale polimerice, prototipare rapidă, nylon

Introducere

Miniaturizarea sistemelor mecanice este un imperativ al timpului, este o necesitate stringentă în plan ingineresc, iar transmisiile precesionale sunt varianta excelentă pentru a face față cerințelor, având o serie de avantaje exclusive, acestea se evidențiază printre restul transmisiilor din întreaga gamă ce sunt astăzi pe piață.

Extinderea ariei de utilizare a TPPC de dimensiuni mici sau de micronanosisteme este limitată de posibilitățile tehnologiilor existente de fabricare a danturilor angrenajelor precesionale cu particularități specifice. Anume prin acest impediment tehnologic se explică starea actuală a elaborărilor și aplicațiilor TPPC, limitate doar la nivel de minireductoare.

În acest sens, TPPC se evidențiază printr-o serie de particularități:

- sistemele mici tind să se miște sau să se opreasă mai rapid datorită inertiei mecanice reduse;
- sistemele miniaturizate se caracterizează prin vibrații mecanice mai mici datorită maselor reduse și flexibilității elementelor;
- dispozitivele miniaturizate sunt, în particular, potrivite pentru aplicații aerospatiale și în biomedicină datorită masei și dimensiunilor mici,
- sistemele mici au stabilitate dimensională înaltă la acțiunea din exterior a temperaturilor înalte, datorită expansiunii termice joase;
- dimensiunile mici ale sistemelor înseamnă cerințe reduse de spațiu, fapt ce permite asamblarea mai multor componente funcționale într-un spațiu limitat;
- consumul redus de material asigură costuri mici de producție și transportare;
- este posibilă producerea în masă prin metode înalt productive și alte avantaje [1].

Ideea de a fabrica transmisiile precesionale prin tehnologiile aditive este la nivel de cercetare, și vine din considerentul fabricării rapide a pieselor pentru o producere în masă a acestora și minimizarea costurilor de fabricație, întru obținerea unor parametri de performanță a pieselor angrenate. Imprimarea 3D este un proces de formare a unui obiect solid tridimensional de orice formă, realizat printr-un proces aditiv, în cazul în care straturi succesive de material sunt stabilite în diferite forme. Imprimarea 3D este, de asemenea, distinctă de tehniciile de prelucrare tradiționale, care se bazează în principal pe eliminarea materialelor prin metode cum ar fi tăiere sau de foraj (procesele subtractive). Imprimantele 3D permit inginerilor să producă într-un timp foarte scurt un prototip. În consecință prototipul poate fi testat și remodelat rapid [2].

Alegerea materialului

Pentru printarea transmisiilor precesionale alegerea materialului este o etapă destul de importantă, și se va baza cu considerarea proprietăților privind flexibilitatea, termoconductibilitatea, rezistența mecanică, se va ține seama de sarcinile ce se transmit prin dantură, durata totală de funcționare a angrenajului, viteza și precizia acestuia și alți parametri importanți.

Totuși, alegerea materialului este o treaptă destul de complexă, și în primul rînd e necesar de analizat polimerii rezistenți la uzură - un aspect important pentru mecanismele în mișcare. Piața de astăzi permite alegerea a mii de variante – materiale rezistente la uzură, iar cercetarea acestora m – a condus la alegerea materialelor compozite. Acestea prezintă soluția optimă, care tinde spre minimizarea uzurii și creșterea duratei de viață a pieselor. Datorită proprietăților tribologice, materialele compozite pot fi folosite pentru o gamă largă de domenii de aplicare în care un coeficient bun de frecare și o uzură foarte mică sunt importante.

Actualmente, ABS este unul dintre cel mai popular plastic în lumea imprimantelor 3D. Structura specială a acestui polimer îi permite să reziste la solicitări mecanice puternice, are o rezistență la socuri și rigiditate înaltă, poate rezista la o sarcină de temperatură de 100° C, extrem de rezistent, are multe avantaje față de alte tipuri de materiale polimerice, și anume pentru că are o rezistență ridicată față de alcalii, grăsimi, benzină și alte mijloace agresive.

Cu toate că materialul ABS ia o poziție de lider în lista de materiale polimerice pentru producerea de diverse produse din material plastic, și mai ales în printarea roților dințate, el se consideră din era trecută, pentru că actualmente sunt deja multe tipuri de materiale composite care oferă și mai multe caracteristici superioare. Producerea roților dințate de tip satelit nu e atât de simplă cum ar părea la prima vedere, transmisia cinematică este deosebită de cea clasică, de aceea materialul ABS din start nu poate oferi un rezultat așteptat, anume din cauza profilului roților dințate ale transmisiei precesionale, pe cînd materialul aditiv precum este nylonul ar putea fi o variantă forte în producerea acestor angrenaje.

Nylonul se asemănă mult cu plasticul ABS, cu toate acestea, are o rezistență mai bună la temperatura ridicată a imprimării 3D, foarte puternic, durabil și rezistent în angrenare, flexibil, oferind o gamă largă de prototipare a pieselor, pe cînd roțile dințate din ABS sunt foarte rigide, de aceea se uzează mai rapid. Încă un avantaj a nylonului este proprietatea neobișnuită de a elibera ulei - lubrifiant, datorită componenței acestuia, astfel are loc ungerea angrenajului în timpul mișcării, o caracteristică forte pentru angrenaje [3].

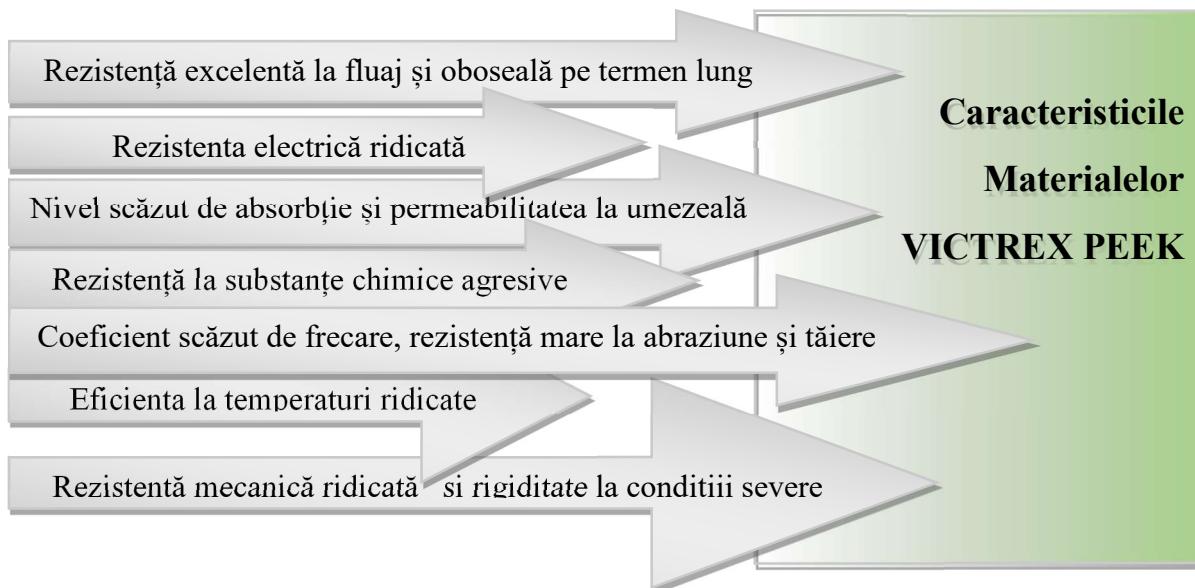


Figura 1. Avantajele materialului compozit VICTREX PEEK [4]

Ca și alte multe materiale compozite, VICTREX PEEK e un material inovațional, considerat una dintre cele mai performante termoplaste pentru inginerie din întreaga lume, pentru că prezintă o performanță excepțională pe o gamă largă de temperaturi și caracteristici impresionante [4]. Avantajele materialului compozit VICTREX PEEK au fost expuse în figura de prezentată în pagina anterioară.

În urma unei analize bazate pe parametrii mecanici, termofizici și electrici, am ajuns la concluzia că la momentul actual se pot propune 2 variante optime, materiale pentru printarea 3D a roțiilor dințate precesionale și anume: VICTREX PEEK și Zytel parametrii constructivi ai căror au fost indicați în tabelul de mai jos:

Tabelul 1

Prezentarea parametrilor materialelor compozite VICTREX PEEK și Zytel I [4]

	Caracteristici	Unități de măsură	Materialul	
			VICTREX PEEK 450CA30	Zytel HTN51G45HSL NC010
Mecanice	Rezistență la rupere	MPa	265	240/230
	Pauză de alungire la tracțiune	%	1,7	2,4 – 2,1
	Modul de tracțiune	GPa	28	15
	Rezistență la flexiune	MPa	380	-
	Modul flexural	GPa	24	15
	Rezistență la compresiune 23 °	MPa	320	-
	Rezistență la impact Charpy crestată	kJ m²	7,0	90-75
	Forță de impact Izod	kJ m²	10,5	12-11
Termofizice	Temperatura de topire	C°	343 C°	ISO 11357
	Temperatura de tranziție a sticlei (Tg)	C°	143 - 150	ISO 11357
	Coefficientul de dilatare termică	ppm K⁻¹	5	ISO 11359
	Temperatura de deformare	C°	336	ISO 75-f
	Indicele termic relativ	C°	240	UL 746B
Electrice	Rezistivitatea materialului	Ω cm	10 ⁵	ASTM D4496
	Absorbția apei		-	3,6 %
	Absorbția umidității			1,2%

Concluzii:

- În prezent, pe plan mondial se dezvoltă o serie de materiale tehnologice inovaționale pentru fabricarea pieselor 3D complexe cu proprietăți fizico-mecanice necesare;
- Prototiparea rapidă accelerează enorm fabricarea roțiilor dințate complexe, precum transmisiiile precesionale, astfel înțelegherea obiectelor tridimensionale se face mai ușor, acest lucru conducând la economii de cost și timp;
- Multitudinea de materiale iovaționale, materiale compozite oferă parametri buni pentru realizarea roțiilor dințate, dar care necesită îmbunătățiri.
- Actualmente, materialul Victrex PEEK reprezintă una dintre variantele optime, care arată parametri finali buni ai roțiilor dințate pentru crearea ansamblului integră, dar nu e varianta perfectă, și desigur e important alegerea corectă a imprimantei pentru un rezultat final cît mai valoros.

Referințe:

1. BOSTAN I., DULGHERU V., Antologia Invențiilor, volum 4, *Transmisii planetare precesionale cinemaice*, Editura Chișinău, 2011, pag.62
2. https://ro.wikipedia.org/wiki/Imprimare_3D
3. Site oficial al companiei Polymery din Moscova [accesat la data 27.02.2022]. Disponibil: http://polymery.ru/letter.php?n_id=5138&cat_id=3
4. Site oficial al companiei Victrex [accesat la data de 10.11.2021]. Disponibil: <https://www.victrex.com/en/products/polymers/peek-polymers>

APLICAȚII ALE CALCULULUI INTEGRAL LA DETERMINAREA FORȚEI DE ATRACȚIE A UNUI PUNCT MATERIAL DE CĂTRE O CURBĂ PLANĂ

Valeria CASTRAVET

Departamentul Ingineria Software și Automatică, TI-215, FCIM,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

Autorul corespondent: Castravet Valeria, e-mail: valeria.castravet@isa.utm.md

Abstract: În lucrarea dată se studiază aplicațiile calculului integral la determinarea forței de atracție a unui punct material de către o curbă materială plană. Materialul teoretic expus este ilustrat de exemple de calcul ale forței de atracție pentru următoarele curbe: cercul, o bară liniară infinită. Se deduc, aplicând legea lui Newton, formulele de calcul a forței de atracție a unui punct material de un sistem de puncte sau de o curbă materială plană.

Cuvinte-cheie: curbă plană, densitate, integrală curbilinie, legea lui Newton, masa, sistem de puncte materiale.

Introducere

Atracția unui punct material dat de către alt punct sau de către un sistem de puncte materiale poate fi determinată aplicând legea corespunzătoare a lui Isaac Newton, adunând vectorial forțele de atracție a punctului material dat de către celelalte puncte. În cazul, când punctele sunt repartizate în mod continuu pe o curbă de densitatea dată calculul forței de atracție se efectuează cu ajutorul integralei curbilinii de speță 1.

1. Deducerea formulelor de calcul (aplicând legea lui Newton) a atracției unui punct material de către un sistem de puncte date

Conform Legii lui Newton, având un punct material M_1 cu masa egală cu m_1 unități, acesta va fi atras de punctul M de masă m ($m > m_1$), cu o forță egală cu $k \frac{mm_1}{r^2}$, îndreptată de la M_1 spre M . Aici k este un coefficient de proporționalitate ce depinde de unitățile de măsură alese, iar r este distanța dintre aceste puncte.

Fie dat acum un sistem de puncte materiale notate M_1, M_2, \dots, M_n cu masele respectiv egale cu m_1, m_2, \dots, m_n și aceste puncte au poziții fixe, bine determinate. În figura 1 este reprezentat punctul M , care este atras de sistemul de puncte materiale M_1, M_2, \dots, M_n . Dacă vom suma geometric forțele de atracție a punctului M de către aceste puncte, vom primi forță rezultantă.

Notăm prin $\vec{r}_j = \overrightarrow{MM_j}$, vectorii ce pornesc din punctul M de masa m spre punctele M_j de masa m_j , prin r_j – lungimile acestor vectori, iar prin α_j – unghiurile formate de acești vectori cu axa OX , $j = 1, 2, \dots, n$ (figura 1).

Fie F_x și F_y - proiecțiile forței rezultante pe axe de coordinate. Atunci obținem, că

$$F_x = \sum_{j=1}^n \frac{mm_j}{r_j^2} \cos \alpha_j, \quad F_y = \sum_{j=1}^n \frac{mm_j}{r_j^2} \sin \alpha_j \quad (1).$$

Cu ajutorul formulelor (1) se calculează forța de atracție a unui punct material de către un sistem de puncte date.

Dacă punctele sunt repartizate în mod continuu pe o curbă de densitatea data, atunci calculul forței de atracție a unui punct material dat de către aceste puncte se efectuează cu ajutorul integralei curbilinii de speță 1.

Având o curbă L , densitatea căreia este $\rho(x,y)$, reușim să determinăm forța de atracție a unui punct material de masa m de această curbă, dacă aplicăm același procedeu ca și la definiția integralei curbilinii.

Pentru aceasta împărțim curba L în porțiuni mici, alegem în mod arbitrar pe fiecare porțiune câte un punct M_j considerând, că masa acestei porțiuni este egală cu valoarea funcției $\rho(x,y)$ în acest punct.

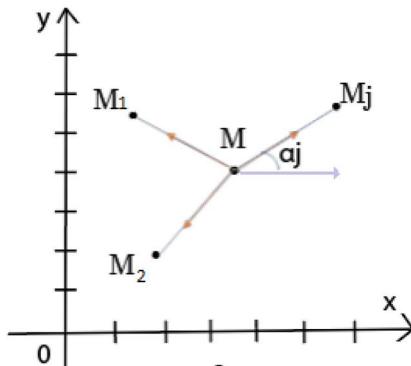


Figura 1.

Drept urmare, aplicând formulele (1), obținem, că :

$$Fx \approx \sum_j \frac{m\rho\sigma_j}{r_j^2} \cos \alpha_j \quad Fy \approx \sum_j \frac{m\rho\sigma_j}{r_j^2} \sin \alpha_j,$$

unde σ_j este lungimea porțiunii corespunzătoare j .

Trecând la limită în aceste sume integrale cu toți $\sigma_j \rightarrow 0$, obținem formulele de calcul ale componentelor forței de atracție exprimate prin integrala curbilinie de speță 1:

$$Fx = m \int_L \frac{\rho \cos \alpha}{r^2} ds \quad Fy = m \int_L \frac{\rho \sin \alpha}{r^2} ds \quad (2)$$

Notă. Dacă arcul este dat în mod parametric: $x = x(t)$, $y = y(t)$, atunci

$$ds = \sqrt{(x')^2 + (y')^2} dt$$

2. Aplicații. Exemple

Fie dat un arc de cerc omogen situat în primul cadran, având densitatea constantă egală cu ρ . Trebuie să aflăm atracția produsă de acest arc, asupra unității de masă care este situată în centrul cercului.

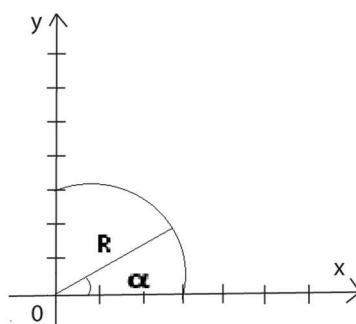


Figura 2.

Pentru aceasta stabilim originea coordonatelor în centrul cercului. Ecuațiile parametrice ale acestui arc de cerc sunt: $x = R \cos \alpha$, $y = R \sin \alpha$, $\alpha \in [0; \pi/2]$.

Se deduce ușor, că $ds = R d\alpha$ și că distanța $r = R$. Astfel, din formulele (2) obținem:

$$Fy = \frac{1}{R} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \rho \sin \alpha \, d\alpha = \frac{\rho}{R} (-\cos(\alpha))|_0^{\frac{\pi}{2}} = \frac{\rho}{R}$$

$$Fx = \frac{1}{R} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \rho \cos \alpha \, d\alpha = \frac{\rho}{R}$$

Concluzie: Observăm, că proiecțiile forței F_x și F_y pe axele de coordinate, în acest caz, sunt egale. Astfel, dacă mărim raza, atunci forța de atracție se micșorează, iar dacă mărim densitatea, forța se mărește.

Fie acum, ca arcul de cerc din exemplul 2.1 are în fiecare punct densitatea egală cu suma coordonatelor punctului dat, adică $\rho = x + y$. Din exemplul 2.1 avem că $ds = R d\alpha$ și că distanța $r = R$. Aplicând formulele (2), obținem: $F_y = \frac{1}{R} \int_0^{\pi/2} R(\cos \alpha + \sin \alpha) \sin \alpha d\alpha = \int_0^{\pi/2} (\cos \alpha \sin \alpha + \sin^2 \alpha) d\alpha = \int_0^{\pi/2} (\cos \alpha \sin \alpha + \frac{1}{2}(1 - \cos 2\alpha)) d\alpha = \frac{1}{2}(\sin^2 \alpha + \alpha - \frac{1}{2}\sin 2\alpha) \Big|_0^{\pi/2} = \frac{1}{2}(1 + \frac{\pi}{2} - 0) = \frac{\pi+2}{4}$.

$$\begin{aligned} F_x &= \frac{1}{R} \int_0^{\pi/2} R(\cos \alpha + \sin \alpha) \cos \alpha d\alpha = \int_0^{\pi/2} (\cos \alpha \sin \alpha + \cos^2 \alpha) d\alpha \\ &= \int_0^{\pi/2} (\cos \alpha \sin \alpha + \frac{1}{2}(1 + \cos 2\alpha)) d\alpha = \frac{\pi+2}{4} \end{aligned}$$

Fie, că linia data reprezintă o bară liniară infinită omogenă cu densitatea constantă egală cu ρ . Se cere să determinăm forța de atracție produsă de această dreaptă asupra unui punct de masă unitară, distanța de la acest punct până la dreaptă fiind egală cu h .

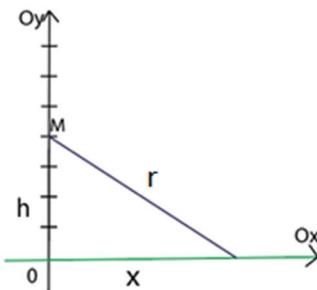


Figura 3.

Considerăm, că dreapta data coincide cu axa OX , iar punctul dat e situat pe axa OY . În acest caz, este nevoie să privim atracția dată ca fiind limita atracției produse de un segment al axei reale $[-a, a]$, $a \rightarrow \infty$.

În acest caz $ds = dx$ și obținem următoarea integrală impropriu:

$$F_y = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\rho \sin \alpha}{r^2} ds; \left[r = \sqrt{x^2 + h^2}, \sin \alpha = \frac{h}{r} (fig. 3); ds = dx \right] \Rightarrow$$

$$F_y = -\rho \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{h}{r^3} da = -\rho h \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{(x^2 + h^2)^{3/2}} dx$$

Calculăm aparte: $\int \frac{1}{(x^2 + h^2)^{3/2}} dx = |x = h \cdot \text{tgt}|, dx = \frac{h}{\cos^2 t},$

$$x^2 + h^2 = \frac{h^2}{\cos^2 t}$$

$$\text{Atunci } \int \frac{1}{(x^2 + h^2)^{3/2}} dx = \frac{1}{h^2} \int \cos t dt = \frac{1}{h^2} \sin t; \sin^2 t = \frac{1}{1 + \operatorname{ctg}^2 t} = \frac{\operatorname{tg}^2 t}{\operatorname{tg}^2 t + 1} = \frac{x^2/h^2}{1+x^2/h^2} = \frac{x^2}{h^2+x^2}.$$

$$\text{Astfel } \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{(x^2 + h^2)^{3/2}} dx = \frac{1}{h^2} \cdot \frac{x}{\sqrt{h^2+x^2}} \Big|_{-\infty}^{+\infty} = \frac{2}{h}; F_y = -\frac{2\rho}{h}$$

$$F_x = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\rho \cos \alpha}{r^2} ds = \rho \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{x}{r^3} da = \rho \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{x}{(x^2 + h^2)^{3/2}} dx = 0,$$

$$\text{Deoarece } \int_{-\infty}^0 \frac{x}{(x^2 + h^2)^{3/2}} dx = - \int_0^{+\infty} \frac{x}{(x^2 + h^2)^{3/2}} dx$$

Concluzie: Proiecțiile forței sunt $F_x = 0$, $F_y = -\frac{2\rho}{h}$. Observăm că, cu cât densitatea ρ este mai mare, cu atât este mai mare forța de atracție și cu cât este mai mare distanța h , cu atât este mai mică forța de atracție.

Mulțumiri

Aduc sincere mulțumiri și recunoștință coordonatorului Iurie Baltag, conf. univ., dr. pentru tema propusă și ajutorul acordat în realizarea ei. jurie.baltag@mate.utm.md

Referințe

1. Fihtenholț G. *Curs de calcul diferențial și integral*, Editura tehnică, București, 1965.
2. https://www.ucv.ro/pdf/departamente_academice/dma/suporturi_curs/Tema8_A.pdf
3. [Legea atracției universale | Math Wiki | Fandom](#)

UTILIZAREA MODELĂRII MATRICEALE CORESPUNZĂTOARE METODEI TAGUCHI PENTRU STUDIUL RUGOZITĂȚII SUPRAFEȚEI REZULTATE LA FREZARE

Ionuț CONDREA*, Bogdan OROIAN, Carmen BOTEZATU

Departamentul de Tehnologia Construcțiilor de Mașini, Facultatea de Construcții de Mașini și Management Industrial,
Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași, România

*Autorul corespondent: Ionuț Condrea, e-mail: ionutcondrea@yahoo.com

Rezumat. Prelucrarea mecanică prin frezare permite obținerea de piese de diferite forme și dimensiuni și care pot fi utilizate ulterior în diferite echipamente sau structuri mecanice. Atât pentru îmbunătățirea stării suprafeței, cât și din punctul de vedere al costurilor, este necesară studierea influenței exercitării de factorii de intrare ai procesului de frezare asupra unor parametri de interes tehnologic. Prezenta lucrare științifică a urmărit determinarea gradului de semnificație a unor factori de intrare în procesul de frezare asupra stării suprafeței rezultate. Utilizând metoda Taguchi, s-a studiat gradul de semnificație a factorilor supuși analizei ce exercită influență asupra unui parametru de ieșire al procesului. În plus, metoda menționată permite conceperea și materializarea planului de încercări experimentale în urma cărora s-au determinat valorile medii empirice ale parametrului de rugozitate Ra. Datele astfel obținute au fost prelucrate cu ajutorul unui set de relații matematice specifice metodei, ce a permis în final realizarea de grafice și respectiv analizarea pantelor segmentelor de dreaptă corespunzătoare intensității influenței exercitării de fiecare factor în parte.

Cuvinte cheie: frezare plană, cercetare experimentală, factori de intrare, rugozitatea suprafeței.

Introducere

Prelucrările mecanice prin aşchieri sunt incluse în domeniul mai larg al ingineriei industriale. Ele se referă la utilizarea unor scule ce au caracteristici aşchietoare capabile să îndepărteze sub formă de aşchii adaosul de prelucrare. Sunt cunoscute mai multe tipuri de astfel de proceze de prelucrare mecanică prin aşchieri, între acestea aflându-se și frezarea. Prin frezare se înțelege îndepărtarea surplusului de material cu ajutorul unor scule aşchietoare cu unul sau mai mulți dinți aşchietori, denumite freze, care execută o mișcare principală de rotație, în timp ce mișcarea de avans are loc în lungul unei direcții continue, de obicei, într-un plan perpendicular pe axa de rotație a frezei [1].

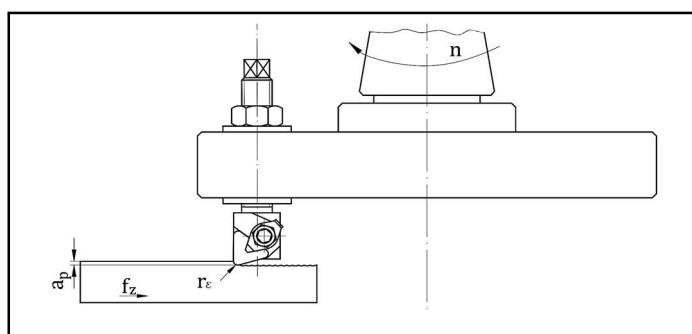


Figura 1. Schemă de prelucrare

Ingineria industrială urmărește, între altele, optimizarea proceselor sau a sistemelor [2]. Prin cercetarea experimentală în conformitate cu un plan de încercări experimentale, poate fi urmărită și optimizată influența variabilelor independente asupra variabilelor dependente [3,4].

De-a lungul timpului, cercetătorii din domeniu au utilizat modelarea matriceală conform principiilor de aplicare a metodei Taguchi. Metoda permite modelarea și eventual optimizarea influenței exercitate de către factorii de intrare ai procesului de frezare asupra valorilor unor parametri de interes tehnologic. De exemplu, în lucrarea realizată de Pop et al. s-a utilizat metoda pentru generarea planului experimental, preferându-se o matrice ortogonală, în scopul de a determina efectul pe care îl exercită trei dintre factorii regimului de aşchiere (viteza de aşchiere, adâncimea de aşchiere și avansul pe dinte) asupra valorii parametrului de rugozitate R_a . Experimentul a utilizat un plan factorial care a condus la un număr total de 8 încercări (2^3 , 3 factori la 2 niveluri) [5].

Într-o altă lucrare, autori au utilizat metoda Taguchi în cazul strunjirii dure. Au fost selecționați ca factori de intrare viteza de aşchiere v , avansul de lucru f , adâncimea de aşchiere d și respectiv raza la vârf a plăcuței r , pe de o parte pentru optimizarea valorilor parametrilor de ieșire, iar pe de altă parte pentru a identifica factorul cu influență determinantă asupra valorii parametrului de rugozitate R_a [6].

Introdusă în perioada anilor 1950-1960 de Genichi Taguchi, metoda a cărui nume îi poartă a înregistrat un real succes, o dată cu utilizarea pentru prima dată în Statele Unite, în anul 1980. Începând din acea perioadă, metoda a atrăs atenția proiectanților, producătorilor, statisticienilor și respectiv a expertilor în calitate. Popularitatea metodei a crescut considerabil și continuă să crească, fiind utilizată în construcția de automobile, în electronică, medicină, telecomunicații etc. [7].

Considerații inițiale

Metoda Taguchi are la bază o aproximare experimentală ce ia în considerare așa-numita metodă a matricelor ortogonale [8]. Obiectivul urmărit este cel de a reduce varianța rezultatelor din proces printr-un set de experimente riguros planificate în etapa de proiectare a cercetării experimentale. De asemenei, Taguchi a propus un algoritm ce permite evidențierea influențelor exercitate de fiecare variabilă și respectiv de interacțiunile respectivelor variabile. Se utilizează niște matrice notate simbolic cu L4, L8, L9, L12, L16...L50 [9].

În scopul de a evalua pantele segmentelor de dreapta ce evidențiază intensitatea influenței exercitate de fiecare factor luat în considerare la proiectarea experimentului, s-a reprezentat cu ajutorul unei scheme logice succesiunea de etape ce trebuie aplicate pentru a determina valorile unor constante incluse în modelul de tip matriceal. După cum se poate observa în reprezentarea grafică din Fig. 2, este necesară efectuarea unor calcule matematice cu ajutorul unui set de valori și reglementări caracteristice metodei Taguchi. Forma generală a modelului matematic din cadrul metodei este descrisă de relația (1) [10]:

$$Y^{\sim} = M + \sum_{i=1}^n ([Ef_{i,1}Ef_{i,2} \dots Ef_{i,k}]) + \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j \\ i < j}}^n \left({}^t[Af_i] \cdot \begin{vmatrix} If_{i,1}f_{j,1} & \dots & If_{i,1}f_{j,k} \\ \dots & \dots & \dots \\ If_{i,k}f_{j,1} & \dots & If_{i,k}f_{j,k} \end{vmatrix} \cdot [Af_j] \right), \quad (1)$$

în care: Y^{\sim} este răspunsul sistemului, M - media generală, $Ef_{i,k}$ sunt efectele factorilor i la nivelul k , $[Af_i]$ este matricea factorului i , $[{}^tAf_i]$ este transpusa matricei factorului i , $If_{i,k}f_{j,1}$ sunt interacțiunile dintre factorii $f_{i,j}$.

Ca primă etapă de aplicare se consideră identificarea variabilelor independente, adică, în acest caz, a factorilor de intrare ai procesului de frezare (adâncimea axială de aşchiere a_p , avansul pe dinte f_z , viteza de aşchiere v , raza la vârf a plăcuței de aşchiere r_e) ce ar putea exercita influență asupra rugozității suprafeței obținute. Planificarea încercărilor experimentale s-a efectuat prin realizarea unui tabel de tip L16, 2^4 (4 factori pe două niveluri), obținut prin intermediul programului de calculator Minitab 2017. În acest sens, s-a utilizat un instrument specific programului de calculator denumit DoE (în limba engleză, *Design of Experiments*). După realizarea încercărilor experimentale, s-au măsurat valorile parametrului de ieșire al procesului și anume valorile parametrului de rugozitate R_a .

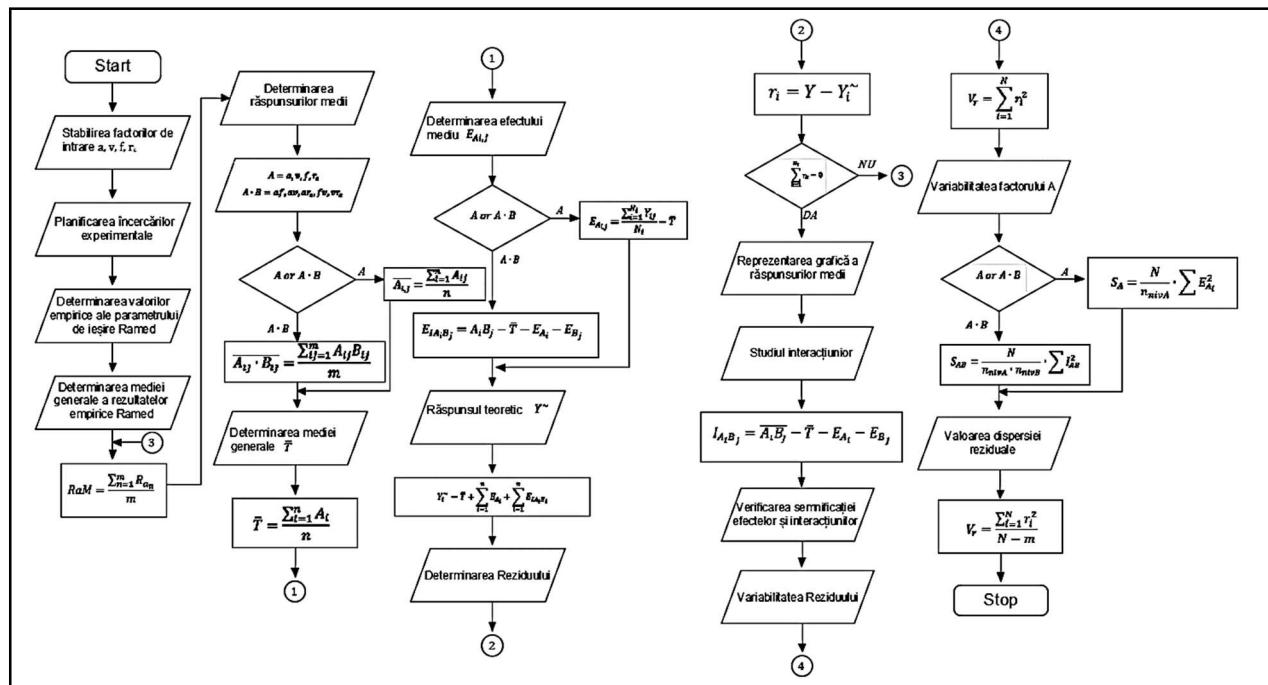


Figura 2. Schema logică a etapelor de lucru la utilizarea metodei Taguchi

Plecând de la formula generală de calcul corespunzătoare relației (1) al răspunsului sistemului, s-au calculat și determinat valorile pentru răspunsurile medii ale fiecărui factor $A_{i,j}$ respectiv fiecare interacțiune $A_{i,j}B_{i,j}$. În continuare, s-au calculat efectul mediu al fiecărui factor la fiecare din cele două niveluri $E_{Ai,j}$, răspunsul teoretic Y^{\sim} , respectiv reziduul r . După introducerea rezultatelor experimentale, metoda presupune calcularea efectelor fiecărui factor și ale fiecărei interacțiuni. Pentru că volumul de calcule necesar a fi efectuate este relativ mare, a fost elaborat și utilizat programul Excel, program în care au fost transpușe relațiile evidențiate în Fig. 1. S-au utilizat de asemenea unele funcții specifice programului Excel, aşa cum sunt AVERAGE pentru determinarea mediilor, SUM pentru determinarea sumelor sau unii operatori matematici.

Condiții experimentale

Principalul obiectiv al cercetării prezentate în această lucrare a fost cel de colectare și prelucrare a rezultatelor experimentale obținute, în scopul de a determina factorii cu influențe semnificative în obținerea unei suprafețe ce trebuie să aibă o anumită rugozitate. În acest sens, a fost elaborat și completat Tab. 1, în care au fost înscrise mai întâi valorile factorilor ce caracterizează condițiile experimentale. După cum se poate observa, pentru fiecare factor de intrare au fost adoptate 2 valori.

Valoarea codificată („val. codif.”, în Tab. 1) se referă la notarea cu cifra 1 pentru situația când factorul se află pe nivelul inferior, respectiv cifra 2, când factorul se află pe nivelul superior. Aceste valori au fost evidențiate folosindu-se programul Minitab 2017. De menționat este faptul că, după obținerea valorilor codificate, se trece la înlocuirea acestora cu valorile reale adoptate (urmând recomandările experților din domeniu, aşa cum sunt, de exemplu, producătorii de scule aşchietoare) pentru factorii de intrare considerați. De asemenea, este important de reținut faptul că la înlocuirea valorilor codificate cu cele reale, este necesară corelarea valorilor avansului cu cele ale turației, în funcție de nivelurile la care sunt situați factorii respectivi.

Tabelul 1

Condiții experimentale

Nr. crt.	Adâncimea de aşchiere a_p (mm)		Avansul de lucru f_{min} (mm/min)		Turația n (rot/min)		Raza la vârf r_ϵ (mm)		Parametrul R_a (μm)
	Val. reală	Val. codif.	Val. reală	Val. codif.	Val. codif.	Val. reală	Val. reală	Val. codif.	
1	0,5	1	1	12,5	1	100	0,8	1	1,13
2	0,5	1	1	12,5	1	100	1,2	2	1,59
3	0,5	1	1	12,5	2	160	0,8	1	0,92
4	0,5	1	1	12,5	2	160	1,2	2	0,81
5	0,5	1	2	20	1	100	0,8	1	2,75
6	0,5	1	2	20	1	100	1,2	2	3,96
7	0,5	1	2	40	2	200	0,8	1	3,04
8	0,5	1	2	40	2	200	1,2	2	3,97
9	1	2	1	12,5	1	100	0,8	1	1,46
10	1	2	1	12,5	1	100	1,2	2	1,89
11	1	2	1	12,5	2	160	0,8	1	0,85
12	1	2	1	12,5	2	160	1,2	2	1,2
13	1	2	2	20	1	100	0,8	1	3,31
14	1	2	2	20	1	100	1,2	2	4,18
15	1	2	2	40	2	200	0,8	1	2,91
16	1	2	2	40	2	200	1,2	2	4,0

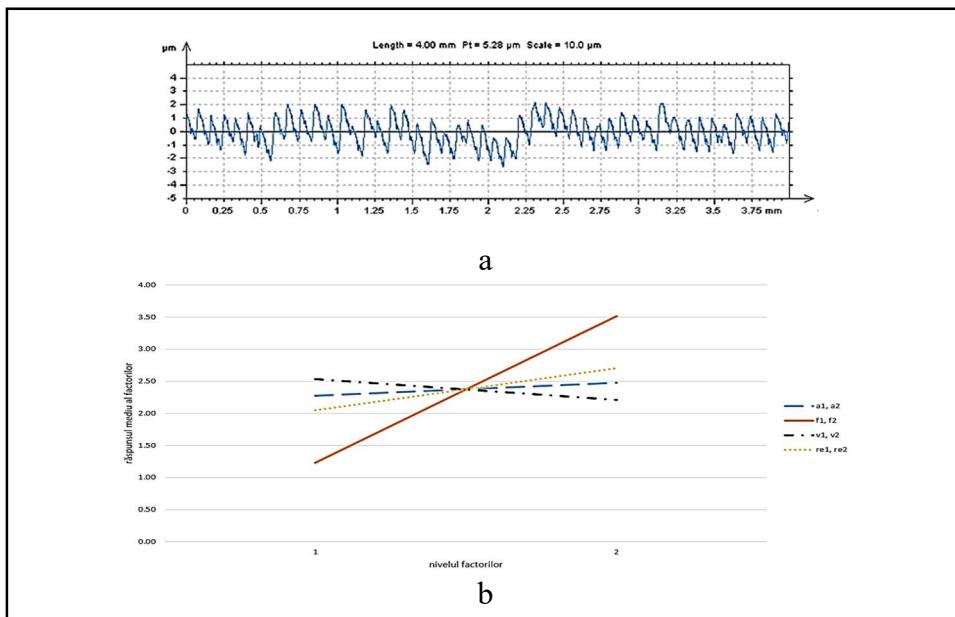


Figura 3. a: Profilul suprafetei obținute prin frezare ($R_a = 0,81 \mu\text{m}$, $a_p = 0,5 \text{ mm}$, $f_{min} = 12,5 \text{ mm/min}$, $n = 160 \text{ rot/min}$, $r_\epsilon = 1,2 \text{ mm}$); **b:** reprezentare grafică a răspunsurilor medii ale factorilor luați în considerare, $a_p, r_\epsilon, f_{min}, v$

Materialul din care este realizată epruveta supusă prelucrării a fost un aliaj de aluminiu. În urma determinării compoziției chimice, se constată că pe lângă elementul principal al materialului și anume aluminiul, ce are o pondere de 95,9 %, sunt prezente o serie de alte elemente chimice, în cantități mult mai mici, după cum urmează: Si – 1,43 %, Mg – 0,909 %, Mn – 0,676 %, Fe – 0,53 %, Cr – 0,165 % și în cantități de sub 0,1 % elemente cum sunt Cu, Sn, Ti, Zn, Ni, V, Pb, Zr, Ga, Bi, Ca, Na, Co, Ag, B, Cd, Li, Be, Sr. Pentru schema de prelucrare din Fig. 1, a fost evidențiată în Fig. 3a forma profilului obținut pentru încercarea experimentală cu numărul 4 din Tab. 1.

Analizând graficul din Fig. 3b și ținând cont de faptul că factorul a cărui pantă este cea mai mare este factorul ce are o influență semnificativă asupra parametrului de ieșire, se constată că factorul cu cea mai mare influență exercitată asupra parametrului de rugozitate R_a este avansul de lucru.

Concluzii

Prin cercetarea ale cărei rezultate sunt expuse în prezenta lucrare, s-a urmărit evidențierea influenței exercitatelor de către factorii de intrare într-un proces de prelucrare a unei suprafete plane folosind freze frontale asupra valorilor unui anumit parametru de ieșire din proces. În acest sens, s-a utilizat metoda Taguchi. După elaborarea unui plan experimental de tip L16 (2^4 , 4 factori la 2 niveluri experimentale), s-au executat încercările experimentale. În urma prelucrării rezultatelor obținute cu ajutorul metodei menționate și utilizând calcule realizate cu ajutorul programului de calculator Excel, a fost elaborată o reprezentare grafică ce a evidențiat faptul că o influență semnificativă asupra rezultatului final este exercitată de avansul de lucru f .

Mulțumiri. Autorii mulțumesc profesorului universitar Laurențiu Slătineanu, de la Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, pentru recomandările și sugestiile formulate cu privire la conținutul articolului.

Referințe

1. GEORGESCU, G.S. *Îndrumar pentru atelierele mecanice*. București: Editura Tehnică, 1972.
2. Inginerie industrială [online]. [accesat 25.01.2022]. Disponibil: https://ro.wikipedia.org/wiki/Inginerie_industrial%C4%83.
3. Experimental research designs: Types, Examples & Methods [online]. [accesat 26.01.2022]. Disponibil: <https://www.formpl.us/blog/experimental-research>.
4. BLAKSTAD, O. *Experimental research* [online]. [accesat 26.01.2022]. Disponibil: <https://explorable.com/experimental-research>.
5. POP A.B, CEOCEA C, STAN S.E., ȚÎȚU A.M. Research on the use of Taguchi's method to model the milling process of some metal materials. In: *International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics*, 2020, 7, pp.172-177.
6. MOTORCU, A.R. The Optimization of Machining Parameters Using the Taguchi Method for Surface Roughness of AISI 8660 Hardened Alloy Steel. In: *Journal of Mechanical Engineeri*, 2010, 56 (6), pp. 391-401. https://www.sv-jme.eu/?ns_articles_pdf=/ns_articles/files/ojs3/1505/submission/1505-1-1990-1-2-20171103.pdf&id=5951.
7. HAMZAÇEBİ, C. *Taguchi method as a robust design tool* [online]. 2020. [accesat 27.01.2022]. Disponibil: <https://www.intechopen.com/chapters/74437>.
8. Taguchi method [online]. [accesat 27.01.2022]. Disponibil: https://www.apo-tokyo.org/resources/p_glossary/taguchi-method-2/.
9. FRALEY, S., OOM, M., TERRIEN, B., ZALEWSKI, J. *Design of experiments via Taguchi methods - Orthogonal Arrays* [online]. 2021. [accesat 27.01.2022]. Disponibil: [https://eng.libretexts.org/Bookshelves/Industrial_and_Systems_Engineering/Book%3A_Chemical_Process_Dynamics_and_Controls_\(Woolf\)/14%3A_Design_of_Experiments/14.01%3A_Design_of_Experiments_via_Taguchi_Methods_-_Orthogonal_Arrays](https://eng.libretexts.org/Bookshelves/Industrial_and_Systems_Engineering/Book%3A_Chemical_Process_Dynamics_and_Controls_(Woolf)/14%3A_Design_of_Experiments/14.01%3A_Design_of_Experiments_via_Taguchi_Methods_-_Orthogonal_Arrays).
10. SLĂTINEANU, L. *Bazele cercetării științifice*. Iași: Editura Pim, 2019.

STRATEGII DE COMUNICARE ÎN CONTEXTUL INTERVENȚIEI ÎN SITUAȚII DE URGENȚĂ – STUDIU DE CAZ

Marian COSAC

*Drd., Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică,
Universitatea Politehnică din București, România*

Autorul corespondent: Marian Cosac, e-mail: marian.cosac@energie.gov.ro

Rezumat. Prezentul text face o trecere în revistă a unor caracteristici esențiale ale comunicării în cadrul unei misiuni de intervenție determinate de un eveniment din categoria situațiilor de urgență la un obiectiv turistic. Comunicarea între cei implicați în limitarea și înlăturarea consecințelor unui astfel de eveniment este un instrument esențial în depășirea provocărilor care caracterizează o astfel de situație.

Cuvinte-cheie: comunicare, inspectorat, presă, informații, gestionare.

Introducere

Comunicarea joacă un rol important în operațiile de răspuns la situații de urgență. Mijloacele de comunicare sunt numeroase: televiziunea, radioul, presa, internetul. Punerea la dispoziția publicului-țintă a unor mesaje și informații corecte și, mai ales, obținerea colaborării și încrederii acestuia se dovedesc, de multe ori, exerciții dintre cele mai dificile și provocatoare. Aplicarea corespunzătoare a acestui instrument de legătură socială prin „informații oportune, exacte și actualizate despre cauza și starea de urgență, acțiunile de protecție întreprinse pentru a asigura protecția individului, a sănătății, a proprietății și a mediului” [1] are multiple beneficii: împiedică răspândirea panicii, permite mobilizarea sprijinului din partea mediului economico-social, contribuie la creșterea încrederii în calitatea și profesionalismul structurilor cu atribuții în domeniul gestionării situațiilor de urgență.

Contextul general al evenimentului studiat

Având în vedere aceste aspecte, am analizat în cele ce urmează modul în care s-a realizat comunicarea în timpul unei situații de urgență generată de un incendiu produs la o clădire cu destinația de spațiu de cazare. Pentru motivarea alegerii acestui eveniment, considerăm necesară prezentarea câtorva date contextuale în ceea ce privește amplasarea imobilului la care s-a produs evenimentul propus pentru analiză. Studiul de caz este fundamentat pe o misiune de intervenție reală, dar datele care ar permite identificarea persoanelor implicate/affectate sunt anonimizate.

Astfel, localitatea în care se află obiectivul afectat este situată în vestul județului, la intrarea într-o trecătoare între două regiuni geografice ale țării. Este străbătută de un râu și se află la aproximativ 80 km de reședința județului. Așezarea și peisajul au contribuit la creșterea interesului turiștilor, iar oferta de servicii s-a dezvoltat în consecință. În ceea ce privește apărarea împotriva incendiilor, la nivel local este funcțional Serviciul Voluntar pentru Situații de Urgență, structură ce are în dotare, pe lângă mijloacele de primă intervenție, o autospecială de lucru cu apă și spumă. Cea mai apropiată unitate de intervenție specializată este o stație de pompieri, situată la circa 35 km distanță de localitate, iar detașamentul de pompieri din orașul reședință de județ se află la o distanță de aproximativ 70 km. Totodată, trebuie luată în considerare și amplasarea unității turistice într-o zonă montană, geografia zonei determinând o infrastructură a rețelei de drumuri caracterizată de diferențe de nivel și curbe multiple, aspecte ce îngreunează deplasarea unor autospeciale de mare capacitate cum sunt autospecialele de pompieri, prin reducerea vitezei de deplasare și, implicit, creșterea timpului parcurs până la obiectivul afectat.

Desfășurarea evenimentului studiat

Evenimentul studiat este definit de un incendiu la un imobil aparținând unei persoane juridice, având destinația de spațiu pentru cazare – hotel construit sub forma parter, etaj, mansardă care oferă cazare în camere duble. De asemenea, dispune de un restaurant și terasă cu aproape 200 de locuri, bar, săli de conferință moderne cu capacitate de aproape 50 de locuri. La cerere, se pot organiza evenimente private. Hotelul dispune de acces la infrastructura de comunicații, conform cerințelor vizitatorilor (internet, TV). Imobilul este construit pe structură de lemn, iar mobilierul este, de asemenea, predominant din lemn.

Imediat după anunțarea incendiului la dispeceratul Inspectoratului Județean pentru Situații de Urgență (IJSU), a fost alertat Serviciul Voluntar pentru Situații de Urgență local și unitatea de pompieri cea mai apropiată. Membrii serviciului voluntar s-au deplasat la locul intervenției, acționând pentru localizarea și lichidarea incendiului cu o autospecială de lucru cu apă și spumă. De asemenea, din cadrul stației de pompieri a plecat către obiectiv o autospecială de lucru cu apă și spumă, iar IJSU a trimis două autospeciale de lucru cu apă și spumă, un autocamion având în dotare o motopompă și echipajele aferente. De asemenea, la fața locului s-a deplasat și grupa operativă a IJSU, însorită de un membru al compartimentului Informare și Relații Publice din cadrul inspectoratului, care a filmat și fotografiat derularea intervenției pe timpul localizării și lichidării incendiului.

Având în vedere că imobilul era construit în mare parte din lemn, acest aspect a permis propagarea cu repeziciune a flăcărilor. Astfel că, în urma incendiului, au ars acoperișul hotelului (construit din lemn cu învelitoare din tablă ondulată – pe o suprafață de circa 500 mp), mansarda și etajul, aproximativ 150 mp din acoperișul, construit din lemn și învelit cu tablă, al extinderii parterului cu destinația de bloc alimentar și terasă-restaurant, precum și mobilier și televizoare din toate camerele destinate cazării. În urma cercetărilor efectuate imediat de către echipa mixtă de specialiști și definitivate în cursul zilei următoare, s-a stabilit că evenimentul s-a produs, cel mai probabil, din cauza unui coș-burlan de fum defect sau neizolat corespunzător față de materiale combustibile, aparținând centralei de încălzire. Din fericire, în urma incendiului nu s-au înregistrat victime omenești, pagubele înregistrate fiind numai materiale, valoarea acestora ridicându-se la aproximativ 500.000 lei.

Strategii de comunicare utilizate

În ceea ce privește comunicarea cu mass-media, putem menționa că, la scurt timp după confirmarea producerii evenimentului, au fost anunțați de izbucnirea incendiului corespondenții mass-media acreditați la acea dată pe lângă inspectoratul județean. Această acțiune a fost realizată de purtătorul de cuvânt al inspectoratului, în urma primirii acordului din partea comandantului structurii, și a avut în vedere asigurarea vizibilității pe timpul gestionării situației de urgență, tăcerea și invizibilitatea fiind considerate semne ale lipsei de voință, ale incompetenței și fricii, care pun sub semnul întrebării faptul că respectiva situație este sub control. Astfel, s-a luat legătura cu reprezentanți ai presei locale scrise, radio și TV, cât și cu reprezentanții locali ai mass-media naționale. Această acțiune de informare din oficiu a reprezentanților presei scrise și audio-vizuale s-a bazat pe considerentul că este necesara comunicarea din partea instituției care gestionează situația de urgență existentă despre producerea acesteia. În acest mod, se prezintă punctul de vedere autorizat al instituției referitor la evenimentul care este în desfășurare. Aflarea acestui eveniment de presă din alte surse decât cele care se ocupă în mod direct de gestionarea situației ar denatura și trunchia datele problemei, prezentând informația neconform adevărului, favorizând sau, dimpotrivă, defavorizând anumite părți implicate. Astfel, după comunicarea datelor preliminare referitoare la ora, locul producerii incendiului, suprafața aproximativă afectată și forțele participante la intervenție, purtătorul de cuvânt a comunicat permanent cu reprezentanții mass-media, răspunzând întrebărilor referitoare la intervenție și la diferitele stadii în care se afla aceasta, până la finalizarea misiunii. Reprezentanții mass-media care s-au deplasat la fața locului au fost sprijiniți în obținerea de informații referitoare la

desfășurarea situației de urgență și la modul de gestionare al acesteia de la reprezentantul inspectoratului care a condus intervenția. Având în vedere că nu se puteau transmite în format scris informații ce nu erau verificate și luând în considerare ora târzie la care s-a încheiat intervenția, redacțiile ziarelor fiind de mult închise, a fost remis un buletin informativ presei în dimineața celei de-a doua zi.

Literatura de specialitate recomandă ca mesajul central care trebuie difuzat într-o situație de urgență să fie „„situația este sub control”; acest mesaj este urmat de prezentarea măsurilor luate” [2] exprimate prin verbe la timpul prezent. Conceptele-cheie care stau la baza elaborării mesajelor se recomandă să fie „de tipul: control, grijă, intervenție rapidă, eficiență, cooperare, întrajutorare, reciprocitate, ajutor, controlul riscului” [2].

În timpul unei situații de urgență, jurnaliștii au nevoie nu doar de material pentru știri, ci și de informație de bază. Media dorește date de la sursă, descrieri operaționale, ghiduri și planuri, descrieri de sarcini etc. Textele trebuie să fie scurte și se folosește un limbaj simplu. Fotografiile și graficele fac mai ușoară înțelegerea unei informații complexe. Ziariștii încearcă să vină în întâmpinarea întrebărilor publicului și să răspundă acestora în termeni de știre. Astfel, informarea transmisă către mass-media a cuprins date referitoare la data, ora și locul producerii incendiului, forțele participante pentru localizarea și lichidarea acestuia, precum și pagubele rezultate. În cuprinsul acestui buletin informativ, s-a precizat că împrejurarea și cauzele care au favorizat izbucnirea incendiului erau în curs de stabilire pe parcursul zilei următoare de către echipa mixtă de specialiști, precizări referitoare la concluziile rezultate fiind transmise celor interesați. Totodată, informării transmise i-au fost anexate și imagini de la locul producerii evenimentului, poze preluate apoi de majoritatea ziarelor cu apariție locală. De asemenea, purtătorul de cuvânt a răspuns și pe parcursul acestei zile solicitările jurnaliștilor, majoritatea întrebărilor fiind axate pe pagubele înregistrate în urma evenimentului și pe cauza care a dus la izbucnirea incendiului. Două aspecte importante de luat în considerare în acest punct sunt gestionarea mesajului, care trebuie să fie clar, coerent, sincer și transparent; dacă mesajul este fals, incoerent, prematur sau nebazat pe fapte care sunt la dispoziția publicului, atunci nu trebuie difuzat. Presa și populația afectată reacționează, mai ales, pe baza percepțiilor de competență, adevăr, deschidere, transparentă, cinste, onestitate etc. Dacă nu se comunică aceste valori, atunci poate să apară percepția opusă. Dacă se instaurează o percepție negativă încă de la începutul unui răspuns în caz de urgență, ulterior această percepție este foarte greu de înlăturat.

În ceea ce privește mediatizarea evenimentului, prezentarea este susținută de aparițiile în mass-media locală, știrile apărute în mass-media regională și națională fiind dificil de cuantificat. Astfel, în ziua imediat următoare producerii incendiului și în următoarea au apărut în presa locală peste 20 știri (presa scrisă și radio-TV). Având în vedere că în cea mai mare parte publicul va judeca răspunsul la urgență al instituțiilor implicate aproape numai pe baza știrilor apărute în mass-media, percepția publicului despre acțiunile care urmăresc rezolvarea situației de urgență va fi în cea mai mare măsură determinată de modul în care se comunică. Astfel, se poate observa unitatea de mesaj, în materialele apărute neexistând alte surse din interiorul instituției care ar fi putut prezenta o imagine – probabil – inexactă și/sau denaturată. În conținutul acestor materiale este identificat punctul de vedere al instituției, prezentat de două persoane: purtătorul de cuvânt al inspectoratului și comandanțul dispozitivului de intervenție.

Pentru cei responsabili privind comunicarea, „mass-media trebuie să fie privită ca un important coparticipant în gestionarea unei situații de urgență. Este cel mai rapid mijloc de a transmite mesajul către public. Ea monitorizează, analizează și critică, descrie și prezintă. De aceea, este important pentru echipa de management al situației să cunoască imaginea situației de urgență pe care o difuzează și o comentează mass-media, deoarece percepția publicului în acest sens este formată de către relataările și comentariile mass-media”[3]. Astfel, în ziua imediat următoare producerii incendiului, încă de dimineață, purtătorul de cuvânt a întocmit sinteza aparițiilor din presă, prezentând concluziile rezultate conducerii inspectoratului. Materialul adunat a fost analizat din perspectiva mai

multor întrebări: Imaginea transmisa este corecta? Care sunt actorii care apar? Ce declarații au fost făcute? Cum sunt portretizate autoritățile? Cursul evenimentelor este descris corect? Se oferă informații noi despre echipa de management a urgenței? Se transmit zvonuri? Există erori în prezentarea faptelor? Analiza trebuie să ofere o viziune asupra modului în care imaginea transmisă de mass-media poate afecta modul în care urgența evoluează și este gestionată și trebuie să identifice evoluții și probleme potențiale. Rezultatele acțiunilor de comunicare în legătură cu evenimentul au fost favorabile instituției [4].

Concluzii

Prin prisma meseriei lor, pompierii participă la acțiuni și intervenții care implică invariabil situații ce pun în pericol viața cetățenilor, dar și bunurile materiale ale acestora. Toate aceste situații se desfășoară în contextul unor emoții puternice, care contribuie direct la starea de spirit și atitudinea cetățenilor față de echipele de intervenție. Când se declanșează o situație de urgență, primul răspuns al structurii de intervenție este să aducă situația sub control, după care să se asigure că cea mai mare parte a faptelor sunt cunoscute. Iar dacă nu toate sunt cunoscute, este important să se înceapă campania de comunicare prin indicarea acestui aspect și transmițându-se mesajul că informațiile ulterioare vor fi puse la dispoziție pe măsura aflării lor.

În ceea ce privește strategiile și tehniciile de comunicare folosite, amintim comunicarea directă cu reprezentanții mass-media, sprijinirea acestora pe timpul documentării în teren, facilitarea obținerii de declarații și interviuri de la persoanele de interes pentru jurnaliști, cât și transmiterea de informații prin intermediul buletinului de presă. În gestionarea comunicării acestor evenimente, nu se transmit comunicate de presă, mape de presă și nici nu se organizează conferințe de presă, considerându-se că astfel de tehnici sunt utilizate pentru cazuri de amploare mai mare, cum ar fi dacă în urma incendiului s-ar fi înregistrat pierderi de vieți omenești.

Referințe

1. Inspectoratul pentru Situații de Urgență Sălaj. *Ghidul de comunicare pentru situații de urgență* [online]. [accesat 7.03.2022]. Disponibil: http://www.isusalaj.ro/uploads/Anexa13_Ghid_comunicare.pdf
2. Primaria Curățele. *Planul de analiză și acoperire a riscurilor - Comuna Curățele* [online], 2020. [accesat 7.03.2022]. Disponibil: https://curatele.ro/fisiere_incarcate/fisiere/site/paar_2020.doc
3. Gurgu, E. PR și managementul comunicării în situațiile de criză, de risc și de urgență. In: *Revista Management, Accounting and Management Information Systems*, 2018, (6), pp. 116–126.
4. Cosac, M. *Cercetări privind soluții pentru stingerea incendiilor la obiective din cadrul obiectivelor industriale: Raport științific nr. 3*. București (RO): Universitatea „Politehnica din București”. 06.2020.

ANALIZA FUNCTIONALĂ A SCHIMBĂTORULUI DE CĂLDURĂ CU MANTA SI SERPENTINĂ

Cristi GRINIUC, Diador DOGOTARI, Maria BOȚA

*Departamental Inginerie Mecanică, gr. IM – 191, Facultatea Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, republica Moldova*

*Autorul corespondent: Marin Guțu, e-mail: marin.gutu@pmai.utm.md

Rezumat. În această lucrare sunt prezentate rezultatele efectuării analizei și simulării unor regimuri de funcționare ale aparatului de schimb de căldură cu manta și serpentina. A fost efectuat un set de experimente a schimbului de căldură la regimuri diferite. A fost încălzit un volum de lichid cu transfer de căldură prin manta apoi prin serpentină imersată direct în rezervorul aparatului. Parametru de interes urmărit este timpul de atingere a regimului staționar. În baza rezultatelor obținute a fost formulată o concluzie.

Cuvinte cheie: Schimbător de căldura cu manta, serpentina, agitator, regim staționar.

Introducere

Un schimbător de căldură este un echipament de transfer termic, care transmite căldura de la un mediu la altul. Transmiterea căldurii între cele două medii se poate face printr-un perete solid, care le separă, sau se poate face prin amestecarea mediilor. În multe procese de inginerie, mai multe operațiuni de bază sunt combinate. De exemplu, într-un rezervor are loc o reacție chimică în timpul căreia trebuie furnizată sau îndepărtată căldură. Astfel de rezervoare sunt echipate cu manta sau tub spiralat. În funcție de proces, mediul din manta sau din tubul spiralat este utilizat pentru încălzirea sau răcirea conținutului rezervorului. Pentru o mai bună amestecare a conținutului rezervorului și o distribuție uniformă a temperaturii se folosesc mașini de agitare. Temperatura produsului la o distribuție uniformă a temperaturii este reglabilă cu precizie [1].

Aspecte constructive și funcționale ale aparatelor de schimb de căldură

Schimbătoarele de căldură imersate (Fig.1,(a)) reprezintă serpentina 2 plasată în vasul 1 cu purtătorul de căldură lichid I [2]. Un alt purtător de căldură II se deplasează în interiorul serpentinei. Viteza de mișcare a lichidului de răcire I în vasul aparatului este scăzută datorită ariei mari a secțiunii transversale a aparatului, ceea ce determină valori scăzute ale coeficientului de transfer de căldură între suprafața exterioară a serpentinei și purtător de căldură I. Uneori, pentru a crește coeficientul de transfer de căldură, viteza de circulație a lichidului de răcire în aparat este crescută prin instalarea unei cupe de ghidare 3, care fluidizează lichidul de răcire de mișcare, forțându-l să curgă în jurul serpentinei într-o direcție. În acest caz, lichidul se mișcă fie datorită convecției naturale, fie forțat sub acțiunea unui agitator 4.

Aparat de schimb de căldura cu rezervor cu serpentina exterioara:

Aparatele cu serpentina exterioare sunt destul de utilizate în tehnologia chimică (Fig. 1,(b)). Bobinele sunt sudate pe peretiile aparatelor din exterior, sunt confectionați din semicilindri sau otel unghiular. Dacă este necesar să se asigure o presiune mare a lichidului de răcire în bobină (de exemplu, apă supraîncălzită la 25 MPa), atunci serpentina este făcută din țevi, sudându-le pe corpul aparatului cu o cusătură multistrat.

Avantaje: Ușurință de fabricație și cost redus; accesibilitatea suprafețelor pentru curățare; posibilitatea de a utiliza lichid de răcire de înaltă presiune în interiorul serpentinei ; Coeficient ridicat de transfer de căldură în interiorul serpentinei datorită vitezei mari a agentului din conducta serpentinei .

Dezavantaje: Ușurință de fabricație și cost redus; accesibilitatea suprafețelor pentru curățare; posibilitatea de a utiliza lichid de răcire de înaltă presiune în interiorul serpentinei ; coeficient ridicat de transfer de căldură în interiorul serpentinei datorită vitezei mari a agentului din conducta serpentinei .

Aparat de schimb de căldura cu rezervor cu manta:

Schimbătoarele de căldura cu manta sunt folosite în industria chimică pentru implementarea hardware a reacțiilor chimice care necesită un anumit regim de temperatură. De obicei, acestea lucrează la presiune mare și se numesc autoclave, nitratoare, polimerizatoare etc. Figura 1,(c) prezintă un aparat cu o manta de încălzire. Agentul de încălzire este aburul. Aburul este introdus în partea de sus a cămășii. Mantaua poate fi detasabilă, fixată pe flanșe cu o garnitură sau fixă, sudata. În acest din urmă caz, prevenirea și repararea unui astfel de aparat este dificilă.

Avantaje: Acces facil la camera interioară a mașinii pentru curățare; simplitate la asamblare.

Dezavantaje: Suprafață de schimb de căldură relativ mică - până la 15 m^2 ; gama relativ scăzută de presiuni de operare în jachetă - până la 1 MPa , deoarece este dificil să-i asigure rezistența la presiuni mari; coeficient scăzut de transfer termic pe interiorul carcasei.

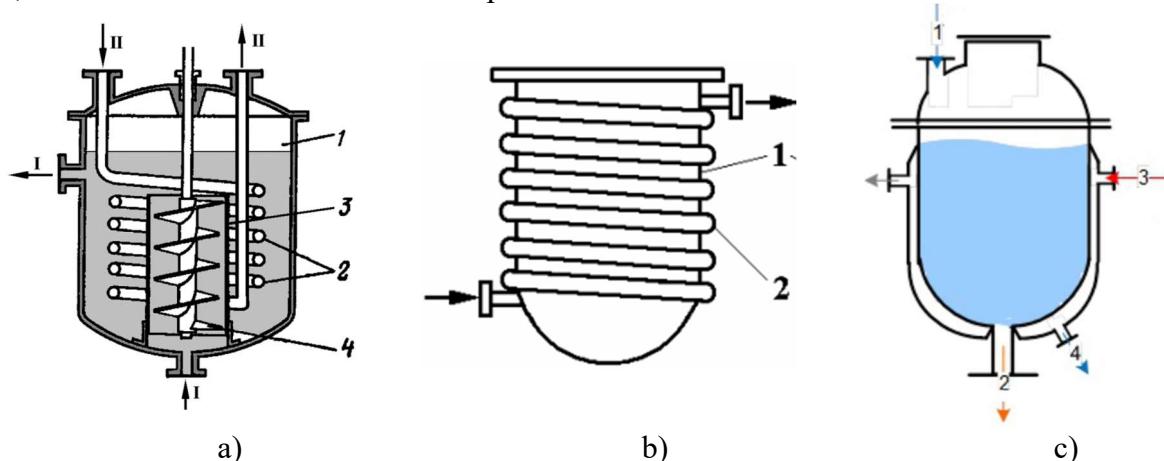


Figura 1. Aparate de schimb de căldura cu rezervor:

- a) cu serpentina de imersie: 1-vas al aparatului; 2 - serpentina; 3 - sticla; 4 - mixer; I, II - purtători de căldură;
- b) cu agitator cu serpentina exterioara: 1- carcasa; 2- serpentina;
- c) cu schimbător de căldura cu manta:1- lichid rece; 2- lichid fierbinte; 3- aburi; 4- condensat; 5- aer.

Principiul de funcționare al aparatului de laborator

Rezervorul agitat cu manta este prevăzut cu un tub spiralat. În „modul de încălzire cu manta” apa caldă curge prin manta și transferă o parte din energia termică în apa rece din rezervor. În „modul de încălzire cu tub spiralat” apa caldă curge prin baterie și încălzește apa rece din rezervor. O mașină de agitare poate fi utilizată în toate modurile. În timpul experimentelor, funcțiile de timp sunt reprezentate grafic [3].

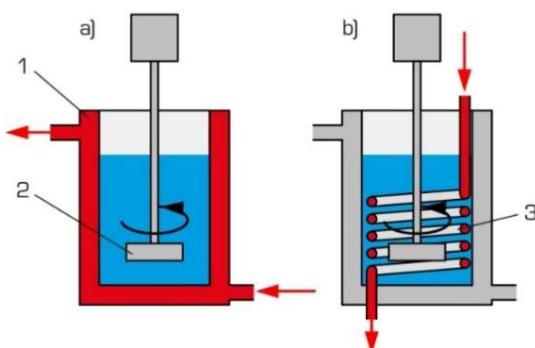


Figura 2. Funcționarea rezervorului cu manta și serpentina:

- a) încălzire cu manta: 1 manta, 2 agitator;
- b) încălzire cu tub spiralat: 3 tub spiralat; roșu: apă caldă, albastru: apă rece.

Elaborări experimentale

În multe aplicații de inginerie de procese, mai multe operații de bază sunt combinate, de exemplu, un fluid este încălzit de un alt fluid în timp ce este agitat, având o reacție chimică în același timp. Astfel de procese au loc frecvent în rezervoare.

În funcție de perspectiva specifică, rezervoarele corespunzătoare pot avea diverse denumiri, inclusiv vase de agitare, reactoare chimice sau rezervoare de reacție încălzite. Procesul poate fi în general efectuat în loturi sau continuu. În aparat schimbul de căldură poate avea loc prin peretele rezervorului. Pentru a permite acest lucru, rezervorul are o jachetă dublă, iar mantaua exterioară este izolată. Ca alternativă la peretele dublu, o bobină de încălzire internă poate fi utilizată pentru a transfera căldura. Agitatorul instalat îmbunătățește transferul de căldură.

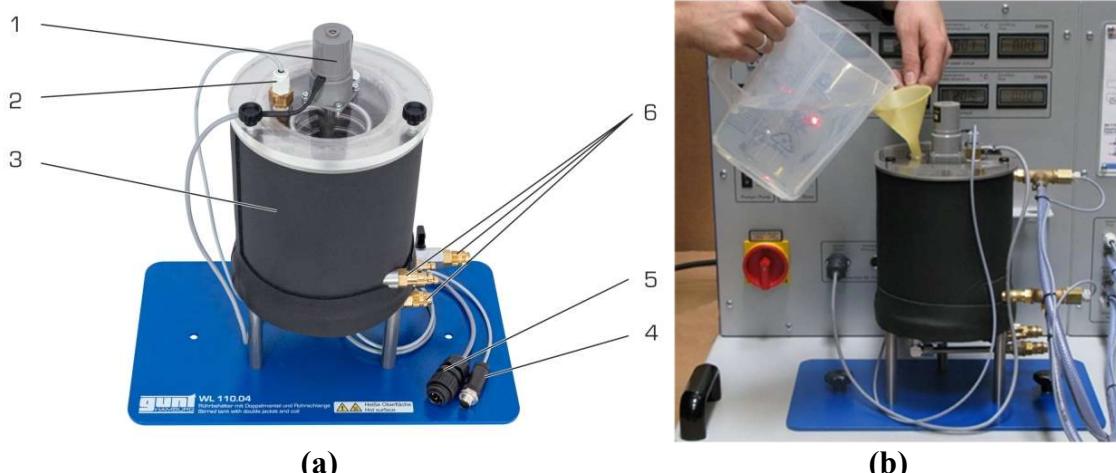


Figura 3. Construcția agitatorului (a) și umplerea rezervorului cu lichid (b)

a)- mașină de agitare, 2- senzori de temperatură, 3- rezervor agitat, 4- conexiune senzor de temperatură, 5- conexiune mașină de agitare, 6- manta de conectare la apă, rezervor agitat, conexiune de apă cu tub spiralat.

Debitul apei calde V_h (culoare roșie figura 5) fluctuează în jurul valorii de 2,1 l/min. Înainte de a adăuga apă rece, temperaturile T1 (alimentare cu apă caldă, culoare verde) și T3 (revenirea apei calde, culoare azurie) sunt în jur de 51°C. La adăugarea apei reci, temperatura de revenire a apei calde T3 scade deoarece peretele cald al jachetei de încălzire dă rapid căldură apei reci. Temperatura T5 (culoare albastră) a apei din rezervor este ușor peste 18°C direct după adăugarea apei la 10:02. Inițial, conținutul rezervorului este încălzit rapid datorită diferenței mari de temperatură.

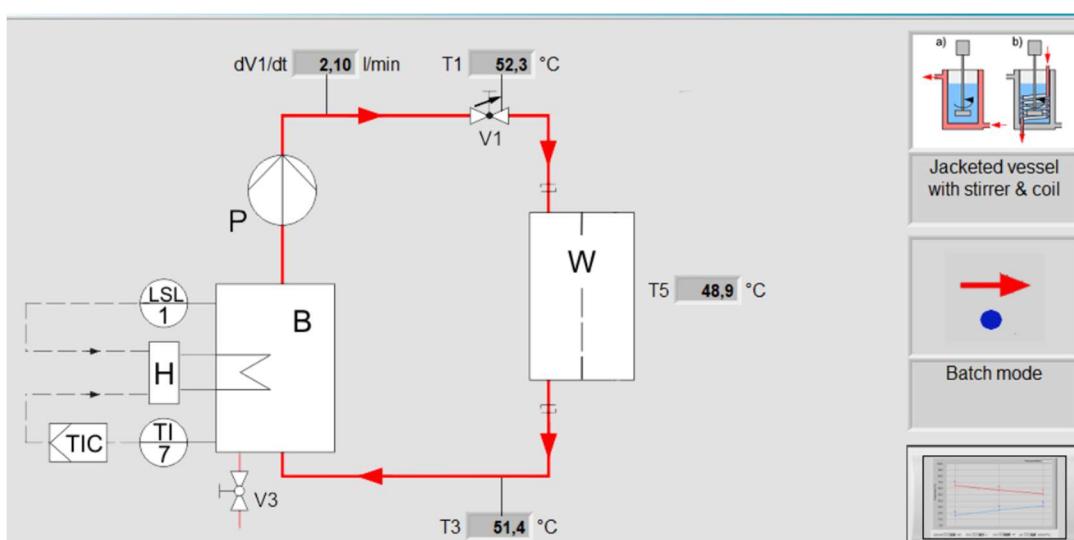


Figura 4. Schema principiului de funcționare cu manta al agitatorului

Pe măsură ce diferența de temperatură între apa caldă și conținutul rezervorului este redusă, temperatura T5 crește tot mai lent. În cele din urmă se apropiie de temperatura apei calde asymptotic. Diferența de temperatură dintre alimentarea cu apă caldă și return se reduce pe măsură ce transmisia de căldură scade. Încălzirea conținutului rezervorului de la 18°C la 48°C durează în jur de 15 min.

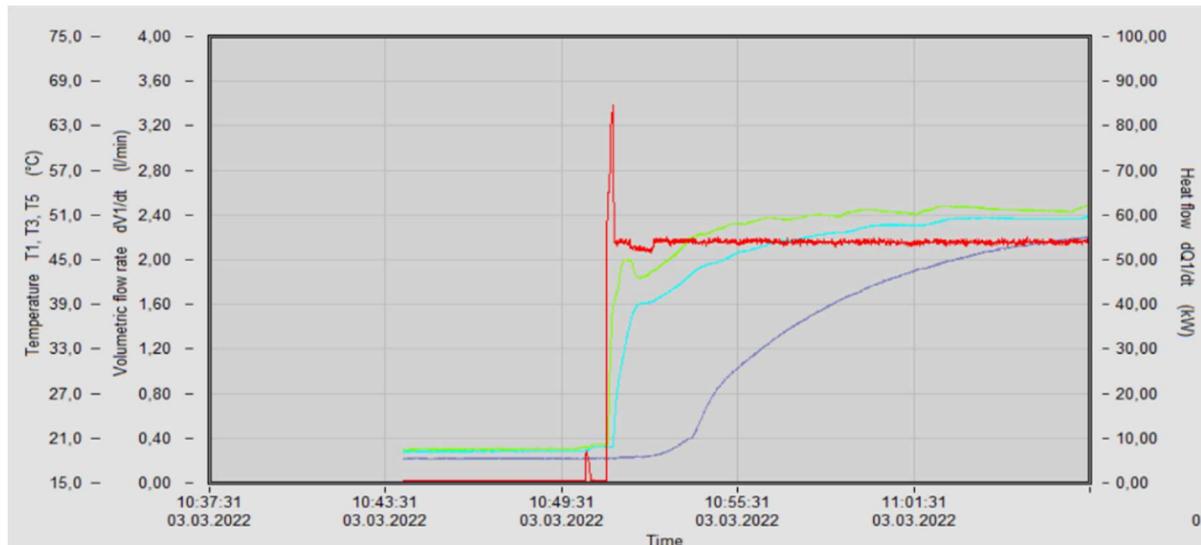


Figura 5. Diagrama fluxul termic și de stabilire a regimului staționar

Concluzie

Încălzirea conținutului rezervorului de la 18 °C la 48 °C durează în jur de 15 min pentru schimbul de căldura prin ambele circuite (manta și serpentină). Acest lucru se datorează funcționării agitatorului în ambele cazuri. Însă durata transferului de căldură fără operarea agitatorului este mai mare în ambele cazuri în special la circuitul prin manta de 1,5 ori.

Experimente similare pot fi utilizate pentru a simula procese reale la scară mică, pentru a obține informații despre proiectarea schimbătoarelor de căldură mari.

Referințe

1. Е. А. Дмитриев, Е. П. Моргунова, Р.Б. Комляшев, Теплообменные аппараты химических производств. Москва, 2013.
2. Поверхностные теплообменники. [online] [accesat 25.02.2022] <https://teploobmenniki.pro/teploobmenniki/>
3. WL 110.04 Stirred tank with double jacket and coil, [online] [accesat 27.02.2022] <https://www.gunt.de/en/products/2e-energy>.

ANALIZA TERMODINAMICĂ A EFICIENTEI APLICATOARELOR CU MICROUNDE

Vadim LAVRIC, Dan SPINU*

Departamentul Inginerie Mecanică, gr.MIFSC-191, Facultatea Inginerie Mecanică Industrială și Transporturi, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Spinu Dan, e-mail: dan.spinu@pmai.utm.md

Rezumat. Analiza termodinamică bazată pe metoda exergie este o metodă de abordare energetică a studiului și dezvoltării sistemelor tehnice. Ea se folosește la instalațiile de încălzire dielectrică cu microonde, o astfel de analiză face posibilă obținerea de informații ample și foarte detaliate despre instalația în sine, atât despre sistemul tehnic și părțile instalației, cât și despre interacțiunea unui astfel de sistem cu un mediu de echilibru și alte obiecte situate în acest mediu. Desigur, pentru astfel de instalații, din toată varietatea de caracteristici, se calculează doar acei indicatori care sunt necesari pentru rezolvarea unei probleme tehnice specifice.

Cuvinte cheie: aplicator cu microonde, magnetron, exergie, tratare termică, oscilații electromagnetice, deshidratarea.

Introducere

Unul dintre principalele procese tehnologice în activitatea umană practică este tratarea termică a materialelor și obiectelor. Studiile moderne care folosesc metode electrofizice pentru a reduce durata tratamentului termic, inclusiv un proces atât de consumator de energie precum deshidratarea materialelor, au demonstrat eficacitatea utilizării oscilațiilor electromagnetice înalte și microonde. Încălzirea volumetrică realizată în acest caz face posibilă introducerea unei puteri specifice mari în produs, menținând în același timp calitatea ridicată a produsului prelucrat.

Energia cu microonde - este o sursă de căldură foarte convenabilă, care are avantaje indubitate față de alte surse într-o serie de aplicații:

- Nu introduce poluare la încălzire, la utilizare energiei nu se ard produsele;
- Se încalzește cu viteze mari, cu toate acestea în material nu apar solicitări termomecanice distructive;
- Echipamentul generator este electronic și funcționează aproape fără inerție, datorită căruia nivelul puterii microondelor și momentul alimentării acestuia pot fi modificate instantaneu;

Structura instalației

Un cupitor cu microonde este alcătuit dintr-o cameră metalică în care sunt gătite alimente. Camera este echipată cu o usa care impiedică ieșirea radiatiilor. Pentru încălzirea uniformă a alimentelor, în interiorul camerei este instalată o masă rotativă, care este antrenată de un motor-reductor (motor). Radierea cu microonde este generată de un magnetron și introdusă în cameră printr-un ghid de undă dreptunghiular. Pentru a răci magnetronul în timpul funcționării, se folosește un ventilator, care conduce aerul rece prin magnetron. În plus, aerul încălzit de la magnetron prin conductă de aer este trimis în cameră și este, de asemenea, folosit pentru încălzirea alimentelor. Prin orificii speciale neradiante, o parte din aerul încălzit și vaporii de apă sunt îndepărtați în exterior. Un magnetron este un tub electronic puternic care generează microonde atunci când un flux de electroni interacționează cu un câmp magnetic. Adică magnetronul creează microonde și este o componentă obligatorie a tuturor cuptoarelor cu microonde. Aceasta, putem spune cu siguranță - „inima” cupitorului cu microonde.

Analiza procesului

Analiza termodinamică este desăvârșirea oricărui sistem tehnic specific (inclusiv instalațiile de încălzire dielectrică cu microunde) care se realizează pe baza parametrilor termodinamici deja cunoscuți ai sistemului (obținuți fie în experiment, fie prin calcul în proiect). Numărul minim al acestor parametri ar trebui să fie astfel încât pentru studiu sistemului și oricare dintre părțile sale analizate să fie posibil să se întocmească: bilanțele materiale și bilanțele energetice. Dintr-un punct de vedere mai general, este necesar să existe date pentru bilanțuri care reflectă legea conservării materiei și legea conservării energiei (sub forma primei legi a termodinamicii) și, în final, a doua lege a termodinamicii (ca sumă a două legi – în care să fie o constantă a entropiei în procesele reversibile și creșterea acesteia în cele ireversibile).

Ultimul tip de bilanț este exergia - care completează sistemul de ecuații și se bazează pe primele două balanțe. Principiul elaborării unor astfel de bilanțuri este descris detaliat, de exemplu, în [1,2,3]. Valorile incluse în bilanțul energetic total fac posibilă determinarea atât a eficienței energetice, cât și a eficienței exergie a obiectului studiat. Principiul calculului lor este același: trebuie să faceți un raport, în al căruia numărător este înlăcut efectul benefic corespunzător, iar numitorul este costul total al energiei sau exergiei, adică. Există mai multe oportunități de îmbunătățire a eficienței energetice și exergie și de economisire a resurselor energetice ale echipamentelor electrotermale. În [4,5] sunt prezentate câteva măsuri posibile care permit creșterea eficienței și productivității unei instalații electrotermice cu microunde. Bilanțul energetic complet oferă o imagine a distribuției energiei (exergie) de toate tipurile pe obiecte de consum, utilizarea efectiv de energie în aceste obiecte, se reprezintă ținând cont de pierderile în transportul resurselor energetice, materiilor prime tehnologice, produselor și deșeurilor.

O astfel de imagine leagă strâns schema tehnologică a procesului (fluxurile de materiale) cu fluxurile de energie (exergie) de toate formele și, prin urmare, poate servi ca bază pentru îmbunătățirea atât a nodurilor individuale, cât și a procesului (instalației) studiat în ansamblu. Informațiile de acest fel sunt utile nu numai specialiștilor care se ocupă de probleme de exploatare, ci și proiectanților care dezvoltă proiecte pentru construirea de noi centrale. Îi poate îndemna cu noi soluții pentru amenajarea echipamentelor, conducând la o reducere a pierderilor de energie pentru transportul resurselor energetice și a altor materiale, să contribuie la dezvoltarea unui set de măsuri care pot îmbunătăți eficiența energetică a producției în ansamblu datorită combinației raționale a fluxurilor de energie ale instalațiilor sale individuale.

Obiective

1. Optimizarea termodinamică a sistemului. O astfel de optimizare poate fi realizată la diferite niveluri, începând cu o alegere simplă a celor mai avantajoase moduri și parametri de funcționare ai instalației și până la o îmbunătățire radicală a sistemului cu înlăuirea elementelor de echipament sau chiar o modificare a structurii;
2. Optimizarea tehnico-economică a sistemului. O astfel de optimizare poate fi realizată și la diferite niveluri. Dar, în toate cazurile, necesită implicarea, împreună cu informații termodinamice obținute în urma analizei exergie, și anumite informații tehnice și economice. Metoda de utilizare comună a acestora este determinată de tipul de sistem și de natura sarcinii [1,5,6,7].

Utilitatea practică a rezultatului optimizării este determinată în cele din urmă, desigur, de considerente tehnice și economice. Cu toate acestea, optimizarea termodinamică în anumite condiții poate da același extrem al funcției obiectiv ca și cea tehnică și economică. În alte cazuri, poate restrângă semnificativ domeniul de aplicare al căutării unui optim tehnic și economic.

O cerință importantă este eficiența economică atât a aplicatorului, cât și a întregii instalații de microunde în ansamblu. Este necesară o metodă de evaluare a eficienței termice a instalațiilor cu microunde. O metodă bazată pe echilibrarea balanței energetice, luând în considerare pierderile electrice și termice în timpul tratamentului termic atunci când este furnizată energie probei.

Formule de calcul

$$P\tau = E_0 = \Delta E_{np} + \Sigma E_n \quad (1)$$

Unde: E_0 – consumul de energie electrică;

τ – timpul, s;

P – este puterea energiei electrice consumată, W;

ΔE_{np} – este energia utilizată în tratamentul termic, J;

ΣE_n – pierderi de energie în generatorul de câmp electromagnetic, J;

Pierderile de energie electrică pot fi exprimate prin valoarea randamentului electric:

$$\eta_{el} = 1 - \frac{\Sigma E_n}{E_0} \quad (2)$$

Transferul de energie în prezență unei diferențe finite de potențiale de transfer (temperatură, presiune, potențial chimic) este însotit de pierderea acesteia ca urmare a ireversibilității, care nu ține cont de Ec.(1). În acest sens, este necesar să se calculeze pierderile folosind a doua lege a termodinamicii, unde energia care caracterizează performanța maximă a sistemului termodinamic este utilizată ca potențial termodinamic. Creșterea acestuia poate fi determinată de formula:

$$\Delta e = (h_1 - h_2) - T_0(S_1 - S_2) \quad (3)$$

Unde: $h_1 - h_2$ – entalpia specifică la începutul și sfârșitul procesului;

S_1 și S_2 – entropii specifice, $KJ \cdot (kg^{-1} \cdot K^{-1})$;

T_0 – temperatura mediului ambient;

Creșterea exergiei (și anume partea sa operabilă în raport cu mediul):

$$\Delta E_{np} = G\Delta e \quad (4)$$

Unde: G – sarcina aplicatorului, kg;

În cazul ireversibilității procesului ec.(4) ia forma:

$$\Delta E_{np} = G\Delta e + T_0\Delta S \quad (5)$$

Unde: ΔE_{np} – este creșterea totală a entropiei cauzată de ireversibilității;

Acum aflăm eficiența excentrică a procesului din Ec.(4) și Ec.(5), va fi:

$$\eta_e = \frac{G_i\Delta e}{\Delta E_{np}} = 1 - \frac{T_0\Delta S}{\Delta E_{np}} \quad (6)$$

Exergia călduri are cea mai mică valoare:

$$\Delta E_Q = Q(1 - \frac{T_0}{T}) \quad (7)$$

Exergia energiei electrice este determinată de formula:

$$\eta_{el} = 1 - \frac{T_0}{T} \quad (8)$$

Bilanțul exergic al fluxului de energie se va scrie sub formă de valori relative:

$$\eta_0 = 1 - (\beta_1 + \beta_2 + \beta_3) \quad (9)$$

Unde: η_0 – reprezintă fluxul total de energie în sistemul termodinamic;

$\beta_1 + \beta_2 + \beta_3$ – este ponderea pierderilor de exergie datorate distorsiunii ireversibile a călduri și a masei, asupra mediului și în sistemul generator SCA, care se află cu ajutorul formulelor:

$$\beta_2 = \frac{\Delta E_{\beta_2}}{\Delta E_{np}} \quad (10)$$

$$\beta_3 = \frac{\Delta E}{\Delta E_{np}} \quad (11)$$

$$\Delta E_{\beta 2} = Q \left(1 - \frac{T_0}{T_m} \right) \quad (12)$$

$$Q = \frac{\alpha S' (T_{np} - T_0)^2}{T_{np}} \quad (13)$$

Unde: S' – suprafață de schimb de căldură, m^2 ;

α – coeficientu schimbului de căldură, $W / m^2 \cdot K$;

$T_m; T_{np}$ – temperatura produsului, K , și temperatura maximă a încălzitorului, K ;

Determinăm pierderile exergiei în sistemul generator de microunde:

$$\Delta E_{\beta 3} = P_{el} (1 - \eta_{el}) \tau \quad (14)$$

Creșterea exergiei materialului în regimuri izobare se va scrie astfel:

$$de = C_{np} dT - C_{np} T_0 \frac{dT}{T} \quad (15)$$

Sau

$$\Delta e = C_{np} (T_2 - T_1) - C_{np} T_0 \ln \frac{T_2}{T_1} \quad (16)$$

Pentru procesele de deshidratare, Ec.(16) este utilizată sub forma:

$$\Delta e = C_{np} (T_2 - T_1) - C_{np} T_0 \ln \frac{T_2}{T_1} - (\Delta h + \frac{T_0}{T_f} 2) \varepsilon_f \quad (17)$$

Unde: T_f – temperatura unică de tranziție, K ;

ε_f – criterial unic de conversie;

Coefficientul de acțiune al dispozitivului, raportul dintre energia absorbită de obiectul prelucrat și energia furnizată dispozitivului, se va scrie astfel:

$$\eta_{dp} = \frac{G[C_{np}(T_{np} - T_0)g_i + (1 - g_i)2 * \varepsilon_f]}{E_0} \quad (18)$$

Unde: g_i – ieșirea produsului finit, kg / kg ;

Ecuația (18) poate fi scrisă ca:

$$\eta_{dp} = [\eta_e - (\beta_2 + \beta_3)] \eta_{el} \quad (19)$$

Tinând cont de relația Ec.(1) și Ec.(19), obținem valoarea absorbției specific de energie, $KJ \cdot kg^{-1}$;

$$E_{dp} = \frac{1}{\eta G} (\Delta E_{np} - T_0 \Delta S - \Delta E_{\beta 2} - \Delta E_{\beta 3}) \quad (20)$$

Valoarea creșterii entropiei sistemului în timpul tratamentului termic la presiune constantă:

$$\Delta S = G(C_{np} * \ln \frac{T_2}{T_1} + \frac{2}{T_f} \varepsilon_f) \quad (21)$$

Unde: T_1, T_2 – temperatura inițială și finală ale produsului, K ;

Folosind relațiile Ec.(20) și Ec.(21) este destul de rezonabil din punct de vedere termofizic să se estimeze caracteristicile diferitelor instalații care utilizează încălzirea cu microunde.

Concluzii

Informațiile de acest fel sunt utile nu numai specialiștilor care se ocupă de probleme de exploatare, ci și proiectanților care dezvoltă proiecte pentru construirea de noi centrale. Îi poate îndemna cu noi soluții pentru amenajarea echipamentelor, conducând la o reducere a pierderilor de energie pentru transportul resurselor energetice și a altor materiale, să contribuie la dezvoltarea unui set de măsuri care pot îmbunătăți eficiența energetică a producției în ansamblu datorită combinației raționale a fluxurilor de energie ale instalațiilor sale individuale.

Mulțumiri. Autorii aduc sincere mulțumiri conducătorului științific, Domnului profesor universitar Ivanov Leonid, pentru sprijin și ghidare în implementarea acestui proiect.

Referințe

1. Novozhilov Iu.V., Yappa Iu.A. — *Electrodinamika:nauka*, 1976.
2. Putner G.- *Nagrev enrgiei sverhvîsochih cistot:enrgia*, 1968.
3. Архетенкий Ю.Г., Девятник И.И., *Сверхвысокочастотные нагревательные установки для интегрирования технологических процессов*, 1983.
4. Grigoriev A.D., — *Electrodinamica și tehnologie cu microunde*, 1990.
5. Карлингер ММ. - *Электродинамика СВЧ*, 2006.
6. Titova L.K., -*Electromagnitnoe izluchenie- vred ili polza*, 2014.
7. Вайнштейн Л. А., Электромагнитные волны. М.: Радио и связь, 1988.
8. Теория линий передачи сверхвысоких частот. М.: Сов. радио, 1951.
9. Каценеленбаум Б. З., *Высокочастотная электродинамика*. М.: Наука, 1966.
10. Микаэлян А. Л., *Теория и применение ферритов на сверхвысоких частотах*. М.,Л.: Госэнергоиздат, 1963
11. Ландау Л. Д., Либшиц Е. М., *Электродинамика сплошных сред*. М.: Наука, 1982. Альтман Дж. Устройства СВЧ. Мир, 1968

CICLODA ȘI PROBLEMA CELEI MAI RAPIDE COBORÂRI

Nadejda LICA*, Ana PRODAN

Departamentul Ingineria Software și Automatică, TI-215, TI-216, FCIM,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Nadejda Lica, e-mail: nadejda.lica@isa.utm.md

Abstract. În acest articol se studiată cicloida cu ajutorul calcului integral și apoi problema celei mai rapide coborâri fără alunecare a unui corp sub acțiunea forței gravitaționale. Această problemă se rezolvă cu ajutorul calculului diferențial, aplicând aspectul geometric al problemei. Se determină mai întâi ecuațiile cicloidei, lungimea unui arc al ei și aria mărginită de el și axa OX. Apoi se studiază problema celei mai rapide coborâri și se deduce ecuația diferențială a curbei ce reprezintă soluția acestei probleme. Se arată, că cicloida este curba celei mai rapide coborâri și are, de asemenea, proprietatea tautocronismului, prin care Huygens a îmbunătățit pendulul lui Galileo.

Cuvinte-cheie: cicloidă, calcul integral și diferențial, curbă Brahistocrone, ecuația diferențială a curbei celei mai rapide coborâri, tautocronism.

Introducere

În natură și știință există o mulțime de lucruri interesante, misterioase. Multe din ele se studiază în cadrul orelor de matematică și fizică. Astfel, în cadrul lecțiilor de matematică am studiat diferite linii remarcabile, una dintre care fiind cicloida - o adevărată «enigmă a matematicii și naturii». Cicloida este o curbă trasată de un punct al unui cerc ce se rostogolește fără alunecare pe o dreaptă. Cicloida are proprietăți remarcabile, pe care le vom analiza cu ajutorul formulelor matematice, aplicând legile fizicii. Vom calcula lungimea unui arc al cicloidei și aria mărginită de el și axa OX. Apoi vom studia problema celei mai rapide coborâri și vom deduce ecuația diferențială a curbei ce reprezintă soluția acestei probleme. Vom arăta, că tocmai cicloida este soluția problemei. De menționat, că cicloida are multe aplicații în diferite domenii, aşa ca mecanica, hidraulică, construcții etc. Această curbă remarcabilă joacă un rol important în crearea diferitor dispozitive. Astfel găsim aplicații ale cicloidei și în unele sporturi, de exemplu în crearea de piste și trambuline pentru skateboarding și schi.

1. Definiția cicloidei, graficul și ecuațiile ei parametrice

Cicloida a fost studiată de Nicolaus Cusanus și mai târziu de Mersenne. A fost denumită astfel de către Galileo în 1599. Cicloida a fost numită „Elena geometrilor” deoarece a cauzat certuri frecvente între matematicienii secolului al XVII-lea.

Cicloida este o curbă plană descrisă de traectoria unui punct fix de pe un cerc de rază R , care se rostogolește fără alunecare pe o dreaptă fixă - axa OX (figura 1).

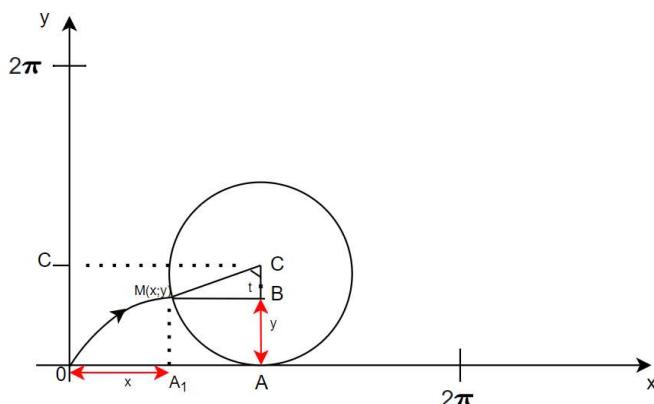


Figura 1.

Din figura 1, deducem ecuațiile parametrice ale cicloidei. Observăm, că $y = CA - CB$. Lungimea segmentului CA este egală cu raza cercului ($CA = R$), iar lungimea segmentului CB îl vom exprima din ΔCBM – dreptunghic, în care $m(< B) = 90^\circ$, $CM = R$. Obținem, că $CB = CM \cos t = R \cos t$. Astfel, am dedus ecuația parametrică pentru variabila y :

$$y = R - R \cos t = R(1 - \cos t) \quad (1.1)$$

De asemenea din figura 1 observăm, că $x = OA - OA_1$. Cum cercul se mișcă fără alunecare, avem, că $OA = \bar{AM} = Rt$. Din ΔCBM deducem, că $AA_1 = MB = R \sin t$. Prin urmare, ecuația parametrică pentru variabila x va fi

$$x = Rt - R \sin t = R(t - \sin t) \quad (1.2)$$

Astfel, ecuațiile parametrice ale cicloidei sunt date de formulele (1.1) și (1.2).

2. Calculul lungimii și ariei unui arc de cicloidă

În figura 2 este reprezentat un arc al cicloidei, obținut la rostogolirea unui punct situat pe un cerc de rază R .

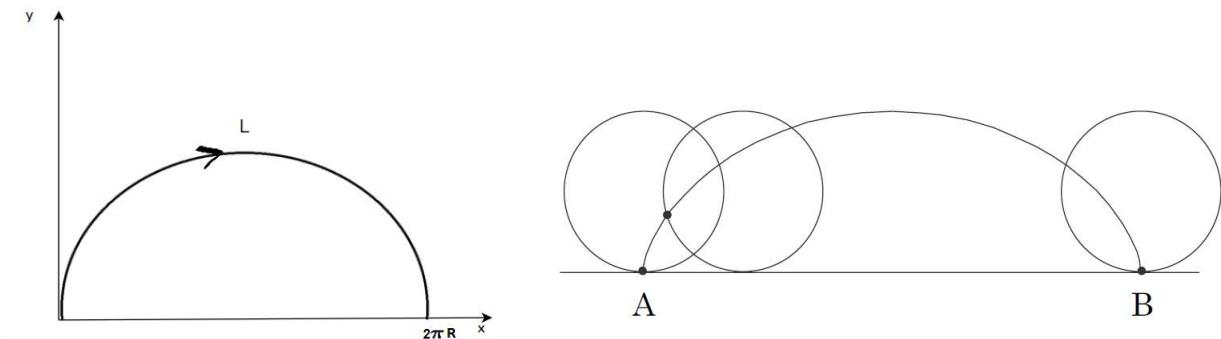


Figura 2

Lungimea acestui arc al cicloidei se calculează cu ajutorul integralei curbilinii, aplicând formula:

$$l = \int_A^B ds \quad , \quad ds = \sqrt{(x')^2 + (y')^2} dt \quad (2.1)$$

unde în baza formulelor (1.1) și (1.2) avem: $x = R(t - \sin t)$, $y = R(1 - \cos t)$, $t \in [0; 2\pi]$ (2.2)

Înlocuim relațiile (2.2) în (2.1) și obținem :

$$\begin{aligned} l &= \int_0^{2\pi} \sqrt{R^2(2 - 2 \cos t)} dt \\ l &= \int_0^{2\pi} 2R \sin(0,5t) dt = 2R \int_0^{2\pi} \sin(0,5t) dt \Rightarrow \\ \Rightarrow l &= 4R \int_0^{\pi} \sin(x) dx = 4R(-\cos(x))|_0^{\pi} = 8R \end{aligned} \quad (2.3)$$

Formula de calcul a ariei figurii mărginite de un arc al cicloidei și axa OX este:

$$A_f = \int_0^{2\pi} y dx \quad (2.4)$$

$$A_f = \int_0^{2\pi} R^2(1 - \cos t)^2 dt = R^2 \left(\frac{3}{2}t - 2 \sin t + \frac{1}{2} \cos t \sin t \right) \Big|_0^{2\pi} = 3\pi R^2 \quad (2.5)$$

Concluzie: Lungimea cicloidei $l = 8R$ iar aria $A_f = 3\pi R^2$

3. Problema celei mai rapide coborâri și soluționarea ei

Se spune, că Galileo (1564-1642) a prezentat pentru prima dată această problemă care mai este cunoscută și sub numele de problema determinării *curbei Brachistocrone*. Curba dată a fost numită ulterior brachistocrona (din greacă βραχιστος - cea mai scurtă și χρόνος - timp) - traectoria celei mai rapide coborâri. Problema a fost rezolvată independent în moduri diferite de Leibniz, Jacob Bernoulli (fratele lui I. Bernoulli), G. Lopital, I. Newton și Johann Bernoulli însuși. Aceasta a fost prima problemă de calcul variațional, o ramură a matematicii care nu fusese încă creată la acea vreme. Soluția lui J. Bernoulli s-a remarcat față de toate cele prezentate atât prin non-trivialitatea sa, cât și prin caracterul comun al metodelor utilizate.

- Primul principiu de la care J. Bernoulli a procedat la rezolvare a fost că, dacă o curbă are vreo proprietate, atunci orice parte a acesteia trebuie să aibă aceeași proprietate. Această idee a făcut posibilă descompunerea unei sarcini complexe în mai multe sarcini mai simple.
- Al doilea principiu este o idee foarte originală de aplicare a legilor opticii în mecanică. Legea opticii în cauză se numește principiul lui Fermat: Dintre toate căile posibile, lumina alege calea care durează cel mai puțin timp.
- Din acest singur postulat urmează toate legile opticii geometrice, în special legea refracției luminii la granița a două medii, descoperită de olandezul W. Snell (van Snel van Royen) în 1621.

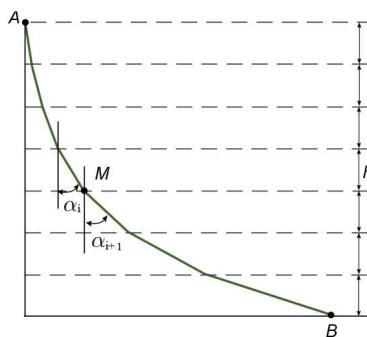


Figura 3

Din figura 3 poate fi dedus că,

$$\frac{\sqrt{y}}{\cos \alpha} = c \quad (3.1)$$

unde c - este coeficientul de proporționalitate, iar α - unghiul dintre tangenta dusă în punctul cu coordonatele (x, y) al curbei și axa OX .

Cunoaștem, că panta tangentei la graficul unei funcții este egală cu derivata funcției calculată în punctul de tangență:

$$k = y' = \operatorname{tg} \alpha . \quad (3.2)$$

Exprimăm $\cos \alpha$ din identitatea $1 + \operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$ și obținem că

$$\cos \alpha = 1 / \sqrt{1 + (\operatorname{tg}^2 \alpha)} \quad (3.3)$$

Din (3.2) și (3.3) obținem:

$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + (y')^2}} \quad (3.4)$$

Înlocuind (3.4) în ecuația (3.1) obținem *ecuația diferențială a curbei celei mai rapide coborâri*:

$$y(1 + (y')^2) = c^2 \quad (3.5)$$

Vom arăta acum, că cicloida este soluția ecuației (3.5).

Folosind ecuațiile parametrice ale cicloidei (1.1) și (1.2) deducem, că:

$$y'_{(x)} = \frac{dy}{dx} = \frac{y' dt}{x' dt} = \frac{R \sin t}{R(1-\cos t)} = \frac{\sin t}{1-\cos t} \quad (3.6)$$

Înlocuind expresiile (1.1) și (3.6) în ecuația (3.5), obținem:

$$\begin{aligned} y(1 + (y')^2) &= R(1 - \cos t) \left[1 + \frac{\sin^2 t}{(1 - \cos t)^2} \right] = R(1 - \cos t) \frac{(1 - \cos t)^2 + \sin^2 t}{(1 - \cos t)^2} \\ &= R \frac{1 - 2 \cos t + \cos^2 t + \sin^2 t}{1 - \cos t} = 2R. \end{aligned}$$

Prin urmare, cicloida este o soluție a ecuației celei mai rapide coborâri cu $c^2 = 2R$.

Mulțumiri

Exprimăm sincere mulțumiri profesorului nostru, conf. univ., dr. Iurie Baltag iurie.baltag@mate.utm.md, pentru îndrumarea, și susținerea în cadrul procesului de realizare a acestui articol, recunoștință pentru tema interesantă propusă, și ajutorul acordat în studiul și realizării ei.

Referințe

1. Takakuwa, S. (2003). Bibun Hoteishiki to Henbunho [Differential equations and the calculus of variations]. Tokyo: Kyoritsu.
2. Richard A. Proctor *The geometry of cycloids. A treatise on the Cycloid and all forms of Cycloidal Curves, and of the use of such curves in dealing with the motions of planets, comets, &c.* Paperback - January 25, 2016.
3. *The English And American Mechanic*, by B. Frank Van Cleve.
4. Fihtenholt G. *Calcul diferențial și integral*, Bucuresti, 1965.

MODELAREA PROCEDEELOR DE MICRO- ȘI NANOSTRUCTURARE A SUPRAFEȚELOR CU TRATAMENT CHIMICO-TERMIC ÎN PLASMĂ ELECTROLITICĂ DE TENSIUNE JOASĂ

Daniela RĂILEANU

Universitatea Tehnică a Moldovei, Școala Doctorală a UTM,
Specialitatea: 242.05 Tehnologii, procedee și utile de prelucrare

Autorul corespondent: Răileanu Daniela, e-mail: daniela.raileanu94@gmail.com

Rezumat. Este cunoscut faptul că piesele utilizate în construcția de mașini foarte frecvent funcționează în condiții de temperaturi cu diapazon larg, medii agresive, fiind supuse uzurii mecanice intensive etc. Aceste condiții de exploatare a tehnicii moderne impun cerințe deosebite referitor la durabilitatea și fiabilitatea construcțiilor în ansamblu și a elementelor componente ale lor în parte. Orișice tehnologie nouă elaborată prezintă o valoare atât teoretică, cât și practică, dacă include în sine următoarele criterii: aplicabilitate practică; eficiență economică; fiabilitate și performanță. Din acest punct de vedere obținerea suprafețelor cu proprietăți deosebite a straturilor subțiri de ordinul nanometrilor este o tendință strategică a cercetărilor contemporane prin elaborarea de noi procedee și tehnologii de prelucrare a materialelor, astfel, încât să se asigure o înaltă productivitate, economie de materiale și energie și să se asigure o calitate înaltă a suprafețelor prelucrate. Pe piața mondială a tehnicii și tehnologiilor de prelucrare a materialelor există o concurență tot mai aprigă între cele tradiționale și ne-traditionale. Vectorul principal de dezvoltare e de partea tehnologiilor noi, care de fapt au menirea de a anihila criza de materiale și energie care a cuprins întreaga omenire.

Cuvinte cheie: Metale, oțel, electrolit, metode, prelucrarea materialelor, plasmă electrolitică, tensiune joasă, presare, chimico-termice, anod, catod, proces, utilaj, faze, călire.

Introducere

Prelucrarea metalelor și în special a oțelurilor în plasmă electrolitică permite efectiv rezolvarea unor probleme complicate de ordin tehnologic. Dintre avantajele metodei pot fi enumerate următoarele: obținerea unor viteze mari de încălzire până la temperaturi destul de înalte, practic până la temperatura de topire, posibilitatea unei automatizări complete a procesului în producție de masă, diversificarea operațiilor de prelucrare termică și termochimică, de asemenea lipirea cât și efectuarea unor depuneri prin topire etc., posibilitatea localizării și obținerea unei zone de încălzire strict limitate; ușurința reglării parametrilor termici prin schimbarea parametrilor electrici; un consum specific de energie; neagresivitatea mediului de lucru.

Metode și variante teoretioco-practice de prelucrare a materialelor

Prelucrarea în plasmă electrolitică de tensiune joasă poate fi efectuată în două variante, catodică și anodică. Varianta catodică se utilizează pentru tratamentele termice (călire, recoacere) cât și prelucrarea prin presare. Varianta anodică, a prelucrării în plasmă electrolitică de tensiune joasă, permite de a efectua tratamente chimico-termice cu călire ulterioară, îmbinate într-un proces unic. Materialele supuse prelucrării prin această tehnologie sunt în temei oțelurile cu o concentrație de carbon 0,3 – 0,45 %.

Schema și fazele procesului de prelucrare în plasă electrolitică sunt arătate în fig. 1 și fig. 2.

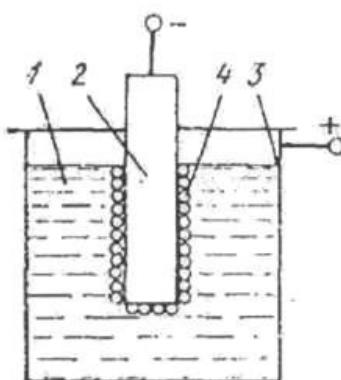


Fig. 1 Schema prelucrării în electrolit varianta catodică:
1 – electrolitul; 2 – catodul; 3 – anodul; 4 – bule de hidrogen

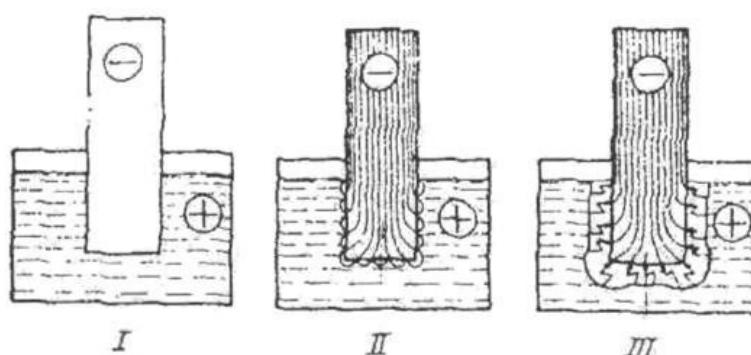


Fig. 2 Fazele procesului încălzirii în plasmă electrolytică:
I – inițială; II faza întâi; III – faza a doua

Metoda își are neajunsurile sale aşa ca necesitatea confectionării unui utilaj special cât și anumite dispozitive pentru el: utilaj complicat pentru asigurarea unei exploatari securizate din cauza tensiunilor înalte; dificultăți de control direct a temperaturii pieselor supuse prelucrării; unele dificultăți de prelucrare a pieselor profilate de mare lungime; un randament nu mai mare de (40-45%).

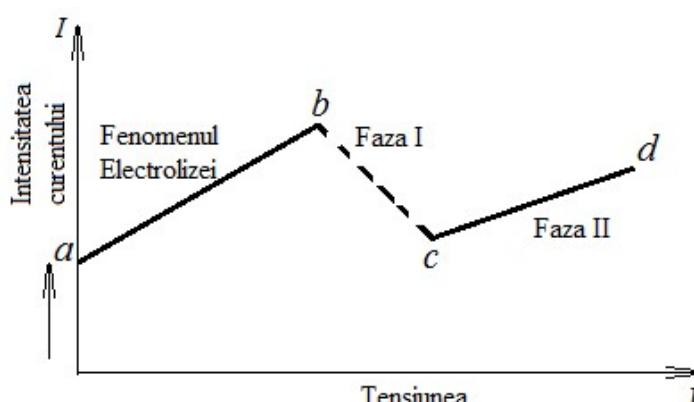


Fig. 3 Caracteristica volt-amperică a procesului încălzirii în plasmă electrolytică

Caracteristica volt-amperică tipică a fazelor procesului de prelucrare în plasmă electrolytică este arătată în fig.3. La creșterea continuă a tensiunii pe electrozi băii la început decurge procesul normal de electroliză (a-b) în această regiune dependența dintre curent și tensiune poartă un caracter liniar și se descrie prin legea lui Ohm. O creștere în continuare a tensiunii conduce la începutul primei faze (b-c) formarea intensivă a gazelor pe suprafața catodului – se manifestă prin oscilații ale lichidului din regiunea catodului, apariția descăr cărilor prin scânteie, și cu poenituri

caracteristice. Creșterea în continuare a tensiunii conduce la mărirea numărului de descărcări unitare și în final pe suprafața catodului are loc formarea a unui încaveliș luminos, intensitatea currentului din nou crește. Începe faza a doua a procesului (c-d) prin care are loc încălzirea suprafeței catodului. Nu se recomandă ca la electrozi să fie aplicată tensiunea totală (de exemplu 220 V), în aşa cazuri procesul va decurge anormal în corespundere cu faza întâi.

1. Călirea pieselor prin metoda încălzirii capătului liber

Prin această metodă se călesc capetele supapelor, capurile buloanelor, suruburile, împingătoarelor, capetele ambriajelor reglatoarelor etc. Precizia înaltă a lungimii capătului supus încălzirii se menține prin asigurarea adâncimii constante de scufundare a piesei care este catodul (fig. 4.a) în electrolit. Baia metalică se conectează la polul pozitiv a circuitului de curent continuu.

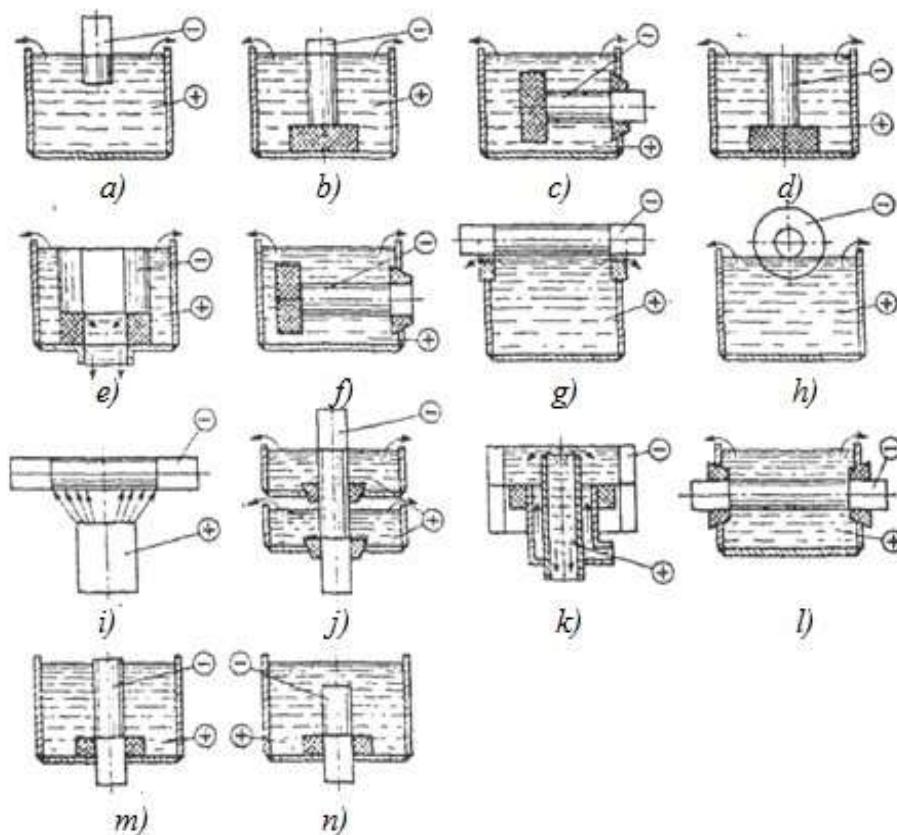


Fig. 4 Schemele dispozitivelor pentru diferite procedee de prelucrare în plasmă electrolitică

- a) în strat de electrolit a capătului liber;
- b) în strat de electrolit cu ecranarea capătului;
- c) substrat de electrolit cu ecranarea capătului;
- d) în strat de electrolit;
- e) în strat de electrolit;
- f) substrat de electrolit;
- g) cu acufundare și rotire;
- h) în get cu rotire;
- i) în strat de electrolit la suprafața exterioară;
- j) în strat de electrolit la suprafața interioară;
- k) în strat de electrolit; superficială
- l) în strat de electrolit; interioară
- m) strat de electrolit.
- n) substrat de electrolit.

Adâncimea cufundării piesei se stabilește cu ajutorul dispozitivului de fixare. Posibilitățile utilizării procedeului se determină secțiunea, forma și lungimea capătului piesei supus încălzirii. La mărirea secțiunii și lungimii capătului supus prelucrării densitatea curentului se distribuie neuniform. Astfel de condiție duce la topirea capătului și în primul rând ale părților care sunt ascuțite. Practic acest procedeu este utilizat numai pentru prelucrarea capetelor cilindrice și sferice a pieselor cu diametru de până la 15 mm și lungimea de 5-10 mm.

2. Călirea și recoacerea capetelor prin ecranarea lor

Lărgirea regiunii utilizării încălzirii la capăt contribuie ecranarea lui și a părților extreme. Pentru micșorarea densității curentului pe capete în temei pe cele ascuțite (muchii), piesele se fixează pe un material refractor electroizolant. Utilizând paravane (ecrane) se poate de încălzit uniform piese cu diametru de 30-35 mm la acufundarea în electrolit până la 40 mm. Ecranele utilizate la diferite tipuri de încălzire în electrolit sunt arătate în fig.5

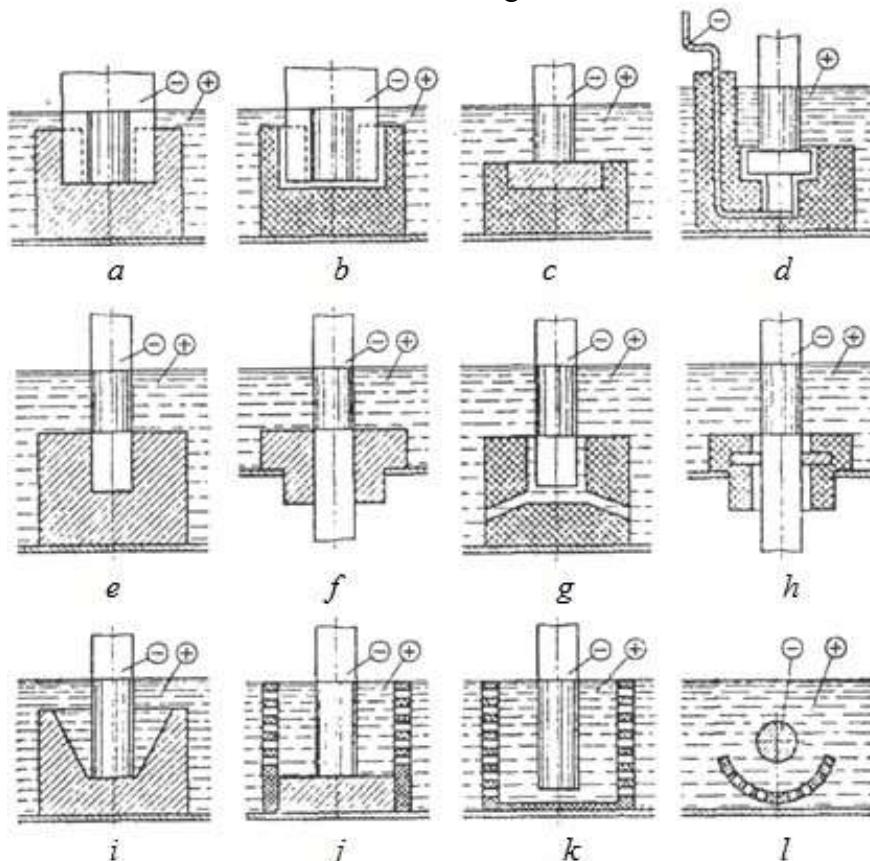


Fig.5 Schema de ecranare la prelucrarea prin plasmă electrolytică

- a) ecranare locală, ecran din material refractar;
- b) idem, ecran din masă plastică;
- c) ecran din masă plastică cu garnitură din ceramică;
- d) ecran din masă plastică cu garnitură din metal; e – ecranare totală, ecran din material refractar;
- e) ecran din masă plastică;
- g, h) ecran din masă plastică cu garnitură metalică;
- i) ecranare parțială, ecran din material refractar;
- j) ecran din masă plastică cu garnitură din ceramică;
- k, l) ecran din masă plastică.

3. Prelucrarea materialelor prin presare

Principiile prelucrării metalelor în electrolit înainte de forjare, ștanțare, îndoire, refulare este același, ca și în alte cazuri. Deosebirea constă numai în aceea că înainte de prelucrarea prin

presare metalul este încălzit în tot volumul dar nu numai la suprafață, ca la călire. O astfel de prelucrare se efectuează prin alegerea corespunzătoare a regiunilor de încălzire și se produce la instalații utilizate pentru călire. Unei astfel de prelucrări pot fi supuse semifabricate cu diametrul de 100 mm.

La respectarea condițiilor constante în privința compozиției, concentrației și temperaturii electrolitului, regimurile de încălzire se regleză numai schimbând tensiunea sursei de curent și timpului de încălzire.

Avantajele metodei de încălzire în electrolit se manifestă în procesul efectuării unor operații concrete în anumit mod. La lipire se exclude necesitatea utilizării fluxurilor, reducerea utilizării materialului de lipit, creșterea considerabilă a productivității, posibilitatea automatizării simple a liniilor în torrent. La încălzirea locală sau generală, a volumului sau la suprafață pentru tratamente termice sau prelucrarea mecanică la încălzire – această tehnologie permite de a regla ușor viteza de încălzire, lipsa oxidării superficiale, păstrarea rugozității inițiale și precizia pieselor supus prelucrării, utilizarea pentru orice materiale electroconductive, simplitatea automatizării și o deservire simplă. În cazul recoacerei până la incandescentă albă a sârmelor, țevilor subțiri, a arborilor flexibili etc. – se obține o calitatea înaltă a producției și simplificarea operațiilor. În procesul coacerii și presării calde a pieselor confecționate prin metoda metalurgiei pulberilor – se produce o corelare a îmbinării grăunceoarelor între ele, cu presarea într-o operație, - simplificarea tehnologiei, creșterea calității pieselor, articolelor. Condițiile de bază a obținerii unei încălziri uniforme și economice constau în crearea pe catod a unei densități de curent necesare și menținerea unui raport corelat dintre suprafața catodului și a anodului.

Suprafața anodului trebuie să întreacă suprafața catodului nu mai puțin de 10 ori. Uniformitatea încălzirii suprafeței piesei de formă complexă se efectuează prin schimbarea distanței dintre diferite sectoare ale anodului și catodului pentru obținerea pe toată suprafața catodului aproximativ aceeași densitate de curent. Viteza și temperatura direct depinde de mărimea și durata trecerii curentului, însă în fiecare caz concret valorile absolute a acestor indici sunt diferenți în dependență de tipul articolelor supuse încălzirii.

Referințe

1. Л.Я. Попилов “Электрофизические и электрохимическая обработка материалов” Москва “Машиностроение”-1982 стр. 330-398
2. Анагорский Л.А. “Сварка металлов с нагревом в электролите” Ленинград “Машиностроение”1972 стр. 119-121
3. Анагорский Л.А. “Нагрев металлов в электролите” Ленинград “Машиностроение”1966 стр.124-142
4. Л.Я. Попилов “Нагрев в электролите”, Москва- Ленинград “Машиностроение”1971 стр. 175- 193
5. Прохоров В.В. Абндер А.Л. “Нагрев в электролите при резание металлов”, Машиностроение”1970 Нр. 1 стр. 9-11
6. Stoian, Leonard; Palfavi, Atilia; Vintilă, Nicolae; Alexandru, Maniu. Tehnologia materialelor. București: Ed. Didactică și pedagogică, 1980. 656 p.

OPTIMIZAREA PROCESULUI DE DECOLORARE A UNUI EFLUENT FOLOSIND METODA SUPRAFEȚEI DE RĂSPUNS

Ema SAVA¹, Loredana PINTILIE², Mircea Teodor NECHITA^{*3}

¹Departamentul de Inginerie Chimică, masterand, Facultatea de Inginerie Chimică și Protecția Mediului „Cristofor Simionescu”, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, Iași, România

²Departamentul de Ingineria și Managementul Mediului, doctorand, , Facultatea de Inginerie Chimică și Protecția Mediului „Cristofor Simionescu”, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, Iași, România

³Departamentul de Inginerie Chimică, Facultatea de Inginerie Chimică și Protecția Mediului „Cristofor Simionescu”, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, Iași, România

*Autorul corespondent: Mircea Teodor Nechita, e-mail: mircea-teodor.nechita@academic.tuiasi.ro

Rezumat. Acest articol are ca scop evidențierea avantajelor utilizării tehnicilor de programare a experimentelor și a procedeelor de optimizare în vederea creșterii randamentului unui proces. Ca studiu de caz a fost ales procesul de decolorare a unui efluent contaminat cu negru eriocrom T prin adsorbție pe cărbune activ, iar ca procedeu de optimizare s-a ales metoda suprafeței de răspuns (RSM). Studiul experimental a fost realizat considerând trei parametri de proces: concentrația de colorant (CC), cantitatea de cărbune activ (CA) și timpul de contact (t). Interacțiunea dintre parametri și influența lor asupra eficienței procesului de decolorare a fost optimizată cu ajutorul RSM, iar rezultatele obținute au fost validate experimental.

Cuvinte cheie: cărbune activ, decolorare, metoda suprafeței de răspuns, negru eriocrom T, optimizare

Introducere

În scopul cosmetizării produselor, marea majoritate a ramurilor industriale folosesc o gamă largă de pigmenti și coloranți naturali și artificiali, iar aceasta a condus inevitabil la apariția problemelor legate de decolorarea efluенților. Odată cu evoluția industriei pigmentelor și vopselelor au evoluat și tehnologiile folosite pentru decolorarea apelor contaminate cu aceste categorii de substanțe, recunoscute atât pentru toxicitatea lor cât și pentru rezistența la tratamentele fizico-chimice obișnuite [1, 2].

Azo-coloranții, categorie în care se încadrează și Negru eriocrom T (NET), reprezintă cea mai mare clasă de coloranți, constituind una dintre principalele surse de poluare a apelor [3]. Cunoscut mai mult pentru utilizarea ca indicator complexometric, NET are numeroase aplicații în industria textilă, pielărie, în industria cauciucului, în industria farmaceutică și altele, iar eliminarea acestuia din apele uzate este deosebit de importantă. Din acest motiv, au fost elaborate o mulțime de procedee de decolorare a apelor contaminate cu NET, dintre care cele mai populare sunt degradarea photocatalitică [4-6] și adsorbția pe cărbune activ [7, 8] sau alți adsorbanți [9, 10].

Propusa de Box și Hunter la jumătatea secolului trecut, metoda suprafeței de răspuns este considerată în zilele noastre ca o metodă clasică de optimizare, fiind utilizată în numeroase domenii [11], inclusiv în protecția mediului [12]. Mai mult decât atât, numeroase metode moderne de optimizare se bazează în primă fază pe modelele obținute folosind RSM [13, 14].

În această lucrare este prezentat ca studiu de caz optimizarea procesul de decolorare prin adsorbție pe cărbune activ a apelor contaminate cu negru eriocrom T. Parametrii de proces luati în considerare au fost: concentrația colorantului, cantitatea de adsorbant și timpul de contact. Valorile optime, identificate cu ajutorul metodei suprafeței de răspuns, au fost validate experimental.

Materiale și metode

Soluția de colorant a fost preparată folosind apă bidistilită și pigment NET furnizat de S. C. ChimReactiv Ltd. Cărbunele activ achiziționat de la Romcarbon S.A. Buzău, a fost caracterizat într-un studiu anterior [15], fiind aplicat cu succes pentru decolorarea unor soluții de lichior negru din industria celulozei [13] și de verde de bromcresol [14].

Pentru înregistrarea absorbanțelor a fost folosit spectrofotometrul JASCO V-550 UV-VIS. Separarea particulelor de CA a fost făcută prin filtrare cu discuri filtrante de $0.22\text{ }\mu\text{m}$.

În vederea optimizării și modelării procesului de decolorare a NET s-a utilizat modelul Central Compozite Design (CCD), luând în considerare cantitatea de CA ($Z_1 - \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), timpul de contact dintre faze ($Z_2 - \text{min}$) și concentrația colorantului ($Z_3 - \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$). Domeniile de variație și nivelurile variabilelor independente analizate în acest studiu sunt prezentate în Tab. 1.

Tabelul 1

Nivelurile codate și valorile reale ale variabilelor

Factorii codați	X	-1.215	-1	0	1	1.215
Factorul la scară naturală	Z1	0.0013	0.04	0.22	0.4	0.4387
	Z2	4.625	10	35	60	65.375
	Z3	0.325	10	55	100	109.675

Procedura experimentală

Soluțiile de NET având concentrațiile prestabilite corespunzător CCD au fost puse în contact cu cantitatea adecvată de CA pentru o perioadă bine stabilită de timp, conform valorilor furnizate de CCD. Pentru evitarea decantării CA soluțiile au fost menținute sub agitare constantă la o turație de $100\text{ rot}\cdot\text{min}^{-1}$.

Pentru a analiza desfășurarea procesului de decolorare a fost monitorizată valoarea de 535 nm a absorbanței soluțiilor. Dependenta dintre concentrația colorantului și absorbanță a fost determinată cu ajutorul curbei de etalonare prezentate în Fig. 1:

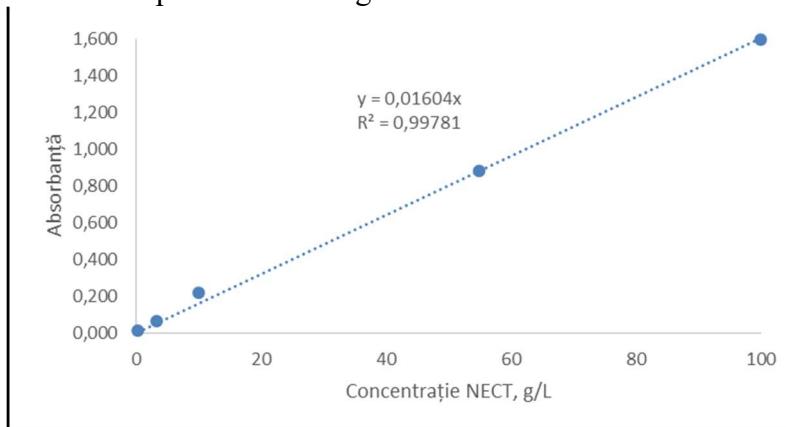


Figura 1. Curba de etalonare absorbanță – concentrație pentru soluțiile de NET

Randamentul decolorării NET, η (%), a fost calculat folosind Ec. 1:

$$\eta = \frac{[\text{NET}]_i - [\text{NET}]_f}{[\text{NET}]_i} \cdot 100, \% \quad (1)$$

unde $[\text{NET}]_i$ și $[\text{NET}]_f$ sunt concentrațiile soluțiilor de NET ($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) la timpul $t = 0$, respectiv la timpul final.

Rezultate și discuții

Pentru a studia efectul combinat al celor trei parametri considerați, au fost efectuate experimente variind valorile acestora în intervalele alese (Tabelul 1), urmând metodologia de planificare statistică experimentală. Folosind tehnica de regresie multiplă a fost obținut un model polinomial complet de ordinul doi a cărui ecuație de regresie, în valori necodate, este:

$$Y = -4.9 - 26.0 \cdot Z_1 + 0.401 \cdot Z_2 + 1.61 \cdot Z_3 + 2.02 \cdot Z_1 \cdot Z_2 + 5.8 \cdot Z_1 \cdot Z_3 - 0.042 \cdot Z_2 \cdot Z_3 - 0.094 \cdot Z_1 \cdot Z_2 \cdot Z_3 \quad (2)$$

Menținând un parametru la valoare constantă – de regulă la mijlocul intervalului de variație ales, au fost construite grafice de tip contur care prezintă modificarea randamentului procesului de decolorare în funcție de ceilalți doi parametri, aşa cum este prezentat în fig. 2a, b și c.

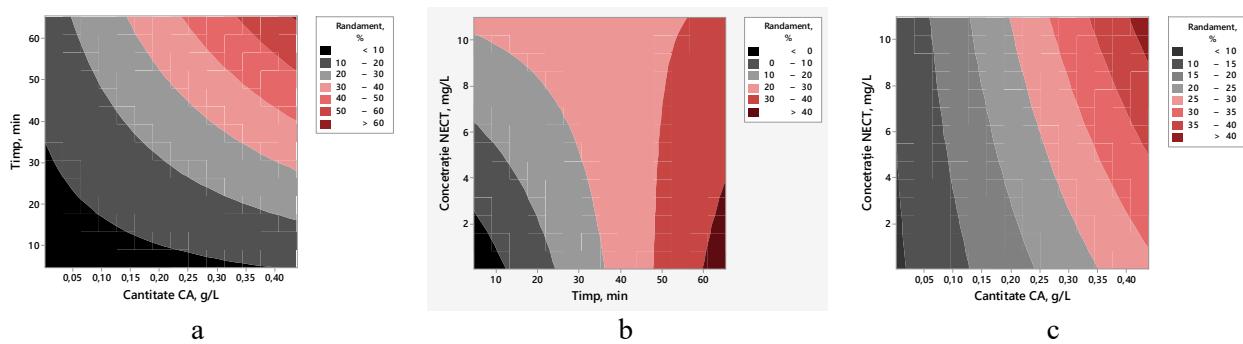


Figura 2. Grafic de tip contur reprezentând eficiența funcție de:
a – CA și t la CC = 55 mg·L⁻¹, b – CA și CC la t = 35 min., c – CC și t la CA = 0.22 g·L⁻¹

Analiza graficelor care redau variația celor trei parametri studiați evidențiază punctele de maxim și/sau minim, ceea ce poate conduce pe de o parte la identificarea corectă a valorilor optime iar pe de alta parte poate arăta impactul parametrilor selectați asupra eficienței decolorării.

Graficele de tip suprafață tridimensională și graficele de tip contur au fost utilizate pentru a prezenta eficiența decolorării la baleierea a câte doi dintre parametrii. Efectul simultan al parametrilor analizați asupra eficienței procesului este prezentat în fig. 3 (a), (b) și (c).

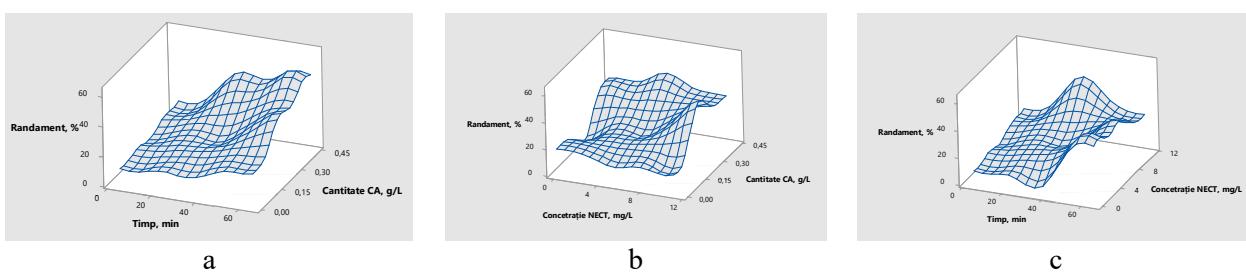


Figura 3. Grafic suprafață 3D arătând eficiență funcție de: a – CA și t, b - CA și CC, c – CC și t

Concluzii

Folosind metoda suprafeței de răspuns a fost optimizat procesul de decolorare prin adsorbție pe cărbune activ a unor ape contaminate cu negru eriocrom T. Valorile optime obținute pentru parametrii considerați au fost validate experimental, acestea fiind: concentrație colorant $0.0325 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, cantitate cărbune activ: $0.4387 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ și timp contact 65.375 min.

Mulțumiri. Această lucrare a fost susținută finanțar prin proiectul PN-III-P4-ID-PCE nr. 58/2021 finanțat de UEFISCDI, România.

Referințe

1. HAO, O.J., KIM H., CHIANG P.-C. Decolorization of Wastewater. In: *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 2000, 30(4), pp. 449-505.
2. ANJANEYULU, Y., SREEDHARA C. N., SUMAN R. D. S. Decolourization of Industrial Effluents – Available Methods and Emerging Technologies – A Review. In: *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 2005, 4(4), pp. 245-273.
3. BAFANA, A., DEVI S.S., CHAKRABARTI T. Azo dyes: past, present and the future. In: *Environmental Reviews*, 2011, 19, pp. 350-371.
4. EJHIEH, A.N., KHORSANDI M. Photodecolorization of Eriochrome Black T using NiS–P zeolite as a heterogeneous catalyst. In: *Journal of Hazardous Materials*, 2010, 176(1), pp. 629-637.

5. SUMADEVI, K.R., KRISHNAMURTHY, G., PRABHAKER, W., PRIYA R. R. S., NAIK, S., BHOJYA H.S., NAIK, N., Photocatalytic degradation of Eriochrome black-T and Evan's blue dyes under the visible light using PVA capped and uncapped Ag doped ZnS nanoparticles. In: *Emergent Materials*, 2021, 4(2), pp. 447-456.
6. POURSHIRBAND, N., NEZAMZADEH-EJHIEH A. A Z-scheme AgI/BiOI binary nanophotocatalyst for the Eriochrome Black T photodegradation: A scavenging agents study. In: *Materials Research Bulletin*, 2022, 148, p. 111689.
7. MITTAL, A., GUPTA V.K. Adsorptive removal and recovery of the azo dye Eriochrome Black T. In: *Toxicological & Environmental Chemistry*, 2010, 92(10), pp. 1813-1823.
8. DE LUNA, M.D.G., FLORES, E.D., GENUINO, D.A.D., FUTALAN, C.M., WAN, M.-W. Adsorption of Eriochrome Black T (EBT) dye using activated carbon prepared from waste rice hulls—Optimization, isotherm and kinetic studies. In: *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 2013, 44(4), pp. 646-653.
9. MU'AZU, N.D., JARRAH, N., KAZEEM, T.S., ZUBAIR, M., AL-HARTHI, M. Bentonite-layered double hydroxide composite for enhanced aqueous adsorption of Eriochrome Black T. In: *Applied Clay Science*, 2018, 161, pp. 23-34.
10. Al-Wasidi, A.S., Abouelreash, Y.G., Al-Reshaidan, S., Naglah, A.M. Application of Novel Modified Chitosan Hydrogel Composite for the Efficient Removal of Eriochrome Black T and Methylene Blue Dyes from Aqueous Media. In: *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, 2022, <https://doi.org/10.1007/s10904-021-02168-x>
11. MYERS, R.H., MONTGOMERY D.C., ANDERSON-COOK C.M. Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments, New York, John Wiley & Sons, 2016.
12. ATOMI, A.I., SUDITU, G.D., PUIȚEL, A.C., NECHITA, M.T. Experimental study on TiO₂ promoted photo-degradation of methylene blue. In: *Bulletin of Romanian Chemical Engineering Society*, 2018, 5(1), pp. 68-74.
13. NECHITA, M.T., SUDITU, G.D., PUIȚEL, A.C., DRĂGOI, E. N. Differential evolution-based optimization of corn stalks black liquor decolorization using active carbon and TiO₂/UV. In: *Scientific Reports*, 2021, 11(1), <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98006-8>
14. DRAGOI, E.N., NECHITA M.T., SUDITU G.D. Bromocresol green adsorption optimization using bio-inspired metaheuristic optimizers. In: *Achievements and perspectives of modern chemistry*. International Conference "Achievements and perspectives of modern chemistry", Chișinău, Moldova, 9-11 octombrie, 2019, pp. 154
15. SECULA, M.S., CAGNON, B., CRETESCU, I., DIACONU, M., PETRESCU, S. Removal of an acid dye from aqueous solutions by adsorption on a commercial granular activated carbon: equilibrium, kinetic and thermodynamic study. In: *Scientific Study & Research. Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 2011, 12(4), pp. 307-322.

OBSERVATII PRIVIND REALIZAREA UNOR PIESE DIN OTELURI DE DAMASC

Ioan SURUGIU*, Adelina HRIȚUC, Vasile ERMOLAI, Marius Andrei BOCA

**Departamentul de Tehnologia Construcțiilor de Mașini, Facultatea de Construcții de Mașini și Management Industrial, Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași, România*

**Autorul corespondent: Ioan Surugiu, e-mail: surugiu.jon@gmail.com*

Rezumat. În conformitate cu informațiile identificate în diverse surse bibliografice, oțelurile de Damasc se obțin în esență prin solidarizarea ca urmare a forjării la cald a unor fâșii de tablă din oțeluri cu diferite conținuturi de carbon și de elemente de aliere. Necesitățile de mai bună cunoaștere a proprietăților și utilizării oțelului de Damasc, au fost întreprinse activități de realizare a unei probe din oțel de Damasc. Plecând de la aceste informații, au fost parcuse etapele necesare realizării unei probe din oțel de tipul oțelului de Damasc, plecând de la condițiile accesibile în cadrul unui mic atelier mecanic. Este de așteptat ca materialul probei să probeze caracteristici de anizotropie, urmând ca în viitor să se efectueze cercetări în această direcție.

Cuvinte cheie: oțel de Damasc, apariție, utilizare, modalități de obținere, probă din oțel de Damasc

Introducere

Oțelurile sunt aliaje ce conțin fier și carbon în calitate de principale elemente de aliere, conținutul de carbon fiind mai mic de 2,11% și urmând ca aliajele cu mai mult de 2,11% carbon să fie denumite fonte. În prezent, oțelurile sunt materialele metalice cu cea mai mare răspândire, ele fiind folosite în structura unor componente ce trebuie să asigure o rezistență mecanică ridicată, o bună rezistență la uzare atunci când componentele din oțel sunt supuse unor solicitări de contact etc. Pentru îmbunătățirea comportării oțelurilor la diferite tipuri de solicitări, în oțel se introduc elemente de aliere în diferite proporții.

Dacă se ia în considerare conținutul elementelor de aliere, se constată că există două categorii de oțeluri:

- *oțeluri nealiate* (denumite *oțeluri obișnuite* sau *oțeluri carbon*), care, în principiu, au în componență numai fier și carbon și care conțin cantități foarte mici din alte elemente;
- *oțeluri aliate*, în a căror componență se găsesc, în afară de fier și carbon și alte elemente de aliere, așa cum sunt cromul, nichelul, manganul, vanadiul, molibden, wolframul etc. [1].

Oțelul de Damasc este un oțel căruia cei care l-au creat au urmărit să îi asigure în primul rând atât o bună tenacitate, dar și o duritate ridicată și care să permită, în acest fel, utilizarea lui în realizarea unor scule cu care să se efectueze operații de tăiere cu relativă ușurință a unor componente din alte materiale, inclusiv prin lovire (prin soc). O anumită preferință s-a manifestat și în legătură cu faptul că după aplicarea unor procedee de lustruire, piesele din oțel de Damasc (săbii și cuțite, în principiu) prezintă o rețea de linii ondulate fine, de culoare mai închisă, pe un fond în general de culoare gri deschis. Liniile închise corespund unor zone cu un conținut mai ridicat de carbon, în timp ce zonele cu nuanțe de gri deschis sunt asociate cu prezența unui conținut mai redus de carbon.

Un concept înrudit cu cele de oțel de Damas este cel de *oțel Wootz*, acesta fiind un oțel ce se obține într-un creuzet și care dispune de benzi caracterizate printr-un conținut mai ridicat de carbon și care se diferențiază ca aspect de restul masei de oțel [2]. În esență, benzile apar ca urmare a prezenței unor componente microscopice de carburi într-o matrice de martensită sau perlită, în cazul oțelurilor cu un conținut mai ridicat de carbon sau a unor straturi de ferită și perlită în oțelurile cu un conținut de carbon mai mic. Oțelurile Wootz par să fi apărut pe la mijlocul mileniului I î.Hr. în sudul Indiei [2].

Spre sfârșitul mileniului I, devin cunoscute oțelurile de Damasc, fiind menționate de către scriitorii și cercetătorii islamici al-Kindi (al cărui nume complet este Abu Ya'qub ibn Ishaq al-Kindi, circa 800 - 873 d. Hr.) și al-Biruni (numele complet al acestuia fiind Abu al-Rayhan Muhammad ibn Ahmad al-Biruni, circa 973 - 1048 d.Hr.). Cei doi cercetători au luat în considerare mai multe ipoteze prin care s-a ajuns la denumirea de „oțeluri de Damasc”, una dintre acestea plecând de la denumirea capitalei actuale a Siriei.

Pe altă parte, se consideră că, de-a lungul evoluției societății omenești, au fost pierdute informațiile privind soluțiile tehnologice inițiale de obținere a oțelurilor de Damasc, spre sfârșitul mileniului I investindu-se eforturi de identificare a modului în care erau fabricate anterior aceste categorii de oțeluri.

Verhoeven et al. au realizat o cercetare experimentală ce a urmărit identificarea modului de apariție a liniilor ondulate pe suprafețele probelor [3]. S-au utilizat răciri lente și rapide ale probelor. Autorii lucrării sunt de părere că liniile ondulate se pot forma ca urmare a microsegregării în V între dendrite în timpul forjării probelor realizate din lamele.

Strobl și Haubner au apreciat că procedeul Damasc conduce la niște piese în cazul cărora avem de-a face cu niște componente din oțel sudate prin forjare [4]. Ei au utilizat metode metalografice, microscopie optică și măsurători de duritate Vickers pentru o mai bună caracterizare a oțelurilor de Damasc. Într-o lucrare ulterioară, Strobl et al. au considerat că tehnologiile de fabricare a oțelului de Damasc prin folosirea unor plăci din oțeluri cu diferite concentrații de carbon conduce la obținerea unui material compozit stratificat, capabil să permită combinarea unor proprietăți ale oțelurilor inițiale [5]. A fost posibilă obținerea unei săbii prin forjarea cu răsucire a pachetului de table din oțeluri ce conțineau carbon în proporții diferite.

Sherby și Wadsworth au arătat că oțelurile de Damasc de bună calitate conțineau 1,0-2,1 % carbon și că erau, ca atare, oțeluri hipereutectoide [6]. Asemenea oțeluri dispuneau de proprietăți mecanice deosebite la temperaturi scăzute și intermediare.

Cercetările ale căror rezultate sunt expuse în prezenta lucrare au urmărit testarea posibilităților de realizare a unei probe din oțel de Damasc. Apreciind că această probă conține un material anizotrop, devine interesantă studierea unor proprietăți mecanice ale unor epruvete realizate din proba de oțel de Damasc.

Cerințe care au condus la apariția oțelurilor de Damasc

Așa cum s-a menționat anterior, piesele realizate din oțel de Damasc (în mod obișnuit, cuțite, săbii, topoare, diverse lame de tăiere etc.) trebuie să disponă de o bună tenacitate, pentru a evita ruperea lor la o solicitare prin soc, dar și de o duritate suficient de mare, ceea ce ar fi trebui să le asigure o rezistență ridicată la solicitări mecanice și respectiv o bună rezistență la uzare.

S-a considerat astfel că acele componente din oțel carbon sau dintr-un oțel slab aliat ar putea oferi tenacitatea dorită, în timp ce componente din oțel de scule, din oțel de arc, din oțel de rulmenți etc. ar putea asigura o ridicată rezistență la solicitări mecanice și respective la solicitări de uzare.

Rezultate ale unor încercări de a obține piese din oțeluri de Damasc forjate

În scopul de a iniția o serie de cercetări referitoare la proprietățile și la utilizările oțelurilor de Damasc, a fost luată în considerare realizarea unor probe din asemenea oțeluri, prin presarea la cald împreună a unor fâșii de tablă din oțeluri având compozиții chimice și proprietăți fizico-mecanice diferite.

Principalele etape parcurse în acest sens au fost cele prezentate în continuare.

- a) Alegerea oțelurilor ce vor fi incluse în aşa-numitul oțel de Damasc. S-a apreciat astfel că un oțel carbon laminat la cald cu o rezistență la rupere de 50 daN/mm^2 ar putea asigura tenacitatea necesară, un oțel de arc ar conferi anumite caracteristici de elasticitate, un oțel de scule și un oțel manganos ar permite creșterea rezistenței la uzare a materialului probei ce urma să fie executată;
- b) realizarea prin procedee de debitare unor fâșii de tablă din oțelurile menționate, cu suprafețe de $150 \times 25 \text{ mm}$ și cu grosimi de ordinal câtorva milimetri (Fig. 1);



Figura 1. Fâșii obținute prin tăierea unor foi de tablă din diferite oțeluri

- c) Șlefuirea cu bandă abrazivă, pentru a îndepărta, pe cât posibil, oxizii ce ar putea constitui obstacole în calea unei bune îmbinări la cald a lamelor din diferite oțeluri. O eficientă înlăturare a eventualilor oxizi ar putea fi realizată în mod eficient și prin utilizare a unor operații de decapare;
- d) Dgresarea suprafetelor lamelor, folosind în acest scop diluantă adecvată;
- e) Constituirea pachetului de lame prin presarea mai întâi a lor cu ajutorul unei menghine;
- f) Solidarizarea lamelor, prin crearea unor cordoane de sudură pe fiecare dintre suprafetele ansamblului constituit de lame (Fig. 2);
- g) Atașarea prin sudare a unei tije care să permită manevrarea pachetului de lame în timpul forjării la cald (Fig. 3);



Figura 2. Presarea fâșilor de tablă



Figura 3. Aspectul pachetului de fâșii de tablă după crearea unor cordoane de sudură și respectiv sudarea unei tije pentru manevrarea probei la presare

- h) Încălzirea pachetului de lame într-un cuptor, până la temperaturi de 1000 – 1200 °C, în mai multe secvențe, cu amplasarea prealabilă pe pachet a unor mici cantități de borax, destinate să diminueze procesul de apariție a unor oxizi sau să contribuie la eliminarea oxizilor formați la încălzirea și forjarea pachetului de lame;

- i) Presarea pachetului de lame într-un mod specific forjării la cald, operație ce contribuie la solidarizarea între ele a lamelor din diferite oțeluri. Această presare se poate efectua folosind o presă de forjă, dar pot fi desigur utilizate și alte utilaje de presare, aşa cum este, de exemplu, presa cu cric din Fig. 4;



Figura 4. Presarea probei încălzite în cuptor

j) Răcirea pachetului de lame, situație care ar putea genera călirea zonelor din probă din oțeluri înalt aliate și asigurarea, în acest fel, a unei durități ridicate a zonelor din pachet ce conțin asemenea oțeluri;

k) Șlefuirea suprafețelor în cazul cărora este necesară obținerea unei rugozități scăzute sau a unui luciu și îndepărarea straturilor de oxizi generați în timpul operației de forjare;

l) Aplicarea unor soluții chimice capabile să pună în evidență liniile curbe corespunzătoare suprafețelor de separație dintre lamele inițiale. Se pot utiliza în acest scop soluții apoase ale unor acizi sau soluții apoase ce conțin clorură ferică. Este necesară apoi utilizarea unor soluții de neutralizare a substanțelor chimic active aplicate anterior, prin folosirea unor soluții apoase de bicarbonat de sodiu și respectiv printr-o spălare atentă și uscare cu aer Cald.

După atacarea cu substanțe chimic active a suprafeței probei pregătite prin operațiile menționate anterior, este posibilă sesizarea acelor linii ondulate, generate prin diferențele dintre culoarea gri deschis a oțelului carbon sau slab aliat și respectiv culoarea gri închis spre negru, corespunzătoare prezenței unor zone din oțel înalt aliat.

Probleme mai dificile în parcurgerea etapelor menționate anterior pentru obținerea unei probe din oțel de Damasc au fost cele generate de:

- a) Necesitatea realizării unui dispozitiv de presare, în cazul de față a unei prese cu cric 5000 daN;
- b) Dificultatea răsucirii probei, datorată durității mari a oțelurilor înalt aliate cu plasticitate scăzută, implicând folosirea eventuală a unui dispozitiv de răsucit. Aspectul probei după răsucire este cel din figura 5;



Figura 5. Aspect al probei răsucite, prelucrate și pasivizate

c) Posibile probleme la realizarea tratamentului termic, datorită valorilor diferite ale coeficienților de dilatare/contractie termică ale oțelurilor componente;

d) Dificultatea polizării probei datorită unor zone cu duritate mare, care pot necesita folosirea unor pânze abrazive destinate chiar prelucrării prin abrazare a oțelurilor înalt aliate.

În figura 6 sunt prezentate imagini ale probei înainte și după răsucire.



Figura 6. Aspectul probei realizate înainte și după răsucire

Concluzii

Studiul literaturii de specialitate a evidențiat utilizarea, în anumite perioade, a unor oțeluri aşa-numite de Damascus, preferate pentru aspectul lor și respectiv pentru unele proprietăți mecanice deosebite. Analiza unor ipoteze de obținere a unor asemenea oțeluri a condus la conturarea unor posibilități de obținere și cercetare a unor probe din respectivele oțeluri. Au fost parcurse, în acest sens, etapele indicate în literatura de specialitate, realizându-se o probă ce conține zone distincte din oțel de scule, oțel manganos, oțel de arc, oțel carbon. În viitor, se intenționează realizarea mai multor probe din oțel în concordanță cu recomandările specifice obținerii oțelului de Damascus și efectuarea unor cercetări referitoare la comportarea probelor la diferite solicitări mecanice.

Mulțumiri. Autorii mulțumesc pentru observațiile și sugestiile primite din partea drei conferențiar dr. ing. Margareta Coteață și a lui prof. univ. dr. ing. Laurențiu Slătineanu, de la Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași.

Referințe

1. Nanu, A. *Tehnologia materialelor*. București: Editura Didactică și Pedagogică, 1983.
2. SRINIVASAN, S., RANGANATHAN, S. *India's legendary wootz steel: an advanced material of the ancient world*. In: Iron and Steel Heritage of India, Universities Press - IIM series in Metallurgy and Materials Science, 2004, pp. 69-82.
3. VERHOEVEN, J.D., PENDRAY, A.H., DAUKSCH, W.E., S.R. WAGSTAFF. Damascus steel revisited. In: *The Minerals, Metals & Materials Society*, 2018, 70, pp. 1331-1336. <https://doi.org/10.1007/s11837-018-2915-z>.
4. STROBL, S., HAUBNER, R. Characterisation of steel composites produced by the Damascus technique. In: *Materials Science Forum*, 2015, pp. 825-826. 852-859.
5. STROBL, S., HAUBNER, R., SCHEIBLECHNER, W. Damascus steel inlay on a sword blade – production and characterization. In: *Key Engineering Materials*, 2017, 742, pp. 333-340. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.742.333>.
6. SHERBY, O.D., WADSWORTH, J. Ancient blacksmiths, the Iron Age, Damascus steels, and modern metallurgy. In: *Journal of Materials Processing Technology*, 2001, 117, pp. 347-353. [https://doi.org/10.1016/S0924-0136\(01\)00794-4](https://doi.org/10.1016/S0924-0136(01)00794-4).

THE POISSON'S RATIO EFFECT ON THE STRESS DISTRIBUTION OVER THE THICKNESS OF A V-NOTCHED PLATE

Mihai-Cristian TRĂILĂ*, Anghel Vasile CERNESCU

Mechanics and Strength of Materials, Faculty of Mechanics, Politehnica University Timișoara, Timișoara, România

*Autorul corespondent: Mihai-Cristian TRĂILĂ, e-mail: mihai.traila@student.upt.ro

Abstract. The presence of a stress concentrator in the geometry of a body has the effect of increasing the intensity of the stress state leading to a decrease in the strength of the material. The evaluation of the normal stress and stress concentration factor over the thickness of a V-notch plate plays an important role in life prediction and structure design. The objectives of this study are to highlight and determine the distribution of normal stress and stress concentration factor over the thickness of plate. The present work is based on a number of 25 simulations on rectangular V-notched plates subjected to tensile loading. The determination of the stress state and the stress concentration factor was carried out based on numerical methods with finite element method.

Keywords: Poisson's ratio, stress distribution, V notches plate, thickness, stress concentration factor, finite elements.

Introduction

In general, any sudden change in the geometry of a body produces disturbances in the flow of the stress field, which manifests itself through increases of intensity of the stress state. Disturbances of the stress states are manifested by concentrations of the stress flow at the tip of the geometrical discontinuity, hereafter denoted as the concentrator. These geometrical changes can be of a structural nature such as material voids, defects, microstructural discontinuities, or they can be of a mechanical nature, introduced as a result of manufacturing, or they can be artificial, determined by some material production technologies, casting, or 3D printing. One of the first studies on the effect of stress concentration was carried out in 1898 by Kirsch [1], who conducted a series of tests on uniformly loaded plates with circular or elliptical holes of finite thickness.

Based on these studies, a theoretical concentration factor, K_t , was defined as the ratio of the maximum peak stress of the notch to the nominal applied stress.

A continuing challenge to scientific researchers in the development of analytical solutions of stress distributions in the presence of stress concentrators has occurred since the 19th century, [2]. One of the common approaches in the analysis of stress distribution at the top of a concentrator is based on numerical simulations with the finite element method. Based on theoretical solutions and three-dimensional numerical analyzes, Wei Guo and Wanlin Guo [2], presents a set of explicit equations that give the theoretical stress and specific strain concentration factors, as well as the stress concentration factor for finite thickness plates with elliptical holes.

An important role in the stress state distribution at the top of the concentrators is played by the mechanical behavior of the material, characterised by the longitudinal modulus of elasticity, transverse modulus of elasticity, yield strength, transverse contraction coefficient, Poisson's ratio, and ultimately tensile strength. Research has shown that the thickness of the piece and Poisson's ratio have a substantial contribution to the stress concentration factor. In the case of plates with a central hole and small thickness, the crack starts either from the edges of the hole or from the center of the plate, whereas in the case of plates with a large thickness, the crack starts almost always from the edges of the hole [3]. It was also found that the difference between the maximum value of the stress concentration coefficient (recorded in the mid-plane of the plate thickness) and the value of the stress concentration coefficient recorded on the extreme edges of the thickness, is a monotonically increasing function with plate thickness, and depends on the Poisson's coefficient, [3].

The present work aims to highlight and determine the stress distribution and the stress concentration factor on a rectangular plate with V-notches, subjected to tensile stress. For this study, the influence of the plate thickness and Poisson's ratio is considered.

Method and Materials

Both the determination of the stress state and the determination of the stress concentration factor in a V-notched plate, subjected to tensile stress, were performed on the basis of numerical models with the finite element method. The analysis was performed with the Ansys Workbench 2020 R2 software package, [6].

The geometrical elements of the plate are defined in Table 1 and a sketch of the plate is shown in Figure 1. In order to highlight the effect of plate thickness on the stress state, numerical analysis was performed for 5 plate thicknesses with notches as shown in Table 1.

*Table 1
Geometrical Characteristics of the Rectangular Plate*

Geometrical element	Notation	Value [M.U]
Width	w	30 [mm]
Length	b	200 [mm]
Distance between notches	h	20 [mm]
Angle between the notch edges	α	45 [$^{\circ}$]
Notch radius	R	0.25 [mm]
Thickness	g	1, 3, 5, 7, 15 [mm]

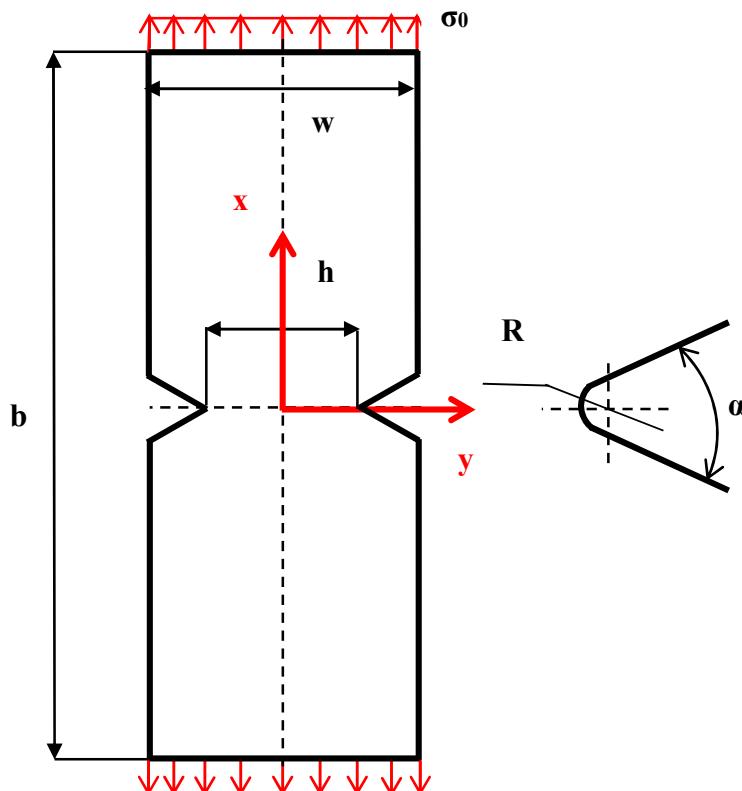


Figure 1. Geometrical characteristics of the rectangular plate with V notches

Also, the effect of the Poisson's ratio on the stress state was highlighted by considering in the numerical analysis materials with different values of Poisson's ratio, but falling under the assumption of linear elasticity, described by Hooke's law. A list of the materials considered in the numerical analysis is given in Table 2 [5].

The tip of the concentrator is discretized by Solid Body, Hex20 elements with a size of 0.1 mm. Figure 2 shows a discretization of the 15 mm thick plate concentrator. Following the analysis, it was found that the maximum stress is given by the vertical component of the normal stress, [4].

Table 2
Types of materials considered in the numerical analysis

Material	Modulus of elasticity, E [MPascal]	Poisson's ratio, v
Cast iron, 120-90-02	164000	0.23
303 Stainless Steel	193000	0.25
Magnesium Alloy	45 000	0.28
Steel with low Carbon concentration	210 000	0.3
Aluminium Alloy, 6061-T6	69 000	0.35

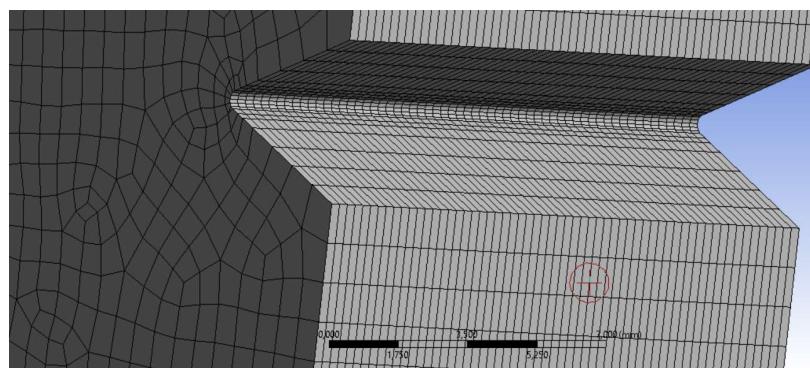


Figure 2. Discretization of the plate at the top of the concentrator

The theoretical stress concentration factor taking into account the maximum normal stress at the concentrator tip and the net normal stress:

$$K_t = \frac{\sigma_{y,max}}{\sigma_{net}} \quad (1)$$

where, $\sigma_{y,max}$ - the value of the maximum normal stress at the peak of the notch V, σ_{net} - the value of the net normal stress which represents the stress in the net section of the plate and is defined by the relation

$$\sigma_{net} = \frac{F}{A_{net}} = \frac{F}{g*h} \quad (2)$$

where, F - applied force, A_{net} - net section area.

Discussion and Results

The results indicate a parabolic variation of the normal stress across the thickness of the plate, with minimum values on the extreme edges and a maximum value in the mid-plane of the thickness. The normalized stress distribution as a function of Poisson's ratio values and plate thickness is shown graphically in Figure 3 a, b.

On the extreme edges of the concentrator tip, a sudden increase of the normal stress can be observed on thicker plates as opposed to thinner plates, where the stress increases progressively. To highlight this aspect, in addition to the graphical part, the gradient of the normal stress variation per thickness was calculated for a plate with a thickness of 1 mm and 15 mm, respectively.

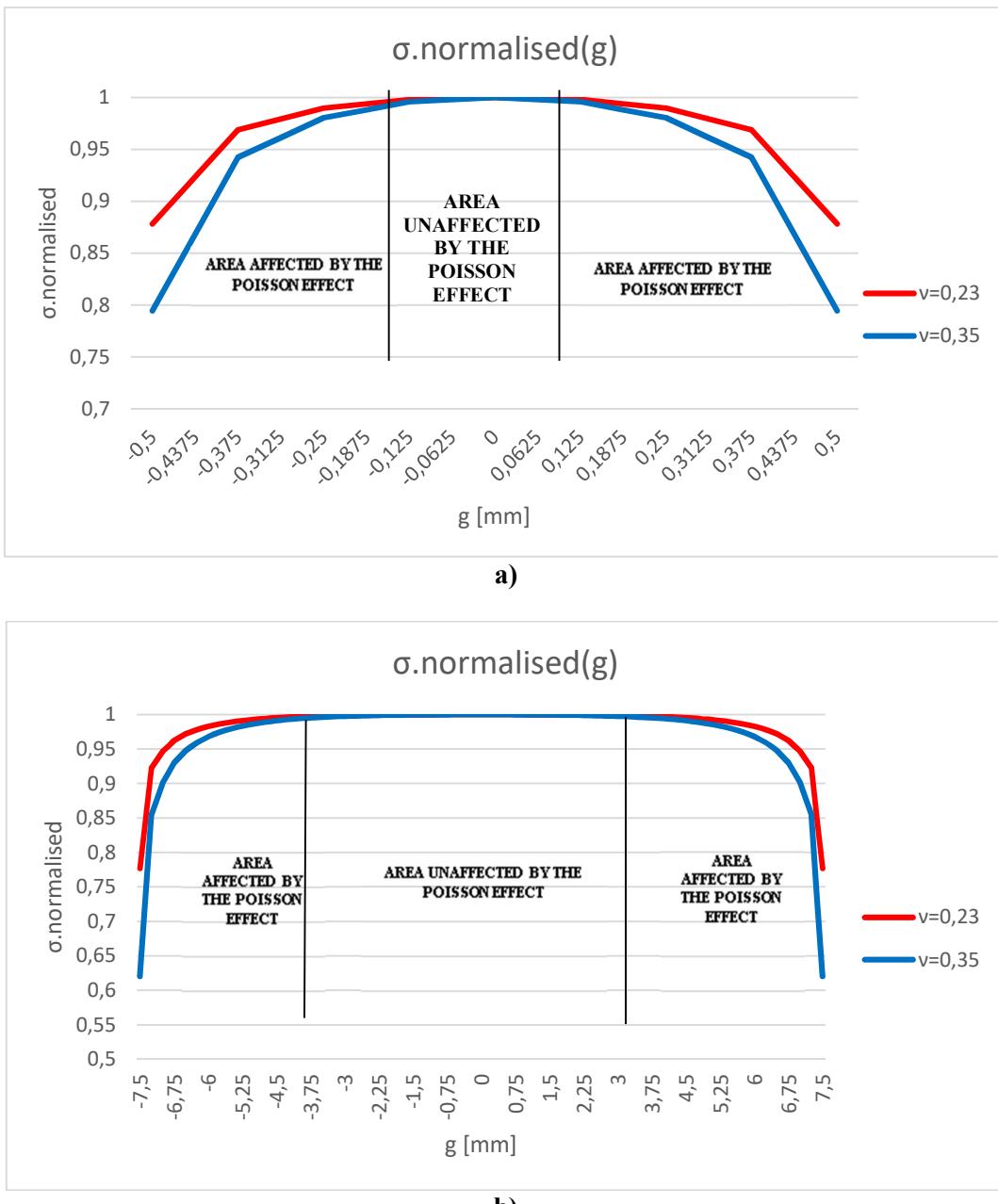


Figure 3. Normalized stress distribution for a plate thickness of a) 1 mm, b) 15 mm

For the two plates of different thicknesses, the increase in stress is followed by a smoothing over a section of the plate thickness. It can be stated that in this section, the stress is not dependent on the value of the Poisson's ratio. This effect is shown in Figures 4 a, b.

Based on the normal stress values determined in the concentrator area and the normal stress value on the net section, the theoretical stress concentration factor is determined. The distribution of the stress concentration factor per thickness is shown in Figure 5 a, b.

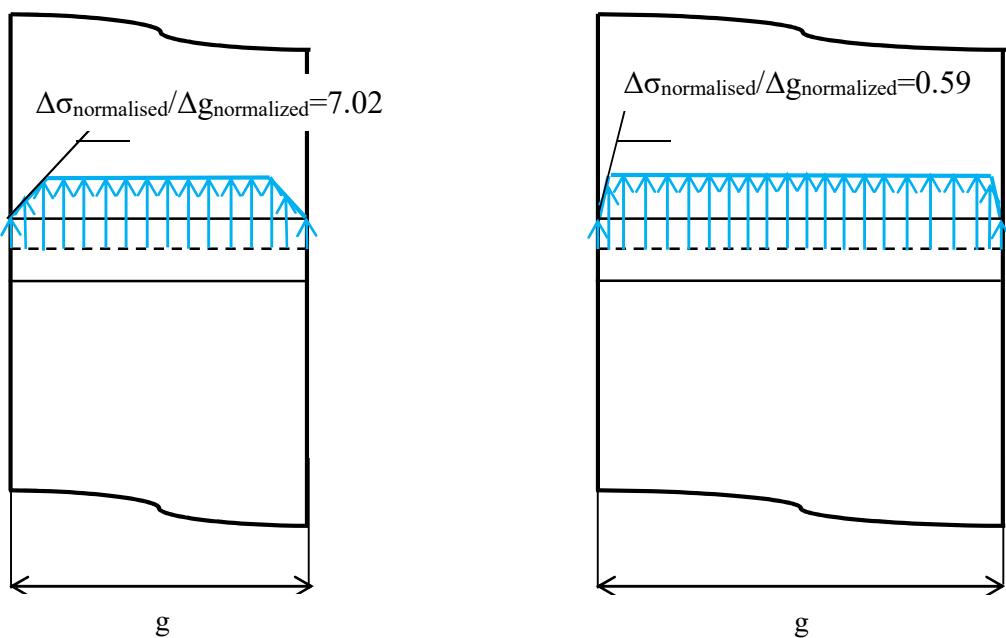


Figure 4. Stress distribution over plate thickness for a) 1 mm and b) 15 mm thick plate

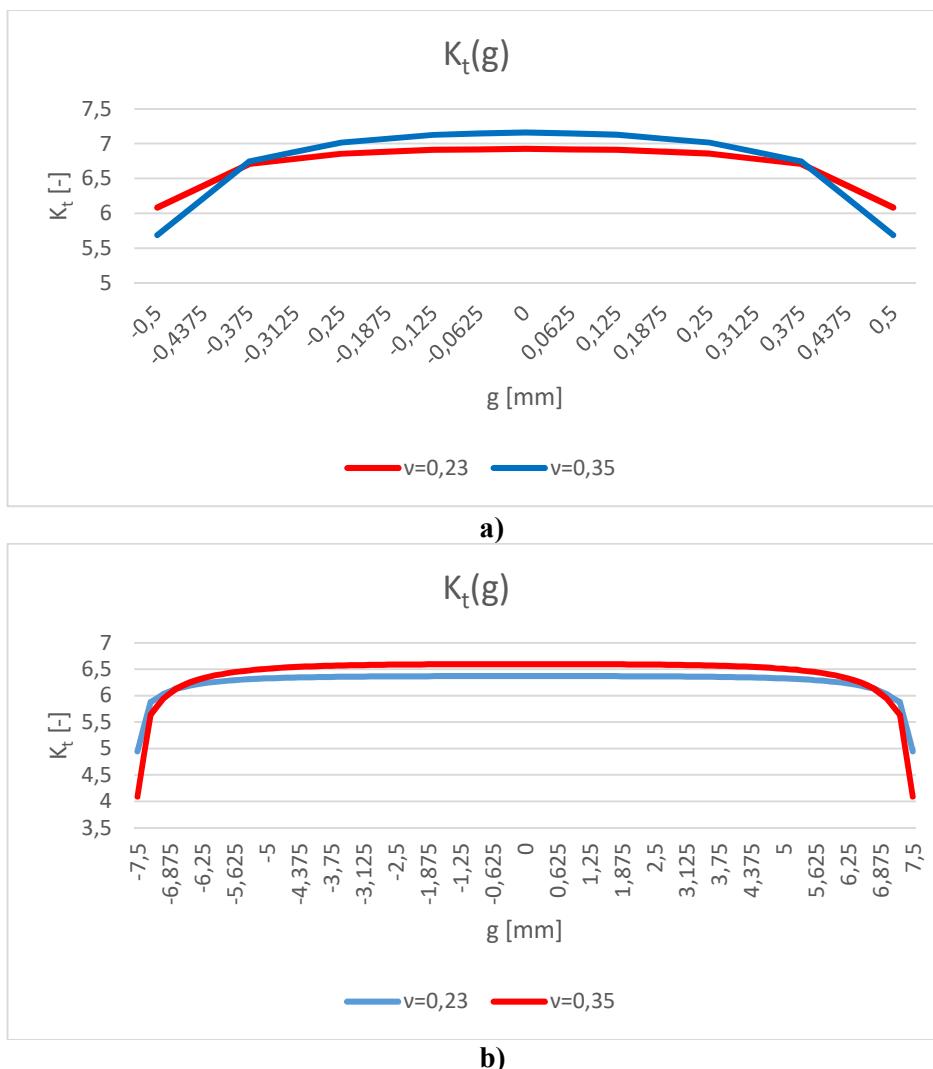


Figure 5. Stress distribution over plate thickness for a) 1 mm and b) 15 mm thick plate

Conclusions

The current study is founded on a number of 25 simulations based on the influence of thickness and transverse contraction coefficient on the stress concentration factor on plates showing a concentrator. The stress distribution is also presented in this research. On the basis of the study, it can be concluded:

1. In the median plane, the normal stress is not dependent on the transverse contraction coefficient. The stress is uniform in this plane with an approximately constant value.
2. The use of materials with a high transverse contraction coefficient leads to a decrease in stress at the tip of the notch.
3. The stress concentration factor distribution is similar to the stress distribution over the thickness of the plate. In the mid-plane, the stress concentration factor reaches its maximum value, thus presenting higher values for a high transverse shrinkage coefficient due to the contraction of the plate thickness.

Acknowledgement

The work was supported by Politehnica University Timișoara.

References

1. G. Kirsch, *Die Theorie der Elastizität und die Bedürfnisse der Festigkeitslehre*, Zentralblatt Verlin Deutscher Ingenieure, vol. 42, pp. 797-807, 1898.
2. Guo, W., Guo, W. *Formulation of Three-Dimensional Stress and Strain Fields at Elliptical Holes in Finite Thickness Plates*. Acta Mech. Solida Sin. 32, 393–430 (2019).
3. Zheng Yang, Chang-Boo Kim, Chongdu Cho, Hyeyon Gyu Beom, *The concentration of stress and strain in finite thickness elastic plate containing a circular hole*, International Journal of Solids and Structures, Volume 45, Issues 3–4, 2008, Pages 713-731.
4. Gomes CJ, Troyani N, Morillo C, Gregory S, Gerardo V, Pollonais Y. *Theoretical stress concentration factors for short flat tension bars with opposite U-shaped notches*. The Journal of Strain Analysis for Engineering Design. 2005;40(4):345-355. doi:10.1243/030932405X15954
5. Engineering ToolBox, (2008). Poisson's Ratio. [online]. Available at: https://www.engineeringtoolbox.com/poissons-ratio-d_1224.html [Accessed 15.02.2022].
6. <https://www.ansys.com/>