

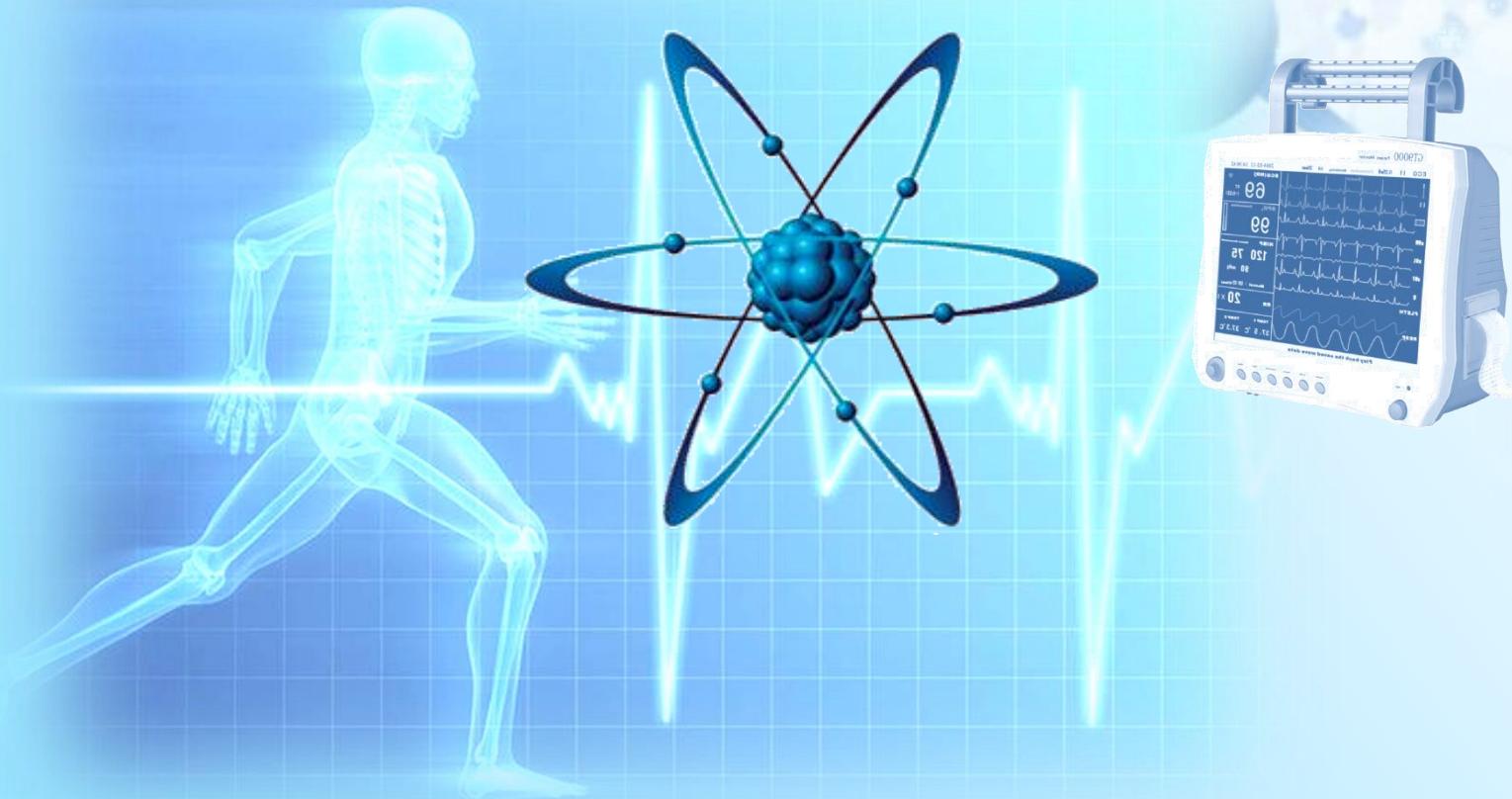
XI МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ФИЗИКА И
РАДИОЭЛЕКТРОНИКА
В МЕДИЦИНЕ И ЭКОЛОГИИ»
с элементами научной
молодежной школы
ФРЭМЭ'2014

1-3 июля 2014 г

July, 1-3, 2014

XI INTERNATIONAL SCIENTIFIC
CONFERENCE
«PHYSICS AND
RADIOELECTRONICS
IN MEDICINE AND ECOLOGY»
with elements of Scientific Youth
School
PhREME'2014

ТРУДЫ ◆ PROCEEDINGS
Книга II ◆ Book II



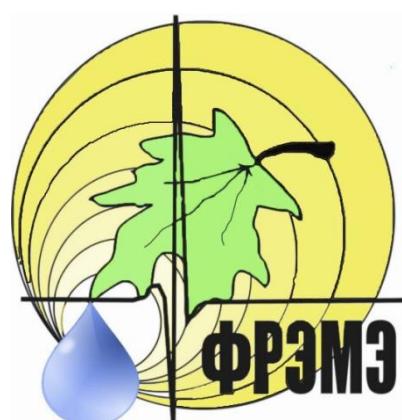


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКОЕ НТО РЭС ИМ. А.С. ПОПОВА
ДЕПАРТАМЕНТ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ АДМИНИСТРАЦИИ
ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ
ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ РАН
ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ А.Г. И Н.Г. СТОЛЕТОВЫХ

ХI МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ФИЗИКА И РАДИОЭЛЕКТРОНИКА В МЕДИЦИНЕ
И ЭКОЛОГИИ»
с элементами научной молодежной школы
ФРЭМЭ'2014
1-3 ИЮЛЯ 2014

XI INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
«PHYSICS AND RADIODEVICE IN
MEDICINE AND ECOLOGY»
with elements Scientific Youth School
PREME'2014
JULY, 1-3, 2014

ТРУДЫ ♦ PROCEEDINGS
КНИГА II ♦ BOOK II



ВЛАДИМИР ♦ VLADIMIR
2014

УДК 57.08+615.47+615.8
ББК
Ф50

Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии: Доклады 11-й межд. научн. конф. Книга 2 – Владимир: 2014.

Публикуются труды 11-й международной научной конференции «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии» - ФРЭМЭ'2014. Представлены новые фундаментальные и научно-практические методы и средства ранней диагностики и лечения различных заболеваний; современные способы обработки медико-экологических сигналов и изображений; новые информационные технологии в медицине и экологии. Рассмотрены вопросы экологии и здоровья человека, а также методы и средства диагностики природной среды. Приведены аналитические и экспериментальные результаты исследований, полезные специалистам в области радиофизики, биомедицины и экологии.

Конференция поддержана грантом РФФИ № 14-02-20018-г

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А.К. Бернюков, д.т.н., профессор

А.Г. Самойлов, д.т.н., профессор

Л.Т. Сушикова, д.т.н., профессор - ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ ♦ CONTENTS

КНИГА I ♦ BOOK I

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ ♦ PLENARY SECTION.....	33
СЕКЦИЯ ♦ SECTION 1	
Методы и средства диагностики и лечения заболеваний	
Methods and facilities of diagnostics and treatment.....	60
СЕКЦИЯ ♦ SECTION 2	
Биокибернетика и математическое моделирование	
Biocybernetics and mathematical modeling.....	139
СЕКЦИЯ ♦ SECTION 3	
Биомеханика, проблемы коррекции и лечения опорно-двигательного аппарата	
Biomechanics, problems of correction and treatment of musculoskeletal system.....	236
СЕКЦИЯ ♦ SECTION 4	
Новые информационные и телекоммуникационные технологии в медицине и	
экологии	
New information and telecommunication technologies in medicine and ecology.....	281

КНИГА II ♦ BOOK II

СЕКЦИЯ ♦ SECTION 5	
Интеллектуальные биометрические системы и технологии (Научная молодежная	
школа)	
Smart biometric system and technologies (Scientific Youth School).....	33
СЕКЦИЯ ♦ SECTION 6	
Биотехнические и медицинские приборы, аппараты и системы	
Biotechnical and medical apparatus, systems, complexes.....	70
СЕКЦИЯ ♦ SECTION 7	
Методы и средства диагностики природной среды	
Methods and facilities for diagnostic of natural environment.....	166
СЕКЦИЯ ♦ SECTION 8	
Экология и здоровье человека	
Ecology and human health.....	227
СЕКЦИЯ ♦ SECTION 9	
Актуальные вопросы высшего образования в области биомедицинской инженерии и	
экологии	
Urgent questions of higher education in the field of biomedical engineering and ecology.....	306

КНИГА I ♦ BOOK I

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ 1 ♦ PLENARY SECTION 1

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ В ЛАБОРАТОРНОЙ МЕДИЦИНЕ

Эмануэль В.Л., Эмануэль В.Ю

METHODOLOGICAL ASPECTS OF MEASUREMENT METROLOGICAL MAINTENANCE IN LABORATORY MEDICINE

Emanuel V.L., Emanuel V.U.....

33

ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: ИТОГИ ПРОГРАММЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Дегтерева М.И.

IMPLEMENTATION OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES: THE RESULTS OF PUBLIC HEALTH SERVICE MODERNIZATION PROGRAM IN THE VLADIMIR REGION

Degtereva M.I.

36

ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОСТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ЭРИТРОЦИТОВ МЕТОДОМ ЗОНДОВОЙ МИКРОСКОПИИ

Филимоненко Д.С., Петрович В.А., Белевич Е.И.

SCANNING PROBE MICROSCOPY INVESTIGATION OF ERYTHROCYTE MEMBRANE NANOSTRUCTURE

D.S. Filimonenko, V.A Petrovich, E.I Belevich.....

39

НЕЧЕТКИЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

Кореневский Н.А., Стародубцева Л.В., Хрипина И.И.

DESIGNING INTELLIGENT MEDICAL DECISION SUPPORT SYSTEMS BASED ON FUZZY INFORMATION TECHNOLOGY

N.A Korenevsky, L.V. Starodubtceva, I.I. Khripina.....

43

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЛЕЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Ступаков И.Н., Газизова Д.Ш., Лищук В.А., Сазыкина Л.В., Добрышина Н.В.

TECHNOLOGICAL BASES OF THE ORGANIZATION OF MEDICAL PROCESS

Stupakov I.N. Gazizova D. Sh., Lishchuk V.A. Sazykina L.V. Dobryshina N. V.

45

ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ КЛИНИЧЕСКИХ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВО ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Кириюхин А.В., Романова М.А

CENTRALIZATION OF CLINICAL LABORATORY STUDIES IN THE VLADIMIR REGION IN CONDITIONS OF HEALTHCARE PRIORITY TRENDS REALIZATION

Kiriuhin A.V., Romanova M.A.

49

ЕВРОПЕЙСКАЯ РАМОЧНАЯ ПРОГРАММА «ГОРИЗОНТ 2020»: НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИННОВАЦИИ

Сушкова Л.Т.

EUROPEAN FRAMEWORK PROGRAM “HORIZON 2020”: RESEARCH AND INNOVATION

Sushkova L.T.

57

СЕКЦИЯ 1 ♦ SECTION 1

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ

METHODS AND FACILITIES OF DIAGNOSTIC AND TREATMENT

ОБЗОР РАДИОНУКЛИДОВ ДЛЯ МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Антаков М.А., Шалаев П. В.

REVIEW OF RADIONUCLIDES FOR MEDICAL DIAGNOSTICS

Antakov M.A., Shalaev P.V. 60

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ МЕЧЕННЫХ ТЕХНЕЦИЕМ-99М ПРОИЗВОДНЫХ ГЛЮКОЗЫ

Скуридин В.С., Стасюк Е.С., Ильина Е.А., Рогов А.С.

METHODS OF THE LEBELLED WITH TECHNETIUM-99M GLUCOSE DERIVANTS OBTAINING

Skuridin V.S., Stasyuk E.S., Illyna E.A., Rogov A.S. 65

ЛОКАЛЬНАЯ ГИПЕРТЕРМИЯ РАКА ГОЛОВНОГО МОЗГА С ПОМОЩЬЮ СФОКУСИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Бабогло В.М., Гаврилов В.М., Дементьев В.К., Смирнов Д.С.

LOCAL HYPERTHERMIA OF BRAIN CANCER USING A FOCUSED ELECTROMAGNETIC FIELD

Baboglo V.M., Gavrilov V.M., Dement'ev V.K., Smirnov D.S. 69

СПОСОБЫ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ПАРАНАЗАЛЬНЫХ ПАЗУХ ПО ИХ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИМ ИЗОБРАЖЕНИЯМ

Самойленко А.П., Проскуряков А.В.

IMPLEMENTING THE METHOD OF DIAGNOSTICS OF THE PARANASAL SINUSES' STATE ACCORDING TO ITS X-RAY IMAGES

A. Samoylenko, A. Proskuryakov. 71

СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДИАГНОСТИКИ И КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ПОЧЕК У БОЛЬНЫХ С ОСТРЫМ КОРОНАРНЫМ СИНДРОМОМ

Зайцева В.П., Нанчикеева М.Л., Булатов Н.М., Вахракова М.В.

MODERN POSSIBILITIES OF DIAGNOSTICS AND CLINICAL REVELENCE OF RENAL INJURY IN PATIENTS WITH ACUTE CORONARY SYNDROME

Zayceva V.P., Nanchikeeva M.L., Bulanov N.M., Vakhvakova M.V. 75

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЖИЗНЕУГРОЖАЮЩИХ НАРУШЕНИЙ РИТМА СЕРДЦА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА У БОЛЬНЫХ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ И НАРУШЕНИЕМ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА

Омельченко В.П., Караканян К.С., Демидова А.А.

FORECASTING OF LIFE-THREATENING HEART RHYTHM DISTURBANCE IN TERMS OF HRV IN PATIENTS WITH ARTERIAL HYPERTENSION AND VIOLATIONS OF CARBOHYDRATE METABOLISM

V.P. Omelchenko, K.S Karakhanyan, A.A. Demidova. 78

ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДОВ ЛАЗЕРНОЙ ДОППЛЕРОВСКОЙ ФЛОУМЕТРИИ И ОПТИЧЕСКОЙ ТКАНЕВОЙ ОКСИМЕТРИИ В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ МИКРОКРОВОТОКА И ФАКТОРОВ ЕГО РЕГУЛЯЦИИ В НОРМЕ И ПРИ НАРУШЕНИЯХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЦА

Осялкова А.О., Тихомирова И.А.

POTENTIALITIES OF LASER DOPPLER FLOWMETRY AND OPTICAL TISSUE OXIMETRY METHODS IN ESTIMATION THE STATE OF THE MICROCIRCULATION AND FACTORS OF ITS REGULATION IN NORM AND IN CARDIAC DISORDERS

Oslyakova A.O., Tikhomirova I.A. 81

КОМПЛЕКСНАЯ ДИАГНОСТИКА ДИФФУЗНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПЕЧЕНИ

Мухомедшин А.А., Лукьянова Р.П., Филиппов С.О.

DIFFUSE LIVER DISEASE DIAGNOSIS

Mukhomedshin A.A., Filippov S.O., Lukyanova R.P. 85

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА ОСТРОГО ПРОСТАТИТА Красников А.В., Попов С.В., Петросян С.Л. ULTRASOUND DIAGNOSTICS OF ACUTE PROSTATITIS A.V. Krasnykov, S.V. Popov, S.L. Petrosjan.....	88
ЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИИ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ЭПИЛЕПТИЧЕСКИХ И НЕЭПИЛЕПТИЧЕСКИХ ПРИПАДКОВ У ДЕТЕЙ Исаева А.Г. ELECTROENCEPHALOGRAPHY FOR A DIAGNOSIS OF EPILEPTIC AND NON- EPILEPTIC SEIZURES IN INFANTS AND CHILDREN Isaeva A.G.	90
ДИАГНОСТИКА ПЕРВОЙ И ВТОРОЙ СТАДИЙ РАКА ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПО ОБЩЕМУ АНАЛИЗУ КРОВИ Качалов О.Б., Говоров А.В., Лимин Д.П.. DIAGNOSTICS OF STAGE I AND II PROSTATE CANCER BASED ON COMPLETE BLOOD COUNT Katchalov O.B. Govorov A.V., Limin D.P.	92
МЕТОДЫ СУТОЧНОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПЛОДА НА ОСНОВАНИИ АНАЛИЗА РИТМА СЕРДЦА Буреев А.Ш., Жданов Д.С., Земляков И.Ю., Киселева Е.Ю. THE METHODS OF DAILY MONITORING FETAL ASSESSMENT BASED ON ANALYSIS OF THE HEART RATE Bureev A.Sh., Zhdanov D.S., Zemlyakov I.Yu., Kiseleva E.Yu.	94
ТЕРМОИМПЕДАНСМЕТРИЯ ЦЕРЕБРОСПИНАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ КАК МЕТОД РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ПАТОЛОГИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА Иванова Н.Е., Васькова Н.Л., Капралова В.М., Пашкевич М.Э., Шадрин Е.Б. CEREBROSPINAL FLUID THERMOIMPEDANCEMETRY AS A METHOD OF BRAIN DISEASES EARLY DIAGNOSTICS Ivanova N.E., Vaskova N.L., Kapralova V.M., Pashkevich M.E., Shadrin E. B.....	96
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО МЕТОДА АКТИВАЦИИ ИММУННЫХ ПРОЦЕССОВ Каторгина Г.И., Бойко И.П., Пермяков С.А., Давтян В.Г., Никишина М.В..... IMPROVEMENT OF PHYSIOTHERAPY TECHNIQUES OF IMMUNE ACTIVATION PROCESSES Katorgina G.I. Boiko I.P., Permyakov S.A. Davtyan V.G., Nikishina M.V.....	100
ВЕНУЛЯРНЫЙ МЕХАНИЗМ ТЕЧЕНИЯ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ СЕРДЕЧНО- СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ И СПОСОБ ЕГО ДЕТЕКТИРОВАНИЯ Каторгина Г.И., Бойко И.П., Пермяков С.А., Давтян В.Г., Никишина М.В. VENULAR MECHANISM COMPLICATIONS IN CARDIOVASCULAR DISEASES AND DETECTION METHOD Katorgina G.I. Boiko I.P., Permyakov S.A. Davtyan V.G., Nikishina M.V.....	104
ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ В ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ И ПЛАЗМЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА ДОНОРОВ ЖЕНЩИН Смирнова О.Н., Смирнов А.А., Сучкова Е. А., Комарова В.В., Трускова К. Г. FEATURES CHANGES IN PERIPHERAL BLOOD AND PLASMA DEPENDING ON AGE WOMEN DONORS Smirnova O.N., Smirnov A.A., Suchkova E.A., Komarova V.V., Truskova K.G.....	107
БИОИМПЕДАНСНАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ ГЕМАТОКРИТА В ПРОБЕ КРОВИ Чистякова И.Б., Акулов С.А., Федотов А.А. BIOIMPEDANCE ESTIMATION OF HEMATOCRIT LEVEL IN BLOOD SAMPLE Chistyakova I.B., Akulov S.A., Fedotov A.A.	109
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕРМАТОГЛИФИЧЕСКИХ ПРЕДИКТОРОВ ПАТОЛОГИИ РАЗВИТИЯ ПОЛОВЫХ ОРГАНОВ У ЖЕНЩИН	

Спиридов И.Н., Нехина А.А., Готье М.С., Дегтярев Д.Н. DEFINITION OF THE DERMATOGLYPHIC PREDICTORS OF THE FEMALE GENDER DEVELOPMENT PATHOLOGY Spiridonov I.N., Hekhina A.A., Gotie M.S., Degtyarev D.V.	112
О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ЯЗВЕННОЙ БОЛЕЗНИ И ИДИОПАТИЧЕСКИХ ЯЗВ Чижиков Д.А. , Фомин Л.Б. , Борисов В.И. ABOUT APPLICATION OF HEART RATE VARIABILITY METHOD FOR DIFFERENTIAL DIAGNOSTICS OF PEPTIC ULCER AND AUTOPATHIC ULCERS Chizhikov D.A., Fomin L.B., Borisov V.I.	114
ОЦЕНКА ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ДОЗЫ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ТОНКИХ СЛОЕВ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧНЫМИ ФОТОНАМИ Белоусов А.В., Калачев А.А., Крусанов Г.А. EQUIVALENT DOSE ESTIMATION AT HIGH ENERGY PHOTON BEAM IRRADIATION OF THIN LAYERS Belousov A.V., Kalachev A.A., Krusanov G.A.	119
РАЗРАБОТКА ФФП-ПРИНЦИПОВ ЭЭГ-ДИАГНОСТИРОВАНИЯ БИПОЛЯРНОГО АФФЕКТИВНОГО РАССТРОЙСТВА Панищев О.Ю., Дёмин С.А. DEVELOPING THE MMF-PRINCIPLES OF EEG-DIAGNOSTICS FOR BIPOLAR AFFECTIVE ISORDER Panischev O.Yu., Demin S.A.	121
ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ СДВИГОВЫХ ВОЛН В МЯГКИХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЯХ МЕТОДОМ ДИСТАНЦИОННОЙ ЭЛАСТОГРАФИИ Демин И.Ю., Халитов Р.Ш., Морозова К.Г., Андреев В.Г., Шанин А.В., Рыхтик П.И., Шатохина И.В. MEASUREMENT OF THE VELOCITY OF SHEAR WAVES IN SOFT TISSUES BY ELASTOGRAPHY Demin I.Yu., Khalitov R.Sh., Morozova K.G., Andreev V.G., Shanin A.V., Rykhtik P.I., Shatokhina I.V.	125
BRAIN ELECTRICAL TOPOGRAPHY Zoltan J. Koles, Ph.D. ТОПОГРАФИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА Золтан Дж. Колес	129
FUNCTIONAL ELECTRICAL STIMULATION Vivian K. Mushahwar ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИЯ Вивиан К. Мушахвар	131
MEDICAL AND PHARMACEUTICAL INHALATION AEROSOLS RESEARCH Warren Finlay, Ph.D. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕДИЦИНСКИХ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ИНГАЛИАЦИОННЫХ АЭРОЗОЛЕЙ Уоррен Финлей	132
LUNG DEPOSITION AND LOCAL CONCENTRATION OF INHALED DRUGS Carlos F. Lange, Ph.D. ОСАЖДЕНИЕ В ЛЕГКИХ И ЛОКАЛЬНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ИНГАЛИРУЕМЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ Карлос Ф. Ланге	134
APPLICATIONS OF MRI TO CEREBROVASCULAR DISEASE Christian Beaulieu, Ph.D. ПРИМЕНЕНИЕ МРТ ПРИ ЦЕРЕБРОВАСКУЛЯРНЫХ ЗАБОЛЕВНИЯХ Кристиан Бьюлиу	135

BIOMEDICAL TOPICS IN LIGAMENT RECONSTRUCTION AND PULMONARY RESEARCH	137
Alidad Amirfazli	
БИОМЕДИЦИНСКИЕ АСПЕКТЫ В РЕКОНСТРУКЦИИ СВЯЗОК И ИССЛЕДОВАНИИ ЛЕГКИХ	
Алиадад Амирфазли.....	
СЕКЦИЯ 2 ♦ SECTION 2	
БИОКИБЕРНЕТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	
♦	
BIOCYBERNETICS AND MATHEMATICAL MODELING	
СВЯЗАННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА И МОТОРИКИ В РАННей СТАДИИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА	
Сушкова О.С., Габова А.В., Карабанов А.В., Кершнер И.А., Обухов К.Ю.,	
INTERDEPENDENCY OF THE BRAIN ELECTRICAL ACTIVITY AND MOTORICS IN THE EARLY STAGE PARKINSON'S DISEASE	
Sushkova O.S., Gabova A.V., Karabanyov A.V., Kershner I.A., Obukhov K.Y., Obukhov Y.V.....	139
МЕТОД ОБРАБОТКИ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ШУМОВ ДЛЯ ОПИСАНИЯ СОСТОЯНИЯ БРОНХО-ЛЕГОЧНОЙ СИСТЕМЫ НОВОРОЖДЕННЫХ	
Буреев А. Ш., Жданов Д. С., Земляков И. Ю., Михалев Е. В., Светлик М.С., Сырямкин В.И.	
METHOD OF PROCESSING RESPIRATORY NOISE TO DESCRIBE THE STATE OF THE BRONCHOPULMONARY SYSTEM NEWBORN	
Bureyev A. Sh., Zhdanov D. S., Zemlyakov I. Y., Mikhalev, E. V., Svetlik M. S., Syryamkin V. I.....	141
РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОГРЕШНОСТЬ МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТОЧЕК АКУПУНКТУРЫ	
Карпухин В.А., Косоруков А.Е., Сираева Г.Ф., Генерозова К. С.	
DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL FOR CALCULATING THE ERROR OF THE METHOD OF MEASURING ELECTRICAL PARAMETERS OF ACUPUNCTURE POINTS	
Karpukhin V.A., Kosorukov A. E., Siraeva G. F., Generozova K.S.....	145
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ТЯЖЕСТИ ДИЛЯТАЦИОННОЙ КАРДИОМИОПАТИИ	
Газизова Д.Ш., Лищук В.А., Сазыкина Л.В., Колоскова Н.Н., Махмудова А.Н., Соболев А.В., Фролов С.В.	
USE OF METHODS OF MATHEMATICAL MODELLING FOR THE QUANTITATIVE ASSESSMENT OF WEIGHT OF DILATED CARDIOMYOPATHY	
Gazizova D. Sh., Lishchuk V.A. Sazykina L.V. Koloskova N. N., Makhmudov A.N. Sobolev A.V., Frolov S.V.	150
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ПРОТИВООПУХОЛЕВОГО ДЕЙСТВИЯ ВИРУСНЫХ ВАКЦИН	
Бабушкина Н.А., Глумов В.М.	
MATHEMATICAL MODELING OF THE MECHANISM OF ANTITUMORAL EFFECT OF THE VIRUS-DERIVED VACCINES	
N.A. Babushkina, V.M.Glumov.....	153
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ КАРДИОДИНАМИКИ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ СТРЕССОРНЫХ НАГРУЗКАХ	
Мезентсева Л.В., Коновалов О.Н.	
COMPUTER MODELING OF CARDIODYNAMICS STABILITY AT EXPERIMENTAL STRESSOR LOADS	
Mezentseva L.V., Konovalov O.N.	158
ЭНТРОПИЙНЫЙ ПОДХОД К МОРФОЛОГИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММ	
Кузнецов А.А., Гуменный В.Г.	

ENTROPY APPROACH TO THE ANALYSIS OF ILL PEOPLE ELECTROCARDIOGRAMS A.A. Kuznetsov, V.G.Gumennyj.....	161
К МОДЕЛИ ЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ	
Кузнецов А. А. TO MODEL OF LOGIC THINKING A. A. Kuznetsov.....	165
ПРОБЛЕМЫ ФОРМУЛИРОВКИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ РАЗДЕЛОВ МЕДИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К МЕДИЦИНСКИМ СЕРВИСНЫМ РОБОТАМ	
Рогаткин Д.А., Лапитан Д.Г., Лапаева Л.Г., Быченков О.А. PROBLEMS OF SPECIAL SECTIONS OF MEDICO-TECHNICAL REQUIREMENTS FORMULATING FOR MEDICAL SERVICE ROBOTS Rogatkin D.A., Lapitan D.G., Lapaeva L.G., Bychenkov O.A.	167
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БИОТКАНИ ПРИ РАДИОЧАСТОТНОЙ ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯЦИИ	
Карпухин В.А., Замятин В.А. INVESTIGATION OF THERMOELECTRIC CHARACTERISTICS OF BIOLOGICAL TISSUE DURING RF ELECTROCOAGULATION Karpuhin V. A., Zamyatina V.A.	170
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ ВЕКТОРОВ КОВАРИАЦИОННЫХ МАТРИЦ ДЛЯ АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММ	
Исакевич В.В., Исакевич Д.В. USING COVARIANCE MATRIX EIGENVECTORS FOR ECG ANALYSIS Issakevich V.V., Issakevich D.V.	174
ПРИНЦИПЫ СОПРЯЖЕНИЯ «ЖИВОЙ» И «НЕЖИВОЙ» МАТЕРИИ	
Кузнецов А.А. INTERFACE PRINCIPLES OF «ALIVE» AND «LIFELESS» MATTER Kuznetsov A.A.	176
СОЦИАЛЬНАЯ СИСТЕМА СЧИТЫВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ	
Кузнецов А.А. SOCIAL SYSTEM OF INFORMATION READING Kuztentov A.A.	182
ОЦЕНОЧНЫЙ АНАЛИЗ ФУНКЦИЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДИАГРАММ РИТМА СЕРДЦА ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ	
Пермяков С.А., Кузнецов А.А., Сушкива Л.Т. EVALUATIVE ANALISYS OF DISTRIBUTION FUCNTIONS OF HEALTHY PERSONS' HEART RATE Permyakov S.A., Kuznetsov A.A., Sushkova L.T.	185
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ КРЫЛОВА ДЛЯ РЕШЕНИЯ СЛАУ ПРИ АНАЛИЗЕ СХЕМ МЕТОДОМ ГАРМОНИЧЕСКОГО БАЛАНСА	
Ланцов В.Н., Осипова Г.И. KRYLOV NUMERICAL METHODS FOR SOLVING SLAE IN ANALYSIS OF SCHEMES IN HARMONIC BALANCE Lantsov V.N., Osipova G.I.	189
АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЧЕТВЕРТЬВОЛНОВОГО РЕЗОНАТОРНОГО СЕНСОРА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАТОЛОГИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ	
Слипченко Н.И., Панченко А.Ю., Бородкина А.Н. ANALYTICAL MODEL OF THE QUARTER WAVE COAXIAL RESONATOR SENSOR FOR MONITORING PATHOLOGY OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM Slipchenko N., Panchenko A., Borodkina A.	193
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ БИСЛОЙНЫХ ФУЛЛЕРНОВ С ВНЕШНЕЙ ИКОСЭДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКОЙ	
Глухова О.Е., Слепченков М.М., Колесникова А.С., Шунаев В.В.	

PREDICTING OF BEHAVIOR OF BILAYER FULLERENES WITH ICOSAHEDRAL OUTER SHELL Glukhova O.E., Slepchenkov M.M., Kolesnikova A.S., Shunaev V.V.	197
ХАРАКТЕРИСТИКИ СВЁРТОЧНЫХ КОДОВ ПРИ «ПРИЁМЕ В ЦЕЛОМ» Калыгина Л.А., Корнеева Н.Н. CHARACTERISTICS OF CONVOLUTIONAL CODES IN THE «RECEPTION IN THE LARGE» Kalygina L.A., Korneeva N.N.	200
ВИРТУАЛЬНАЯ СВЧ ДИАГНОСТИКА ОТЕКА ГОЛОВНОГО МОЗГА Бабогло В.М., Гаврилов В.М., Дементьев В.К., Смирнов Д.С. VIRTUAL MICROWAVE DIAGNOSTICS OF CELEBRAL EDEMA Baboglo V.M., Gavrilov V.M., Dement'ev V.K., Smirnov D.S.	202
ФОТОТЕРМИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ НАНОСТЕРЖНЕЙ ЗОЛОТА В СИСТЕМАХ <i>IN SILICO, IN VITRO И IN VIVO</i> Пышная И.А., Раум К.В., Ломзов А.А., Пышный Д.В., Рябчикова Е.И PHOTOTHERMAL EFFECT OF GOLD NANORODS <i>IN SILICO, IN VITRO И IN VIVO</i> Pyshnaya I.A., Razum K.V., Lomzov A.A., Pyshnyi D.V., Ryabchikova E.V.	204
АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ЧАСТНОГО ДОМА НА ОСНОВЕ ЕЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ, ПОСТРОЕННОЙ ПО ТРЕХФАЗНЫМ СХЕМАМ ЗАМЕЩЕНИЯ Шмелев В.Е., Сбитнев С.А., Абрамченко Е.В. ANALYSIS OF ELECTROEFFECTIVENESS OF THE PRIVATE HOUSE ELECTRICAL CIRCUIT BASED ON COMPUTED MODEL, DESIGNED WITH THREE-PF SE EQUIVALENT CIRCUIT Shmelev V.E., Sbitnev S.A., Abramchenko E.V.	209
АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ В ГЕМОДИНАМИКЕ ДЛЯ СЛУЧАЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ КРОВООБРАЩЕНИЯ ОБОИХ ЖЕЛУДОЧКОВ СЕРДЦА Петухов Д. С. ANALYSIS OF HEMODYNAMIC CHANGES FOR BIVENTRICULAR MECHANICAL CIRCULATORY SUPPORT Petukhov D. S.	213
THERMODYNAMICS IN CRYOBIOLOGY Janet A. W. Elliott ТЕРМОДИНАМИКА В КРИОБИОЛОГИИ Жанет А.У. Еллиот	214
CRYOBIOLOGY RESEARCH Locksley E. McGann, Ph.D. КРИОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ Локслей Э. МакГанн	215
COMPUTATIONAL SENSORIMOTOR NEUROSCIENCE Kelvin E. Jones, Ph.D. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СЕНСОМОТОРНАЯ НЕВРОЛОГИЯ Кевин Э. Джонс	218
ФУНКЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РИТМА СЕРДЦА ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ Кузнецов А.А., Пермяков С.А. DISTRIBUTION FUNCTIONS OF HEALTHY PEOPLE HEART RHYTHM PARAMETERS A.A. Kuznetsov, S.A. Permjakov	220
ФУНКЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РИТМА СЕРДЦА БОЛЬНЫХ ЛЮДЕЙ Кузнецов А.А., Пермяков С.А. DISTRIBUTION FUNCTIONS OF ILL PEOPLE HEART RHYTHM PARAMETERS A.A. Kuznetsov, S.A. Permjakov	223
РЕАЛИЗАЦИЯ НЕПРЕРЫВНОГО ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ	

ДЕЙСТВУЮЩИХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК УЭЦН С НЕЗАЗЕМЛЁННОЙ
НЕЙТРАЛЬЮ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Кузнецов А.В., Никитин О.Р.

**REALIZATION OF CONTINUOUS ISOLATION RESISTANCE MEASUREMENT IN
ACTING ELECTRIC INSTALLATIONS WITH UNGROUNDED**

Kuznetsov A.V., Nikitin O.R.

227

ИМИТАЦИЯ СИГНАЛОВ ИСТОЧНИКА ЦИФРОВЫХ СООБЩЕНИЙ

Альшрайдэх А., Жоау А., Самойлов А.Г., Самойлов С.А.

IMITATION OF SIGNALS OF SOURCE DIGITAL MESSAGING

A. Alshraydeh, Joao A., AG Samoilov, SA Samoilov.....

229

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ НА
СТАНКАХ С ЧПУ**

Генералов Л.К., Коконов А.А

**INFORMATION TECHNOLOGY AND MATHEMATICAL MODELING TO ENSURE THE
ACCURACY OF PROCESSING OF MEDICAL PRODUCTS ON CNC MACHINES**

Generalov L.K., Kokonov A.A.

231

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИМПЕДАНСА НА РУКЕ В РАЗЛИЧНЫХ
ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЯХ.**

Исаков Р.В.. Дахва М.С., Струнин Р.М.

STUDY THE EFFECT OF TEMPERATURE VARIATIONS OF THE HAND IMPEDANCE

Isakov R.V., Dahwah M.S, Stronen R.M.....

233

СЕКЦИЯ 3 ♦ SECTION 3

**БИОМЕХАНИКА, ПРОБЛЕМЫ КОРРЕКЦИИ И ЛЕЧЕНИЯ ОПОРНО-
ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

**BIOMECHANICS, PROBLEMS OF CORRECTION AND TREATMENT OF
MUSCULOSKELETAL SYSTEM**

**ИК ПИРОМЕТРИЯ ПАТОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА
В КЛИНИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

Колесов С.Н., Муравина Н.Л., Копылов А.Ю., Орлов И.Я., Никифоров И.А.

**INFRARED PYROMETRY TO PATHOLOGICAL PROCESS DIAGNOSTIC OF THE
SHOULDER-JOINT IN HOSPITAL ENVIRONMENT**

Kolesov S.N., Muravina N.L., Kopylov A.Yu., Orlov I.Ya., Nikiforov I.A.

236

**РОЛЬ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ИЗУЧЕНИИ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ
ВЗАИМОСВЯЗЕЙ КОСТНОЙ ТКАНИ КАК КОМПОЗИТА**

Матвейчук И.В., Розанов В.В., Литвинов Ю.Ю., Шутеев С.А.

**THE ROLE OF MODELLING IN THE STUDY OF STRUCTURE-FUNCTION
RELATIONSHIPS OF BONE TISSUE AS COMPOSITE**

Matveychuk I.V., Rozanov V.V., Litvinov Yu.Yu, Shuteev S.A.

239

**ВЕРТИКАЛИЗАТОРЫ И СМЕЖНЫЕ УСТРОЙСТВА: АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ
ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ И ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЕЁ РАСШИРЕНИЯ**

Брумштейн Ю.М., Ибрагимов Р.Р., Юлушев Б.-А.Г., Водопьянов А.Е.

**VERTICALIZERS AND ACCESSORY DEVICES: THE ANALYSIS OF EXISTING
FUNCTIONALITY AND ENHANCEMENT CAPABILITY**

Brumshtain U.M., Ibragim v R.R., Yulushhev B.-A.G., Vodop'yanov A.E.

240

**НОРМАЛИЗАЦИЯ МЫШЕЧНОГО ТОНУСА У ДЕТЕЙ СО СТЕРТОЙ ФОРМОЙ
ДИЗАРТРИИ ПОСРЕДСТВОМ НЕТРАДИЦИОННЫХ МЕТОДОВ ТЕРАПИИ**

Савельева Н.Г.,

**NORMALIZATION OF MUSCLE TONE IN CHILDREN WITH ERASED FORM
DIZARTRIA THROUGH NONTRADITIONAL METHODS OF TREATMENT**

N. Savelieva, Vladimir state University. Alexander G. and Nicholas G. Stretovych (VLSU).....	245
ОСОБЕННОСТИ И НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ТРАВМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ В БОЛЬНИЦЕ СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ	
Яскин Е.Г., Пермяков С.А., Буренков В.Н., Бойко И.П. FEATURES AND NEW DIRECTIONS OF ORGANIZATION OF TRAUMA CARE IN HOSPITAL EMERGENCY	248
Yaskin E.G., Permyakov S.A. Burenkov V.N. Boyko I.P. Katorgina G.I.	248
ОЦЕНКА ЛОКОМОТОРНОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКА С ПОЗИЦИЙ ТЕОРИИ ХАОСА И САМОРГАНИЗАЦИИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ ТРЕХОСЕВЫХ ШАГОМЕРОВ	
Логинов С.И., Ветошников А.Ю., Кинтюхин А.С., Снигирев А.С. THREEAXIS PEDOMETER EVALUATION OF HUMAN LOCOMOTOR ACTIVITY ACCORDING TO THE THEORY OF CHAOS AND SELF-ORGANIZATION COMPLEX SYSTEMS	251
Loginov S.I., Vetoshnikov A.Yu., Kintuhin A.S., Snigirev A.S.	251
ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО БЫСТРОДЕЙСТВИЯ ПРИ АНАЛИЗЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СТАБИЛОМЕТРИЧЕСКОГО ТЕСТА СО СТУПЕНЧАТЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ	
Кручинин П.А. THE OPTIMAL SPEED-OF-RESPONSE PROBLEM SOLUTION USE TO ANALYZE OF STABILOMETRIC TEST WITH THE STEP DISTURBANCE	255
Kruchinin P.A.	255
ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЁЖНОСТИ ОРТОПЕДИЧЕСКОГО АППАРАТА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОСТЕОСИНТЕЗА	
Мамаев И.М., Федотов О.В., Филимонов В.Н. STUDY THE RELIABILITY OF REHABILITATION DEVICE FOR AUTOMATED OSTEOSYNTHESIS	259
Mamaev I.M., Fedotov O.V., Filimonov V.N.	259
ПАССИВНАЯ МЕХАНОТЕРАПИЯ КИСТЕЙ И ПАЛЬЦЕВ РУК: АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ И ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЕЕ РАСШИРЕНИЯ	
Брумштейн Ю.М., Мухтарова Е.В., Аксенова Ю.Ю., Мазеев В.А PASSIVE MECHANOTHERAPY OF HANDS AND FINGERS: THE ANALYSIS OF THE EXISTING EQUIPMENT FUNCTIONALITY AND ENHANCEMENT CAPABILITY	262
Brumshtein U.M., Muhtarova E.V., Askenova U.U., Mazeev V.A.	262
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ РАБОТ ПО СФД-ИССЛЕДОВАНИЯМ ГЕМОДИНАМИКИ ИСКУССТВЕННЫХ ОРГАНОВ	
Жданов А.В., Морозов В.В. ANALYSIS OF THE MODERN OPERATIONS OF CFD-RESEARCHES OF HEMODYNAMICS OF ARTIFICIAL ORGANS	265
Zhdanov A.V., Morozov V.V.	265
ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ КОМПРЕССИОННО-ДИСТРАКЦИОННЫХ АППАРАТОВ С МИКРОПЕРЕМЕЩЕНИЯМИ	
Новикова Е.А., Мамаев И.М., Жданов А. В. RESEARCH OF RIGIDITY OF COMPRESSION-DISTRACTION DEVICES WITH MICROMOVING	266
Novikova E.A., Mamaev I.M., Zhdanov A.V.	266
АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ И УСТРОЙСТВ ДЛЯ УПРАВЛЯЕМОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ КОСТНОЙ ТКАНИ	
Мамаев И.М., Жданов А.В., Морозов В.В. THE ANALYSIS OF CONSTRUCTIONS AND DEVICES FOR CONTROLLED REGENERATION OF BONE FABRIC	268
Mamaev I.M., Zhdanov A.V., Morozov V.V.	268

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПРИВОДОВ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОБХОДА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА СЕРДЦА ПУЛЬСИРУЮЩЕГО ТИПА Шинаков И.В., Волкова И.В., Круглов А.В.	ACTUATORS ACTUATORS INDIVIDUAL SYSTEMS BYPASS LEFT VENTRICLE THROBBING TYPE	270
Shinakov I.V., Volkova I.V., Kruglov A.V.		
МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ДЛЯ МЕХАТРОННОГО МОДУЛЯ СИСТЕМЫ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ Жданов А.В., Штых Д.В.	SIMULATION OF MANAGING DIRECTORS OF INFLUENCES FOR MECHATRONIC UNIT OF AUXILIARY BLOOD CIRCULATION	272
Zhdanov A.V., Shtyh D.V.		
РОЛЬ РАЗВИТИЯ НЕЙРОНОВ И ОБЩЕЙ ПЛАСТИЧНОСТИ В ВОССТАНОВЛЕНИИ МОТОРНОЙ ФУНКЦИИ ПОСЛЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ СПИННОГО МОЗГА Моника А. Горассини	ROLE OF NEURONAL GROWTH AND GENERAL PLASTICITY IN THE RECOVERY OF MOTOR FUNCTION AFTER SPINAL CORD INJURY	274
Monica A. Gorassini.....		
БИОМЕХАНИКА В ОРТОДОНТИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ ГОЛОВЫ М. Гари Фолкнер, Ph.D.	BIOMECHANICS FOR ORTHODONTICS AND HEAD RECONSTRUCTION	275
M. Gary Faulkner, Ph.D.		
СОВРЕМЕННАЯ ХИРУРГИЮ ЗАМЕЩАЮЩАЯ ТЕРАПИЯ БОТУЛОТОКСИНОМ ТИПА А В РАННЕЙ РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ С ПАРЕЗОМ ЭРБА Филатова Н.Б., Чочиев Г.М., Королькова О.И., Дорогоцева Э.А., Малахов Н.Б., Малахова М.Н.	MODERN SURGERY REPLACEMENT THERAPY WITH BOTULIN TOXIN TYPE A IN EARLY REHABILITATION OF PATIENTS WITH ERB PARESIS	276
Filatova N.B., Chochiev G.M., Korol'kov O.I., Dorogovtseva E.A., Malahov N.B., Malahova M.N.....		
12-ЛЕТНИЙ ОПЫТ ЛЕЧЕНИЯ ВРОЖДЁННОЙ КОСОЛАПОСТИ ПО МЕТОДУ ПОНСЕТИ Чочиев Г.М., Ганькин И.А., Королькова О.И., Малахов Н.Б., Малахова М.Н.	12 YEARS EXPERIENCE IN CURING CONGENITAL CLUBFOOT BY PONSETTI METHOD	277
Chochiev G.M., Gan'kin I.A., Korol'kov O.I., Malahov N.B., Malahova M.N.....		
ЭХОГРАФИЯ РЕЦИДИВИРУЮЩЕЙ КИСТЫ БЕКЕРА Малахов Н.Б., Чочиев Г.М., Филатова Н.Б., Королькова О.И., Малахова М.Н.	ECHOGRAPHY OF RECIDIVATING BEKER CYST	278
Malahov N.B., Chochiev G.M., Filatova N.B., Korol'kov O.I., Malahova M.N.....		
МИНИНВАЗИВНЫЙ ОСТЕОСИНТЕЗ (МИРО) В ЛЕЧЕНИИ ПЕРЕЛОМОВ ДЛИННЫХ ТРУБЧАТЫХ КОСТЕЙ Чочиев Г.М., Кукин И.А., Малахов Н.Б., Малахова М.Н.	MINI-INVASIVE OSTEOSYNTHESIS (MIRO) IN THERAPY OF LONG BONE FRACTURES	279
Chochiev G.M., Kukin I.A., Malahov N.B., Malahova M.N.		
КОРРЕКЦИЯ ФРОНТАЛЬНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У ДЕТЕЙ МЕТОДОМ ГЕМИЭПИФИЗИОДЕЗА (ПЕРВЫЙ ОПЫТ В РОССИИ) Чочиев Г.М., Малахов Н.Б., Малахова М.Н.	CORRECTION OF LOWER EXTREMITIES FRONTAL DEFORMATIONS IN CHILDREN USING THE METHOD OF HEMI-EPIPHYSIODESIS (THE FIRST EXPERIENCE IN RUSSIA)	280
Chochiev G.M., Malahov N.B., Malahova M.N.		

СЕКЦИЯ 4 ♦ SECTION 4

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ И ЭКОЛОГИИ

♦
NEW INFORMATION TECHNOLOGIES IN MEDICINE AND ECOLOGYМНОГОАГЕНТНАЯ СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ АНАЛИЗА И
КЛАССИФИКАЦИИ ФЛЮОРОГРАММ ДЛЯ СКРИНИНГОВОЙ ДИАГНОСТИКИ
ЛЕГОЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Дюдин М.В., Филист С.А., Черников К.Р.

MULTIAGENT SYSTEM OF INTELLECTUAL SUPPORT OF THE ANALYSIS AND
CLASSIFICATION FLUOROGRAMM FOR SCREENING DIAGNOSTICS OF
PULMONARY DISEASES

Dyudin M.V., Filist S. A., Chernikov K.R. 281

МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СИГНАЛА ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ

Федотов А.А., Акулова А.С.

MORPHOLOGICAL ANALYSIS OF PULSE WAVE SIGNAL 285

A.A. Fedotov, A.S. Akulova.....

МЕТОДИКА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ R-ЗУБЦА ЭКГ СИГНАЛА НА ОСНОВЕ
ПОЛОСОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГИЛБЕРТА

Федотов А.А., Акулова А.С.

THE METHOD OF DETECTING R-WAVE OF ECG SIGNAL BASED ON BANDPASS
FILTERING AND THE HILBERT TRANSFORM

A.A. Fedotov, A.S. Akulova..... 289

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА ВОЛЬТАМПЕРНЫХ
ХАРАКТЕРИСТИК БИОАКТИВНЫХ ТОЧЕК НА ОСНОВЕ МОДУЛЯ L-CARD E20-10

Суржикова С.Е., Богданов А.С., Шаталова О.В.

AUTOMATED SYSTEM FOR ANALYSIS OF CURRENT VOLTAGE RELATIONSHIP OF
BIOACTIVE POINTS BASED ON L-CARD E20-10 MODULE

Surzhikova S.E., Filist S.A., Shatalova O.V. 292

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СИНГУЛЯРНОГО АНАЛИЗА
ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛОВ

Яа Зар До, Жилин В.В., Руденко В.В.

THE AUTOMATED SYSTEM OF THE SINGULAR ANALYSIS OF
ELECTROCARDIOSIGNALS

Ya Zar Doe, Zhilin V.V., Rudenko V.V. 295

ВИРТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ
СЛУХОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Пуртов К.С., Бабич М.В., Бродовский В.Б., Кубланов В.С., Черных О.А.

VI TUAL STAND TO AUTOMATIC FINDING OF HUMAN HEARING SENSIBILITY

Purtov K.S., Babich M.V., Brodovskiy V.B., Kublanov V.S., Cherny O.A. 299

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МЕДИЦИНЫ

Лищук В.А., Газизова Д.Ш., Сазыкина Л.В., Шевченко В.Г. Маковеев С.Н.

INTELLECTUAL PROVIDING MEDICINE

Lishchuk V.A. Gazizova D. Sh., Sazykina L.V. Shevchenko V. G. Makoveev S. N. 302

О РАЗРЕШЕНИИ 3Д-ТОМОГРАММ ОБЪЕКТОВ ВРАЩЕНИЯ С ФИКСИРОВАННЫМ
УГЛОМ НАКЛОНЕНИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПО ОДНОМЕРНЫМ ПРОЕКЦИЯМ

Агафонов М.И., Сидоров М.Ю.

CONCERNING 3D-TOMOGRAM RESOLUTION OF ROTATING OBJECTS WITH FIXED
INCLINATION ANGLE BY THE RECONSTRUCTION FROM 1D-PROJECTIONS

M.I.Agafonov, M.Yu.Sidorov..... 305

АНАЛИЗ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В LABVIEW

Литвин А. В., Мороз К.А.

ANALYSIS OF HEART RATE VARIABILITY IN LABVIEW Linvin A.V., Moroz K.A.	309	
ИНТЕГРАЦИЯ МЕДИЦИНСКИХ ПРОТОКОЛОВ, РЕКОМЕНДАЦИЙ, СТАНДАРТОВ, ПОСОБИЙ, КОНТРОЛИРУЮЩЕЙ И ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ, ИМСИС, А ТАКЖЕ ВРАЧЕБНОГО ИСКУССТВА В МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ Лищук В.А., Ступаков И.Н., Газизова Д.Ш., Сазыкина Л.В., Юрлов И.А. INTEGRATION OF MEDICAL PROTOCOLS, RECOMMENDATIONS, STANDARDS, THE GRANTS CONTROLLING AND EXECUTIVE EQUIPMENT, INTELLECTUAL MEDICAL INFORMATION SYSTEMS, AND IATROTECHNICS INTO MEDICAL TECHNOLOGIES Lishchuk V.A., Stupakov I.N., Gazizova D. Sh., Sazykina L.V., Yurlov I.A.		313
АНАЛИЗ СОБСТВЕННЫХ ВЕКТОРОВ КОВАРИАЦИОННЫХ МАТРИЦ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММ НА БАЗЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «МОНОКУБ-РС» Исакевич Д. В. ECG COVARIANCE MATRIX EIGENVECTOR ANALYSIS USING MONOCUBE-PC COMPUTING SYSTEM Issakevich Daniel Valerievich.		316
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИМПЕДАНСА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТКАНИ ПРИ ЭЛЕКТРОРЕЗЕКЦИИ Карпухин В.А., Коваленко А.А. ALGORITHM DESIGN OF ELECTRICAL BIOIMPEDANCE MEASUREMENTS DURING ELECTRORESECTION Karpuhin V. A., Kovalenko A.A.		319
МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФИЛЬТРА ИСПРАВЛЕНИЯ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ОСВЕЩЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ РОТОВОЙ ПОЛОСТИ Кравцова Т.А., Колпаков А.В., Штадельманн Ж.В., Спиридонов И.Н. METHOD OF OPTIMAL PARAMETERS ASSESSMENT OF AN UNSHADOWING FILTER FOR MOUTH CAVITY IMAGES T.A. Kravtsova, A.V. Kolpakov, J.V. Stadelmann, I.N. Spiridonov.		323
ПРОБЛЕМЫ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ГРАФИЧЕСКИХ РЕАЛИЗАЦИЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛОВ. Кузнецов А.А., Гуменный В.Г., Пермяков С.А. PROBLEMS OF PROCESSING AND THE ANALYSIS OF ELECTRICARDIOSIGNALS GRAPHIC REALIZATIONS A. A. Kuznetsov, V.G. Gumennyj, S.A. Permjakov.		326
АРМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ ЛОР-ЗАБОЛЕВАНИЙ МЕДИЦИНСКОЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ Проскуряков А.В., Самойленко А.П. AUTOMATED WORKSTATION FOR DECISION MAKING SUPPORT TO DIAGNOSE ENT DISEASE A. Proskuryakov, A. Samoyl'enko.		330
АВТОМАТИЗАЦИЯ ОТБРАКОВКИ НЕТИПИЧНЫХ КАРДИОЦИКЛОВ Афшар Э., Жихарева Г.В., Крамм М.Н. AUTOMATED REJECTION OF ATYPICAL CARDIAC CYCLES Afshar E., Zhikhareva G.V., Kramm M.N.		334
ВЫДЕЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ НА ФОНЕ ЦВЕТНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА ОТСУ Шишко Д. Н., Ассанович Б. А. OBJECT DETECTION ON THE COLOR IMAGE BACKGROUND WITH THE USE OF OTSU ALGORITHM D. N. Shyshko, B. A. Assanovich.		338
ЗАЩИТА ОТ ИСКАЖЕНИЙ ЦВЗ 3-ГО ПОКОЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ДПФ ПРИ		

ПОМОЩИ КОДОВ ВАРШАМОВА-ТЕНЕНГОЛЬЦА Ассанович Б.А., Гаврилова И.Л., Карабарская М.Л. NOISE COMBAT IN 3-D GENERATION WATERMARKING IN DFT DOMAIN WITH VARSHAMOV-TENENGOL'TS CODES Assanovich B. A., Gavrilova I. L., Karacharskaya M. L.	340
О СОВМЕСТНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОКАЗАНИЙ ИНЕРЦИАЛЬНОГО БЛОКА И СИСТЕМЫ ВИДЕОАНАЛИЗА Бобылев А.Н., Кручинин П.А., Чертополохов В.А. ON INERTIAL MEASUREMENT UNIT AND MOTION CAPTURE SYSTEM INDICATIONS INTEGRATION Bobylev A.N., Kruchinin P.A., Chertopolokhov V.A.	344
КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ СЕРДЦА МЕТОДАМИ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА Садыков С. С., Белякова А. С. CLASSIFICATION OF DISEASES OF HEART BY METHODS OF THE DISCRIMINANT ANALYSIS Sadykov S.S., Belyakova A.S.	347
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА ВИДЕОФАЙЛОВ В ИССЛЕДОВАНИИ СЕНСОРНОЙ ИНТЕГРАЦИИ ЧЕЛОВЕКА Брагинский М.Я., Бурыкин Ю.Г., Логинов С.И., Солодилов Р.О. SOFTWARE FOR ANALYSIS OF VIDEO-FILES IN RESEARCH OF HUMAN'S SENSORY INTEGRATION M.Y. Braginsky, Y.G. Burikin, S.I. Loginov, R.O. Solodilov	350
АДАПТИВНАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ Трапезников И.Н., Антипов В.А., Коковкина В.А. ADAPTIVE IMAGE OBJECT SEGMENTATION USING CELLULAR AUTOMATON Trapeznikov I. N., Antipov V. A., Kokovkina V. A.	351
ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ КЛЕТОК КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА ПО ГИСТОЛОГИЧЕСКИМ ИЗОБРАЖЕНИЯМ Арtyухова О.А., Холмова М.А., Самородов А.В. SOFTWARE COMPLEX FOR SPATIAL ORGANIZATION OF BRAIN CORTEX CELLS AUTOMATED RESEARCHES BY HISTOLOGICAL IMAGES Artyukhova O.A., Kholmova M.A. Samorodov A.V.	353
ИНТЕРКВАНТИЛЬНЫЙ СИНХРОННЫЙ АНАЛИЗ ЭКГ Гуменный В. Г., Кузнецов А. А., Исаевич В. В. INTERQUINTILE SYNCHRONOUS ECG ANALYSIS V. G. Gumennyy, A. A. Kuznetsov, V. V. Isakevich.....	356
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ГОРМОНАЛЬНОГО СТАТУСА РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПО ИЗОБРАЖЕНИЯМ ИММУНОЦИТОХИМИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ Клименко Н.С., Добролюбова Д.А., Славнова Е.Н., Самородов А.В. ELABORATION OF THE ALGORITHM FOR BREAST CANCER HORMONAL STATUS QUANTITATIVE ASSESSMENT ALGORITHM USING IMMUNOCYTOCHEMICAL SPECIMEN IMAGES Klimenko N.S., Dobrolyubova D.A., Slavnova E.N., Samorodov A.V.	358
EFFECT OF USING SPARSE ADAPTIVE FILTERS IN ECHO CANCELLATION FOR HEARING AIDS Vu Van Son, Nguyen Tri Tue, Nguyen Thi Hoai Thu РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗРЕЖЕННЫХ АДАПТИВНЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ ЭХО-СИГНАЛОВ В СЛУХОВЫХ АППАРАТАХ Vu Van Son, Nguyen Tri Tue, Nguyen Thi Hoai Thu.....	361
АКТУАЛЬНОСТЬ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ СРЕДСТВ	

ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ И СЕГМЕНТАЦИИ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ОЧАГОВ ДЕМИЕЛИНИЗАЦИИ ВЕЩЕСТВА ГОЛОВНОГО МОЗГА НА МРТ СНИМКАХ Спажакин Ю. Г., Аль-Кавати А. А., Хамид М. А.	365
RELEVANCE, PROBLEMS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF MEANS OF DIGITAL PROCESSING AND SEGMENTATION OF DEMYELIZATION PATHOLOGICAL CENTERS OF A BRAIN SUBSTANCE IN MAGNETIC-RESONANCE IMAGING U. G. Spazhakin, A.A. Al-Kawati, M.A. Hamid.....	365
О СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ ПАРАМЕТРОВ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ У СПОРТСМЕНОВ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СПОРТА Евсеева Ю.В., Каторгина Г.И. Бойко И.П.	370
ABOUT STATISTIC FEATURES OF MICROCIRCULATION PARAMETERS IN ATHLETS OF VARIOUS SPORTS Evseeva Y.V., Katorgina G.I. Boyko I.P.	370
АППАРАТ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛОГИКИ В ЗАДАЧАХ МЕДИЦИНСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ Фролова Т.Н.	373
APPARATUS OF MATHEMATICAL LOGIC FOR PURPOSES OF MEDICAL ACTIVITY Frolova T.N.	373
ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ РАДОНА ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПРИЗНАКОВ ИЗ МРТ ИЗОБРАЖЕНИЙ МОЗГА С ОПУХОЛЕВЫМИ ОБРАЗОВАНИЯМИ Абдулракеб А.Р., Сушкова Л.Т.	374
APPLICATION OF RADON TRANSFORM FOR FEATURE EXTRACTION FROM MRI IMAGES OF BRAIN TUMOR A.R. Abdulraqeb, L.T. Sushkova.....	374
СИСТЕМА МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА КАРДИОСИГНАЛОВ Исаков Р. В.	376
SYSTEM OF METHODS AND MEANS OF CARDIO SIGNALS INTELLECTUAL ANALYSIS Isakov R.V.	376
ОБЗОР ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ ОБНАРУЖЕНИЯ АРТЕФАКТОВ В БИОМЕДИЦИНСКИХ СИГНАЛАХ Аль-Хайдри В.А., Исаков Р.В., Сушкова Л.Т.	379
OVERVIEW OF PRIMARY METHOD OF DETECTING ARTIFACTS IN BIOMEDICAL SIGNALS Al-Haidary W.A., Isakov R.V., Sushkova L.T.	379
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЪЕДИНЕННОГО АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ПЕРЕДАЧИ БИОМЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ Полушкин П.А., Гомес Ж.Л., Леммле Д.В.	383
USE OF PARALLEL SIGNALS UNITED PROCESSING ALGORITHM FOR INCREASING OF INFLUENCE IMMUNITY OF BIOMEDICAL TELECOMMUNICATION. Polushin P.A., Gomez J.L., D.V. Lemmle.....	383
АЛГОРИТМ ДИСТАНЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ ЧЕРЕЗ СПУТНИК АНГОСАТ Самойлов А. Г., Жоау А.	384
ALGORITHM TELEMEDICINE VIA SATELLITE ANGOSAT Samoilov A.G., João A.	384
МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ ХАРАКТЕРНЫХ ТОЧЕК НА ЭКГ Гуменный В. Г., Кузнецов А. А.	387
METHOD FOR THE DETECTION OF ECG CHARACTERISTIC POINTS V. G. Gumennyy, A. A. Kuznetsov.....	387
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ГОТОВНОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС- ПРОЦЕССАМИ К ИНФОРМАТИЗАЦИИ	

Костров А.В., Жданович О.А. THE ESTIMATE METHODICS OF BUSINESS PROCESS MANAGEMENT SYSTEM READINESS TO INFORMATIZATION Kostrov A.V., Zhdanovich O.A.	390
ПРИМЕНЕНИЕ СГЛАЖИВАЮЩИХ ОКОН ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ МЕТОДИЧЕСКОЙ ПОГРЕШНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ ГАРМОНИЧЕСКОГО СИГНАЛА НА ОГРАНИЧЕННОМ ИНТЕРВАЛЕ ВРЕМЕНИ Руфов А.А., Поздняков А.Д. USING WINDOW FUNCTION FOR REDUCE THE METHODICAL ERROR RMS VALUE OF THE HARMONIC SIGNAL Rufov A.A., Pozdyakov A.D.	394
ПРИМЕНЕНИЕ АДАПТИВНЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ АНАЛИЗА СИГНАЛОВ Савенкова В.В., Калыгина Л.А. APPLICATION OF ADAPTIVE FILTERS FOR SIGNAL ANALYSE Savenkova V.V., Kalygina L.A.	399
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЕЙШИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ БИОМЕДИЦИНСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ И СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ Веденеев Н.А., Татмышевский К.В. USING LATEST COMPUTER-AIDED DESIGN IN THE FIELD OF BIOMEDICAL ENGINEERING AND DATA PROCESSING SYSTEMS Vedeneev N.A., Tatmyshevsky K.V.	401
СТРУКТУРНО-ЧАСТОТНЫЙ АНАЛИЗ РИТМА СЕРДЦА БОЛЬНЫХ ЛЮДЕЙ Кузнецов А.А., Пермяков С.А. STRUCTURAL - FREQUENCY THE ANALYSIS OF ILL PEOPLE HEART RHYTHM A.A. Kuznetsov, S.A. Permjakov.....	403

КНИГА II ◆ BOOK II

СЕКЦИЯ 5 ◆ SECTION 5

НАУЧНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ ШКОЛА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ БИОМЕТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

SCIENTIFIC YOUTH SCHOOL

SMART BIOMETRIC SYSTEMS AND TECHNOLOGIES

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ВЗГЛЯДА

Латышева Е.Ю., Пилипенко М.Н.

ALGORITHM FOR GAZE DETECTION SYSTEM

Latysheva E.Yu., Pilipenko M.N.

33

ПОДХОДЫ К АВТОМАТИЗИРОВАННОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ СКЛОННОСТИ ЧЕЛОВЕКА К ПРОТИВОПРАВНЫМ ДЕЙСТВИЯМ ПО МИМИЧЕСКИМ ПРОЯВЛЕНИЯМ

Бойко А.А.

APPROACHES TOWARDS COMPUTER-ASSISTED IDENTIFICATION OF SOCIOPATHY USING MIMIC FEATURES

Boiko A.A.

36

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНОЙ ПОДПИСИ

НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ РАДОНА

Королёв А.И., Жирков В.Ф.

THE PERFORMANCE EVALUATION OF HANDWRITTING SIGN VERIFICATION BASED ON RADON TRANSFORMATION

Korolev A.I., Jirkov V.F.

39

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ЛОЖНОГО СРАБАТЫВАНИЯ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ГОЛОСОВЫХ КОМАНД

Рагузин П.С., Левин Е.К.

ASSESSMENT OF PROBABILITY OF FALSE OPERATION OF SYSTEM OF RECOGNITION OF VOICE COMMANDS

Raguzin P. S. Levin E.K.

43

СИСТЕМА СЛЕЖЕНИЯ ЗА ЗРАЧКОМ ГЛАЗА ЧЕЛОВЕКА

Лебедев И.М., Тюкин А.Л., Приоров А.Л.

EYE TRACKING SYSTEM

Lebedev I.M., Tyukin A.L., Priorov A.L.

46

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ РАЗРАБОТКЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЧНОСТИ ПО 2D ИЗОБРАЖЕНИЮ ЛИЦА

Неверова Е.С., Мамаев В.Ю., Спиридовон И.Н.

SELECTION FEATURES OF OPTICS FOR BIOMETRIC FACE RECOGNITION SYSTEMS

Neverova E.S., Mamaev V.Yu., Spiridonov I.N.

49

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ НА БАЗЕ ДЕСКРИПТОРОВ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ

Семин Л.А., Голубев А.С., Звягин М.Ю.

CONSTRUCTION OF RECOGNITION SYSTEM BASED ON DESCRIPTORS AND PRIOR TRAINING

Semin L.A., Golubev A.S., Zvyagin M.Y.

50

ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ПОДХОДА В СИСТЕМАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОМЕТРИИ

Черненский В.М., Мавзютов А.А.

APPLICATION OF MULTIAGENT APPROACH IN SYSTEMS OF SAFETY PREVENTION

USING BIOMETRICS Chernenkiy V.M., Mavzyutov A.A.	54
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОДПИСИ ЧЕЛОВЕКОМ	
Брумштейн Ю.М., Харитонов Д.В., Иванова М.В.	
EFFECTIVITY ANALYSIS OF USING OF DIFFERENT SOFTWARE-HA DWARE SOLUTIONS FOR INVESTIGATION OF THE HUMAN SIGNATURE DYNAMICS	
Brumshtein Y.M., Kharitonov Y.M., Ivanova M.V.	56
USING NEURAL NETWORKS IN THE SPEECH RECOGNITION FOR MEDICAL EQUIPMENT CONTROL	
Vu Van Son, Nguyen Thi Thuy	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНОВАНИЯ РЕЧИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ МЕДИЦИНСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ	
By Van Son, Ngуйен Thị Thúy	60
АЛГОРИТМ ОПИСАНИЯ ПРОСОДИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ	
Бессонов М.А.	
ALGORITHM OF PROSODIC FEATURE DESCRIPTIION ND ITS APPLICATION	
Bessonov M.A.	63
ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ АРТЕРИАЛЬНОГО ПУЛЬСА ПРИ ПОМОЩИ ВЕБ КАМЕРЫ	
Таранов А.А., Спиридонов И.Н.	
ARTERIAL PULSE MEASUREMENTS BY MEANS OF A WEB CAM	
Taranov A.A., Spiridonov I.N.	66

СЕКЦИЯ 6 ♦ SECTION 6

БИОТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕДИЦИНСКИЕ АППАРАТЫ, СИСТЕМЫ, КОМПЛЕКСЫ

BIOTECHNICAL AND MEDICAL APPARATUS, SYSTEMS, COMPLEXES	
ИНФОРМАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КОНТРОЛЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ЧЕЛОВЕКА ВО ВРЕМЯ ПОВСЕДНЕВНОГО НОЧНОГО СНА	
Юматов Е. А. , Перцов С. С. , Дудник Е. Н. , Крамм М.Н. , Стрелков Н. О.	
INFORMATION COMPLEX FOR CONTROL OF PHYSIOLOGICAL FUNCTIONS OF THE PERSON DURING THE DAILY NIGHT SLEEP	
Yumatov E. A. , Pertsov S. S. , Dudnik E. N. , Kramm M. N. , Strelkov N. O.	70
ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ ПЛЕНКИ С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ В МЕДИЦИНСКИХ ПРИЛОЖЕНИЯХ	
Ичкитидзе Л.П., Селищев С.В., Благов Е.В., ПавловА.А., Галперин В.А., Шаман Ю.П., Кицюк Е.П.	
ELECTROCONDUCTIVITE FILMS WITH CARBON NANOTUBS IN MEDICAL APPLICATION	
IchkitidzeL.P., Selishchev S.V., Blagov E.V., Pavlov A.A., GalperinV.A., ShamanYu.P.....	74
СВЕТОДИОДНЫЙ ОСВЕТИТЕЛЬ ДЛЯ МИКРОФОТОМЕТРИИ КЛЕТОК	
Хохлов А.А., Шугайло В.В., Кононенко В.В., Колесников С.С.	
LED-BASED ILLUMINATOR FOR CELL MICROPHOTOMETRY	
A. A. Khokhlov, V.V. Shugaylo, V.V. Kononenko, S.S. Kolesnikov.....	76
АППАРАТУРА ДЛЯ ПЕРИТОНЕАЛЬНОГО ДИАЛИЗА С РЕГЕНЕРАЦИЕЙ	
Базаев Н.А., Гринвальд В.М., Путря Б.М., Селищев С.В.	
APPARATUS FOR PERITONEAL DIALYSIS WITH DIALYSATE REGENERATION SYSTEM	
Bazaev N., Grinvald V.M, Putrya B.M., Selishchev S.V.	78
УСТАНОВКА ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ КРОВИ ULT-5 НА ОСНОВЕ	

ПРОГРАММИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ НА КРИСТАЛЛЕ Урлапов О.В., Черторийский А.А., Шорин А.А.	
UNIT ULT-5 FOR LASER BLOOD THERAPY WITH PROGRAMMABLE SYSTEM-ON-CHIP Urlapov O.V., Chertoriiski A.A., Shorin A.A.	80
ОБОБЩЕННАЯ СТРУКТУРА КОНТУРА САМОДИАГНОСТИКИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРЕНАЖЕРАХ ДЫХАТЕЛЬНОЙ МУСКУЛАТУРЫ Ивахно Н.В.	
GENERALIZED STRUCTURE CIRCUIT DIAGNOSIS IN INTELLIGENCE TRAINER RESPIRATORY MUSCLES Ivakhno N.V.	82
БИОТЕХНИЧЕСКИЙ СКАНЕР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА СОДЕРЖАНИЯ СВОБОДНОЙ ВОДЫ В БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТКАНИ Смолин В.А.	
BIOTECHNICAL SCANNER TO DETERMINE THE AMOUNT OF CONTENT OF FREE WATER IN BIOLOGICAL TISSUE Smolin V.A.	85
МИКРОМАШИННЫЕ МИКРОПОТОЧНЫЕ КИБЕРНЕТИЧЕСКИЕ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ САМОРАЗВИВАЮЩИХСЯ И ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ ЭНДОТЕЛИАЛЬНЫХ КАПИЛЛЯРНЫХ СЕТЕЙ IN VITRO: КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В САПР И СКМ Найдёнов Е.В., Якименко И.В., Глотов В.А.	
MICROMACHINES MICROFLOW CYBERNETIC PLATFORM FOR CULTIVATION SELF-DEVELOPING AND OPERATES ENDOTHELIAL CAPILLARY NETWORKS IN VITRO: COMPUTER DESIGN AND MODELING IN CAD AND SYSTEM COMPUTER MATHEMATIC Naidyonov E.V., Yakimenko I.V., Glotov V.A.	88
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕЛИНЕЙНЫХ ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ МЕТОДОМ Z-СКАНИРОВАНИЯ Антаков М.А., Родионова Е.В., Савельев М.С.	
INVESTIGATION OF SCATTERING LIMITERS OPTICAL PROPERTIES WITH Z-SCAN TECHNIQUE Antakov M.A., Rodionova E.V., Saveliev M.S.	92
АППАРАТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ВЕГЕТАТИВНОГО СТАТУСА: ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ Степанова Е.Ю., Прыгунова Т.М., Радаева Т.М., Фомин Л.Б., Чижиков Д.А., Монахов А.А., Борисов В.И.	
REALTIME DEVICES OF MONITORING OF CONDITION OF AUTONOMIC NERVE SYSTEM: AS ESSMENT OF EFFICIENCY E.Yu.Stepanova, T.M.Prygunova, T.M.Radaeva, L.B.Fomin, D.A.Chizhikov, A.A.Monahov, V.I.Borisov....	95
НУЛЕВОЙ РАДИОМЕТР ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ Убайчин А.В., Филатов А.В.	
ZERO RADIOMETER FOR MEDICAL APPLICATION Ubaichin A.V., Filatov A.V.	98
НАНОЭМИТТЕР НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК Глухова О.Е., Фадеев А.А., Колесникова А.С., Слепченков М.М.	
NANO EMITTER BASED ON CARBON NANOTUBES Gluhova O.E., Fadeev A.A., Kolesnikova A.S., Slepchenkov M.M....	101
БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИПОИ ДЛЯ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТКАНИ Герасименко А.Ю., Ичкитидзе Л.П., Подгаецкий В.М., Селищев С.В.	
BIOLOGICAL SOLDERS FOR LOSER WELDING OF BIOLOGICAL TISSUE Gerasimenko A.Y., Ichkitidze L.P., Podgaetsky V.M., Selishchev S.V....	104

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ МИКРОСКОПИИ ЦИТОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ Самородов А.В.	
ASPECTS OF BIOTECHNICAL SYSTEMS FOR AUTOMATED MICROSCOPY OF CYTOLOGICAL PREPARATIONS DESIGN Samorodov A.V.	108
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДАТЧИКИ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ (≤ 10 пТЛ) В МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ Ичкитидзе Л.П., Преображенский Р.Ю., Гаврюшина М.Л.	
PROMISING MAGNETIC FIELDS (≤ 10 pT) SENSORS IN MEDICAL DIAGNOSTICS Ichkitidze L.P., Preobrazhensky R. Y., Gavrushina M.L.	111
АВТОМАТИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КУЛЬТУР КЛЕТОК, ИНФИЦИРОВАННЫХ ХЛАМИДИЯМИ, ВО ФЛУОРЕСЦЕНТНОМ МИКРОСКОПЕ Артюхова О.А., Самородов А.В., Кост Е.А., Диденко Л.В., Зигангирова Н.А.	
AUTOMATION OF RESEARCH OF CELL CULTURES INFECTED WITH CHLAMYDIA USING FLUORESCENCE MICROSCOPE Artyukhova O.A., Samorodov A.V., Kost E.A., Didenko L.V., Zigangirova N.A.	113
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ПОИСК ФРАГМЕНТОВ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ПО ИЗОБРАЖЕНИЯМ УЗИ И ТРУЗИ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЗЫ Бурмака А.А., Говорухина Т.Н., Разумова К.В., Серегин С.П.	
FRAGMENTS OF AUTOMATED SEARCH PATHOLOGICAL CHANGES PICTURE ULTRASOUND AND TRANSRECTAL ULTRASOUND PROSTATE Burmaka A.A., Govorukhina T.N., Razumova K.V., Seregin S.P.	117
ВЛИЯНИЕ УЗКОПОЛОСНОЙ ПОМЕХИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ С КОДИРОВАНИЕМ Полушкин П.А., Синицин Д.В., Мартышевская Д.А.	
THE INFLUENCE OF NARROWBAND INTERFERENCE ON CHARACTERISTICS OF CODED DIGITAL SIGNALS Polushin P.A., Sinitzin D.V., Martishevskaya D.A.	121
IN VIVO NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE Peter S. Allen, Ph.D.	
ЯДЕРНО-МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС IN VIVO Петер С. Аллен, Ph.D.	123
MAGNETIC RESONANCE IMAGING OF PERIPHERAL NERVE Richard E. Snyder,	
МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО НЕРВА Ричард Е. Снайдер, Ph.D.	125
ДИАГНОСТИКА ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ Шахнин В.А., Чебрякова Ю.С.	
DIAGNOSTICS OF HIGH-VOLTAGE MEDICAL EQUIPMENT Shakhnin V.A., Chebryakova U.S.	127
РАЗРАБОТКА ДВУХКООРДИНАТНОГО СКАНИРУЮЩЕГО СТОЛА НАНОМЕТРОВЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ НА БАЗЕ УНИФИЦИРОВАННЫХ МОДУЛЕЙ Кириллов А.В., Федотов О.В., Филимонов В.Н.	
DEVELOPMENT OF XY SCANNING TABLE WITH NANOMETER RESOLUTION BASED ON STANDARDIZED MODULES Kirillov A.V., Fedotov O.V. (Ph.D.), Filimonov V.N. (Ph.D)	130
BIOMATERIALS FOR TISSUE ENGINEERING Hasan Uludag, Ph.D.	
БИОМЕТАРИАЛЫ ДЛЯ ТКАНЕВОЙ ИНЖЕНЕРИИ Хасан Улудаг, Ph.D.	132
NANOTECHNOLOGY TO LIFE SCIENCES: DEVELOPMENT OF A BIOCHIP BY SELF-	

PROPELLED DRO LETS Daniel K Kwok, Ph.D.	
НАНОТЕХНОЛОГИ В НАУКАХ О ЖИВОЙ ПРИРОДЕ: РАЗРАБОТКА БИОЧИПА С САМОДВИЖУЩИМИСЯ КАПЕЛЯМИ Дэниел К Квок, Ph.D.....	134
BLOOD VESSEL IMAGING AT HIGH MAGNETIC FIELDS Alan H. Wilman, Ph.D.	
ТОМОГРАФИЯ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ В СИЛЬНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ Алан Х. Уильям, Ph.D	136
АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ИЗМЕРИТЕЛЯ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ Салах Х.Х., Струнин Р.М.	
HARDWARE-SOFTWARE SYSTEM FOR HEART RATE MEASUREMENT Salah K.H., Strunin R.M.	138
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИНВЕРТИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ПЕРЕДАЧИ БИОМЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ Полушкин П.А., Джулани И., Матюха В.А.	
THE USE OF METHOD OF INVERSED SIGNALS FOR IMPROVING OF INTERFERENCE IMMUNITY OF BIOMEDICAL TELECOMMUNICATION Polushin P.A., Giuliani I., Matyukha V.A.	142
МЕТОДЫ ПОНИЖЕНИЯ ПОРЯДКА МОДЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ АНАЛОГОВЫХ УСТРОЙСТВ Долинина А.А., Ланцов В.Н.	
MODEL ORDER REDUCTION METHODS FOR ELECTRONIC ANALOG DEVICES Dolinina A.A., Lantsov V.N.	144
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОВЕРКИ И ТЕСТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕЛЕМЕТРИИ В МЕДИЦИНЕ. Макаров М.В., Бернютков А.К.	
AUTOMATION OF CHECKING AND TESTING TELEMETRY SYSTEMS IN MEDICINE. Makarov M.V., Bernukov A.K.	147
ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКАЯ СТРУКТУРА ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ МЕДИЦИНСКОЙ СЕТИ С МАРШРУТИЗАТОРАМИ Галкин А.П., Амро М.М, Альджарадат М.М., Дарахма И.	
USER-DEFINED STRUCTURE FOR INFORMATION PROTECTION MEDICAL NETWORK WITH ROUTERS Galkin A.P., Amro M.M., Aljaradat M.M., Darahma I.	150
ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕДИЦИНСКИХ ЗАЩИЩЕННЫХ СЕТЕЙ НА СИСТЕМНОМ УРОВНЕ Галкин А.П., Аль-Джабери Р. Х., Обади Х. М.(Йемен)	
DESIGNING MEDICAL SECURE NETWORKS AT THE SYSTEM LEVEL Galkin A.P., Al-Jabery R.H., Obady H.M. (Yemen)	152
ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АНАЛОГОВОЙ ЧАСТИ СКАНИРУЮЩЕГО РАДИОПРИЁМНОГО КОМПЛЕКСА Никитин О.Р. Рябов И.С.	
STAGES OF THE DESIGN OF THE ANALOG PART OF THE SCANNING RADIO RECEIVER SET. Nikitin O.R. Ryabov I.S.	156
МЕТОДЫ СИНХРОНИЗАЦИИ УСТРОЙСТВ УПРАВЛЕНИЯ НАГРУЗКОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ С НАПРЯЖЕНИЕМ ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА Бабушкин А.М.	
SYNCHRONIZATION METHOD LOAD MANAGEMENT DEVICES AUTOMATED RADIO ELECTRONIC ENERGY SAVING SYSTEM WITH MAINS VOLTAGE AC Babushkin Artyom Mihajlovich.....	158

**НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЯ**

Легаев В. П., Генералов Л. К., Галковский О. А.

**USING NEURAL NETWORKS TO IMPROVE QUALITY TECHNOLOGICAL
PROCESSING PRODUCT**

Legaev V. P., Generalov L. K., Galkovsky O. A.

162

СЕКЦИЯ 7 ♦ SECTION 7

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

METHODS AND TOOLS FOR DIAGNOSTIC OF NATURAL ENVIRONMENT

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВАРИАЦИЙ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

**ЧЕЛОВЕКА В ПРОЦЕССЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ КАК ОСНОВА ЕДИНОЙ
ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА
ЧЕЛОВЕКА**

Баклыкова Е.С., Бородин А.С., Тужилкин Д.А.

**ANALYTICAL DEPENDENCES HUMAN HEART RATE VARIATIONS IN THE DYNAMIC
LOAD AS THE BASIS OF A SINGLE ESTIMATE OF EXTERNAL ENVIRONMENTAL
FACTORS ON HUMAN**

Baklykova E.S., Borodin A.S., Tuzhilkin D.A.

166

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НАТИВНОЙ КЛЕЙКОВИНЫ С ВОДОЙ

МЕТОДАМИ ДСК

Думская Н.С., Бойко Б.Н

**INVESTIGATION OF NATIVE GLUTEN INTERACTION WITH WATER BY DSC
METHODS.**

Dumskaya N.S., Boiko B.N.

169

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТОЧНОСТИ КАЛИБРОВКИ РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ
ПРИЕМНИКОВ НА РЕЗУЛЬТАТ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ**

ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ МЕТОДОМ НРРС

Садовский И.Н.

**INFLUENCE OF RADIOMETERS CALIBRATION'S ACCURACY ON WIND-WAVE'S
PARAMETERS RETRIEVAL BY A NRRS-METHOD**

Sadovsky I.N.

173

**МОНИТОРИНГ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ У МЕЛКИХ ЛАБОРАТОРНЫХ
ЖИВОТНЫХ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ**

Зайцева Е.Н.

**MONITORING OF ARTERIAL PRESSURE AT SMALL LABORATORY ANIMALS
IN THE CONDITIONS OF CHANGING GRAVITY**

Zaitceva E.N.

177

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛИАМИНОПОЛИУКСУСНЫХ КИСЛОТ:

**ЭТИЛЕНДИАМИНТЕТРААЦЕТАТА И ДИЭТИЛЕНТРИАМИНПЕНТААЦЕТАТА И
ИХ КОМПЛЕКСОВ С МЕТАЛЛАМИ НА ОСНОВЕ АЭРОБНЫХ БАКТЕРИЙ**

CHELATIVORANS OLIGOTROPHICUS BKM-2395

Кувичкина Т.Н., Капаруллина Е.Н., Сафонов А.В., Доронина Н.В., Решетилов А.Н.

THE METHOD OF DETECTING POLYAMINOPOLYACETIC ACIDS:

**ETHYLENEDIAMINETETRAACETATE AND DIETHYLENETRIAMINEPENTAACETIC
AND THEIR METAL COMPLEXES BASED ON AEROBIC BACTERIUM**

CHELATIVORANS OLIGOTROPHICUS VKM-2395

Kuvichkina T.N., Kaparullina E.N., Safonov A.V., Doronina N.V., Reshetilov A.N.

178

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ
КРАТКОВРЕМЕННЫХ РЯДОВ БИОМЕДИЦИНСКИХ СИГНАЛОВ ПРИ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАГРУЗКАХ**

Борисов В.И., Кубланов В.С.

APPLICATION OF NONLINEAR DYNAMICS METHODS IN THE STUDY OF SHORT

SERIES OF BIOMEDICAL SIGNALS IN FUNCTIONAL STUDIES	
Borisov V.I., Kublanov V.S.	180
ИНТЕГРАЛЬНО-КОДОВЫЕ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КОНФИГУРАЦИЙ С ГЕКСАГОНАЛЬНЫМИ ЯЧЕЙКАМИ	
Антаков М.А., Бурнаевский И.С.	
MULTIPLEXED MEASUREMENT SYSTEMS BASED ON RECTANGULAR CONFIGURATION WITH HEXAGONAL PINHOLES	
Antakov M.A., Burnaevskiy. I.S.	
	183
ПРИЛИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ ЗЕМЛИ	
Грунская Л.В., Исакевич В.В., Исакевич Д.В., Лукьянов В.Е., Рубай Д.В.	
TIDE PROCESSES OF GEOPHYSICAL AND ASTROPHYSICAL NATURE THE EARTH ELECTROMAGNETIC FIELD	
Grunskaya L.V., Isakevich V.V., Isakevich D.V., Lukyanov V.E., Rubai D.V.	
	187
КОМПЬЮТЕРНОЕ ФАЦЕТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАССЕЯНИЯ ПЛОСКИХ МИЛЛИМЕТРОВЫХ ВОЛН НА ЛЕСНОМ ПОКРОВЕ	
О. Р. Никитин, А. А. Шулятьев	
COMPUTER FACET MODELLING OF WAVE SCATTERING ON A FOREST CANOPY	
O. P. Nikitin, A.A. Shulyat'ev	
	190
ПРЕДВЕСТИК ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИГНАЛИЗАТОРА ЗНАЧИМЫХ ОТЛИЧИЙ И СИГНАЛИЗАТОРА ИЗМЕНЕНИЯ ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ	
Лукьянов В.Е.	
A PRECURSOR OF EARTHQUAKES USING SIGNALLING SIGNIFICANT DIFFERENCES AND CHANGES IN THE PRINCIPAL COMPONENT	
Lukyanov V.E.	
	193
О ВОЗМОЖНОСТИ МОНИТОРИНГА МИКРОСЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ПОЛИГОНЕ	
Малышева Д.А., Дорожков В.В., Конешов В.Н.	
ABOUT POSSIBILITY MONITORING OF THE MICROSEISMIC ACTIVITY ON THE EXPERIMENTAL POLYGON	
D.A. Malysheva, V.V. Dorozhkov, V.N. Koneshov.....	
	196
ОЦЕНКА ВЫСОКОИМПЕДАНСНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ВЛИЯНИЯ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	
Шмелёв В.Е., Андрианов Д.П.	
SCORE HIGH IMPEDANCE ELECTROMAGNETIC EFFECTS OF POWER LINES ON THE ENVIRONMENT	
Shmelev V.E., Andrianov D.P.	
	200
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ЛЕСОПОЖАРНЫМ РИСКОМ.	
Жигалов И.Е., Озерова М.И.	
PREDICTION AND CONTROL OF FOREST FIRE RISK.	
Zhigalov Ilya E. , Ozerov Marina I.	
	202
ПРОГРАММНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ОБРАБОТКИ МЕТЕОРЕОЛОГЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЕСТНОСТИ	
Разумов Д. А., Орешкин Д. М., Давыдов Н. Н.	
SOFTWARE-ANALYTICAL SYSTEM FOR INTERACTION WITH METEOROGOCAL AND ELECTRIO ENVIROMENTAL PARAMETERS	
Razumov D. A., Oreshkin D. M., Davydov N. N.	
	205
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ GPS ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ	
Илюхин А.А., Конешов В.Н.	
EXPERIMENTAL ASSESSMENT OF OPPORTUNITIES OF GPS OF POSITIONING IN THE CONDITIONS OF GEOPHYSICAL OBSERVATORY	
Ilyukhin Alexander Aleksandrovich, Koneshov Vyacheslav Nikolaevich, Dr.Sci.Tech.....	
	209

ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В БЮДЖЕТНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ Колесник Г.П., Ледков А.Б. THE PROBLEMS OF ENERGY SAVING IN BUDGETARY INSTITUTIONS. G.P. Kolesnik, A.B. Ledkov.....	212
ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ 0,4 КВ Колесник Г.П., Куражнов И.А. THE PROBLEMS OF ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY IN MODERN ELECTRIC-POWER TRANSMISSION 0,4 KW. G.P. Kolesnik, I.A. Kuragnov.....	215
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В МУНИЦИПАЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ Колесник Г.П., Кротова А.С., Казаковцев А.С. PROSPECTS FOR THE RENEWABLE ENERGY SOURCES USE IN MUNICIPAL INSTITUTIONS. G.P. Kolesnik, A.S. Krotova, A.S. Kazakovzev.....	218
КОММЕРЧЕСКИЕ ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ Колесник Г.П., Грибакин В.С., Истомина Е.А. COMMERCIAL ELECTRICITY LOSSES. G.P. Kolesnik, Gribakin V.S., E.A. Istomina.....	222
СЕКЦИЯ 8 ♦ SECTION 8 ЭКОЛОГИЯ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА <hr style="width: 20%; margin: 0 auto;"/> ECOLOGY AND HUMAN HEALTH	
ВЛИЯНИЕ ГРАДИЕНТА МАГНИТНОГО ПОЛЯ В АНОМАЛЬНОЙ ЗОНЕ АКТИВНОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗЛОМА НА ПОКАЗАТЕЛИ ЭЭГ ЧЕЛОВЕКА Побаченко С.В., Соколов М.В., Шитов А.В. INFLUENCE MAGNETIC FIELD GRADIENT IN THE ANOMALOUS ZONE ACTIVE GEOLOGICAL FAULTS ON THE EEG OF THE HUMAN BRAIN Pobachenko S.V., Sokolov M.V., Shitov A.V.	227
НЕТРАДИЦИОННЫЙ ВЗГЛЯД НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ИХ РЕШЕНИЕ Анисимов А.В. NONTRADITIONAL VIEW OF ENVIRONMENTAL PROBLEMS AND THEIR SOLVING Anisimov A. V.	231
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ ПРОЯВЛЕНИЯ ЭЭГ-РЕАКЦИЙ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА ПРИ НЕСЕНСОРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ МОДУЛИРОВАННЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ МОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕФОНОВ Зубрилкин А.И., Побаченко С.В. EXPERIMENTAL EVALUATIONS OF PRESENTATION EEG – RESPONSES OF HUMAN BRAIN UNDER THE NONSENSORY IMPACT OF THE MODULATED MOBILE PHONE RADIATION Zubrilkin A.I., Pobachenko S.V.	234
КОЭФФИЦИЕНТ СМЕРТНОСТИ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ РЕГИОНА Дегтярева М.И., Вертиев В.В., Буренков В.Н. MORTALITY RATE AS INDICATOR OF SOCIO-ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL WELFARE OF THE REGION Degtareva M.I., Vertiev V.V., Burenkov V.N.	238
О СОСТОЯНИИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ БОЛЕЗНЯМИ ОРГАНОВ ДЫХАНИ Кирюхин А.В., Вертиев В.В., Буренков В.Н.	

ABOUT THE STATE OF THE POPULATION RESPIRATORY DISEASE INCIDENCE IN THE VLADIMIR REGION

Kiryuhin A.V. Vertiev V.V., Burenkov V.N. 240

ЗНАЧЕНИЕ АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ «МАВРС» ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕГЕТАТИВНОГО СТАТУСА ДЛЯ ОЦЕНКИ И КОРРЕКЦИИ ШКОЛЬНОЙ ДЕЗАДАПТАЦИИ

Прыгунова Т.М., Степанова Е.Ю., Радаева Т.М., Фомин Л.Б., Чижиков Д.А., Конышкина Т. М., Борисов В.И.

UNIT VALUE OF REAL TIME DEVICE “MAVRS” IN INVESTIGATION OF AUTONOMIC NERVE SYSTEM STATUS FOR ASSESSMENT AND CORRECTION OF SCHOOL DISADAPTATION

T.M.Prygunova, E.Yu.Stepanova, T.M.Radaeva, L.B.Fomin, D.A.Chizhikov, T. M. Koniskina V.I.Borisov..... 244

СТИМУЛЯЦИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЧЕЛОВЕКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Лашин А.Е.

STIMULATION OF HUMAN PERFORMANCE ELECTROMAGNETIC RADIATION

Lashin Artem Evgenievich..... 247

ЭПИДЕМИОЛОГИЯ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ ПО ВИНЕ ВОДИТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ВО ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Широбоков А.В., Ершов А.И., Давтян В.Г.

EPIDEMIOLOGY OF ROAD ACCIDENTS CAUSED BY TRANSPORT DRIVERS IN THE VLADIMIR REGION

Shirobokov A.V. Ershov A.I., Davtyan V.G. 250

ВЛИЯНИЕ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН НА КЛЕЙКОВИНУ

Думская Н.С., Бердышикова О.Н., Митин В.Ю.

EFFECT OF ALIMENTARY FIBERS ON GLUTEN.

Dumskaya N.S., Mitin V.U., Berdysnikova O.N. 254

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ, ПРЕДУПРЕЖДАЮЩИЕ АРТЕРИАЛЬНУЮ ГИПЕРТЕНЗИЮ

Литвинова Н.Ю.

PSYCHOLOGICAL EVENTS, WARNING ARTERIAL HYPERTENSION.

N. Litvinova..... 257

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД БИОКОРРЕКЦИИ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ МОЗГА ПРИ ТЕХНОГЕННОМ СТРЕССЕ

Кудинова Е.В.

EXPERIMENTAL METHOD BIOKORREKTSIYA STRUCTURAL AND FUNCTIONAL CHANGES OF THE BRAIN IN THE TECHNOGENIC STRESS

Kudinova Elena Veniaminovna..... 258

ЭКОЛОГИЯ И СИСТЕМА ЛИЧНОСТНОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Малинина С.М.

ECOLOGY AND SYSTEM OF PERSONAL DEVELOPMENT OF CHILDREN WITH DISABILITIES

Malinina S. M. 262

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧНОЙ ВЕТРОУСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО И БЫТОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ С ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ КОЭФФИЦИЕНТОМ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Арефьев Е.В., Орлов Ю.А.

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF ECOLOGICAL WIND TURBINE FOR INDUSTRIAL AND HOME USE WITH VARIABLE AERODYNAMICS RESISTANCE KOEFFICIENT

Arfelev E.V., Orlov Yu.A. 264

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

ПО ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ С ГЕО- И ГЕЛИОФИЗИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ Лещев И.А., Грунская Л.В.	266
INTERCONNECTION OF MOTOR TRANSPORT ACCIDENTS IN VLADIMIR REGION WITH GEOPHYSICAL AND HELIOPHYSICAL CHARACTERISTIC Leshev I.A., Grunskaia L.V.	
СОВОКУПНОСТЬ ПАРАМЕТРОВ ЕСТЕСТВЕННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КАК КОМПЛЕМЕНТАРНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР ВЛИЯНИЯ НА ЧЕЛОВЕКА Тужилкин Д.А., Бородин А.С.	
SET OF NATURAL ENVIRONMENT PHYSICAL FIELDS PARAMETERS AS COMPLEMENTARY ECOLOGICAL IMPACT ON HUMAN FACTOR Tuzhilkin D.A., Borodin A.S.	270
УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОГРУЖНЫХ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ Кузнецов А.В.	
ENVIRONMENTAL SITUATION IMPROVEMENT IN OIL-PRODUCING REGIONS WITH THE USE OF IMMERSED TELEMETRY SYSTEMS Kuznetsov A.V.	273
ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ. Расторопова И.А., Пименов А.Б.	
EVALUATION OF FUNCTION CONDITION OF CARDIAC RESPIRATORY SYSTEM IN CHILDREN AND TEENAGERS I.A.Rastoropova, A.B. Pimenov	275
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ДОБАВКИ КАК СРЕДСТВО ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ПОДДЕРЖАНИЯ СПОРТИВНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ Антоненко К.А., Пименов А.Б.	
BIOLOGICALLY ACTIVE SUPPLEMENTS AS A MEANS OF REHABILITATION AND KEEPING FIT K.A. Antonenko, A.B. Pimenov	278
РОЛЬ ВИТАМИНОВ В ПИТАНИИ ПОДРАСТАЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ Кузнецова М.А., Пименов А.Б.	
THE ROLE OF VITAMINS IN THE GROWING UP GENERATION'S DIET M.A. Kuznetsova, A.B. Pimenov	280
ГИМНАСТИКА СТРЕЛЬНИКОВОЙ: ТЕХНИКА, ПАТОФИЗИОЛОГИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ Анохин М.И., Северин А. Е., Щетинин М. Н..	
BREATHING EXERCISES OF STRELNIKOVA. TECHNICS, PHYSIOLOGY, SOME RESULTS Anokhin M.I., Severin A.E., Schetinin M.N.	282
СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОГО КЛАСТЕРА В СФЕРЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ (на примере Владимирской области) Струнин А.М., Струнин Р.М.	
CREATION AND DEVELOPMENT OF HEALTH INNOVATION CLUSTER (for example of Vladimir region) Ph.D., Strunin Alexander Mikhailovich, postgraduate Strunin Roman Mikhailovich....	284
ОЦЕНКА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОКОЖНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ Рашупкин К.А., Струнин Р.М.	
ASSESSMENT OF A PSYCHOPHYSIOLOGICAL CONDITION OF THE PERSON ON THE BASIS OF RESEARCH OF ELECTRODERMAL RESISTANCE Rashchupkin K.A., Strunin R.M.	288
ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЕРМИФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ БЫТОВЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД	

Титов И.Н., Фарзах Фаваз Салим Фатах, Ларинов Н.П. INNOVATIVE TECHNOLOGY OF VERMIFILTRATION FOR THE TREATMENT OF DOMESTIC AND INDUSTRIAL WASTEWATER I.N.Titov, Farzah Fawas Salim Fatah, N.P.Larinonov.....	292
СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ БОДРСТВОВАНИЯ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА В УСЛОВИЯХ МОНОТОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ Бушуев К. С., Струнин Р.М. MODERN CONTROL SYSTEMS OF AN HUMAN - OPERATOR WAKEFULNESS UNDER MONOTONIC ACTIVITIES Bushuev K., Strunin R.	396
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УРОВНЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ С РАЗЛИЧНЫМ ТИПОМ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА Батоцыренова Т.Е., Семенов Ю.Н., Миронова Ю.А., Блохин М.М. COMPARATIVE ANALYSIS OF THE LEVEL OF STUDENTS FITNESS WITH THE DIFFERENT TYPE OF VEGETATIVE REGULATION OF HEARTH RHYTHM Batotsirenova T.E., Semenov U.N., Mironova U.A., Blohin M.M.	300
СЕКЦИЯ 9 ♦ SECTION 9	
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЛАСТИ БИОМЕДИЦИНСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ И ЭКОЛОГИИ ◆ URGENT QUESTIONS OF HIGHER EDUCATION IN THE FIELD OF BIOMEDICAL ENGINEERING AND ECOLOGY	
SCHOOL OF ENGINEERING AND DIGITAL ARTS R.Guest ШКОЛА ИНЖЕНЕРНИИ И ЦИФРОВЫХ ИСКУССТВ Р. Гест.....	306
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ КАФЕДРЫ БИОМЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМ НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО УНИВЕРСИТЕТА «МИЭТ» Потапов Д.А., Пьянков И.В., Селищев С.В. EDUCATIONAL PROGRAMS OF BIOMEDICAL SYSTEMS DEPARTMENT OF NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY OF ELECTRONIC TECHNOLOGY (MIET) Potapov D.A., Pyanov I.V., Selishchev S.V.	307
ИНТЕГРИРОВАННЫЕ УЧЕБНЫЕ ПЛАНЫ БАКАЛАВРИАТА ПО НАПРАВЛЕНИЯМ ПОДГОТОВКИ КАФЕДРЫ БЭСТ Дмитриев В.Б., Шумарин С.В. INTEGRATED CURRICULUM UNDERGRADUATE ON DIRECTION CHAIRS «BEST» Dmitriev V.B., Shumarin S.V.	310
ПЕРСПЕКТИВЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ МЕДИЦИНСКОЙ ФИЗИКИ В МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА Черняев А.П. , Борщеговская П.Ю. , Близнюк У.А. , Варзарь С.М. , Розанов В.В. , Николаева А.А. PERSPECTIVES OF TRAINING IN THE FIELD OF MEDICAL PHYSICS IN LOMONOSOV MSU Chernyaev A.P., Borschegovskaya P.Yu, Bliznyuk U.A.,Varzar S.M, Rozanov V.V, Nikolaeva A.A...	312
МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ МЕДИКО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ НА ФАКУЛЬТЕТЕ «БИОМЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА» МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА Аполлонова И.А., Войнова Н.А., Николаев А.П. METHODOLOGICAL ASPECTS OF ORGANIZATION OF MEDICAL-TECHNICAL PRACTICE AT BAUMAN TECHNICAL UNIVERSITY'S "BIOMEDICAL EQUIPMENT" DEPARTMENT Apollotov I.A., Voinova N.A., Nikolayev A.P.	314

РОЛЬ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТА Тахаан О. ROLE OF MULTIMEDIA TECHNOLOGIES IN TRAINING OF THE STUDENT Tahaan O.	318
CALS ТЕХНОЛОГИИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ НА КАФЕДРЕ БЭСТ ВЛГ Долгов Г.Ф. TECHNOLOGY CALS IN EDUCATIONAL PROCESS OF TRAINING OF BACHELORS ON BEST VLGU CHAIR Dolgov G.F.	319
СИСТЕМНАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛНА РАЗВИТИЯ ПЕРСОНАЛА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ Головина Е. А. SYSTEM MODEL OF FORMATION OF THE PLAN OF DEVELOPMENT OF THE PERSONNEL OF INDUSTRIAL ENTERPRISES Golovina E.A.	321
ВОСПИТАНИЕ УВЕРЕННОСТИ В СЕБЕ КАК ОСНОВНОЕ КАЧЕСТВО ЛИЧНОСТИ БУДУЩЕГО СПЕЦИАЛИСТА Зыкова З.Н. THE ESTEEM AS THE MAIN QUALITY OF THE PERSONALITY OF THE FUTURE SPECIALIST Zykova Z. N.	324
ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИКО-ТЕХНИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ Панова А.Д., Струнин Р.М. TELEMEDICINE TECHNOLOGIES IN MEDICAL ENGINEERING EDUCATION Panova A.D., Strunin R.M.	326
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ◆ ADDITIONAL MATERIALS	
◆	
ПЕТЛЯ ГИСТЕРЕЗИСА, КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СПОСОБНОСТИ ОРГАНИЗМА К АДАПТАЦИИ, И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗЕРВЫ ОРГАНИЗМА Северин А.Е., Розанов В.В., Батоциренова Т.Е., Сушкова Л.Т., Торшин В.И., Семенов Ю.Н. HYSTERESIS LOOP AS AN INDICATOR OF THE ORGANISM ADAPTIVE POSSIBILITY AND FUNCTIONAL RESERVES Severin A.E., Rozanov V.V., Batotsirenova T.E., Sushkova L.T., Torshin V.I., Semenov Yu.N.	330
ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ. РОЛЬ БИОМЕДИЦИНСКИХ И ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ Агаджанян Н.А., Северин А.Е. HUMAN ECOLOGY IN THE MODERN WORLD. ROLE OF THE BIOMEDICAL AND ELECTRONIC FACILITIES Aghajanian N.A., Severine A.E.	331

СЕКЦИЯ 5

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ БИОМЕТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ВЗГЛЯДА

Латышева Е.Ю., Пилипенко М.Н.

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана,
kat9-lt@rambler.ru, mash_id@hotmail.com

В статье описаны требования к блоку регистрации видеоизображения системы автоматизированного определения направления взгляда, разработанные исходя из знаний о характеристиках движений глаз. Также в статье приведены результаты тестирования разработанного алгоритма определения направления взгляда.

Зрение – орган чувств, воспринимающий до 70% всей информации об окружающем мире [1]. В повседневной жизни человек постоянно просматривает и анализирует пространство, выделяя полезную информацию. Предмет восприятия меняется дважды в секунду, таким же образом изменяется направление взгляда [3]. Характер перемещения глаз выражает динамику внимания, мышления, воображения и представления, направленность говорит об интересе, намерении, отношении человека [2]. Знание о направлении взгляда может быть использовано в системах мониторинга психоэмоционального состояния оператора, в составе систем, использующих интерфейс человек-компьютер, а также систем проведения маркетинговых исследований для определения качества рекламы (на билбордах, в интернете).

При разработке системы, в которой оценивается направление взгляда, первоначально необходимо разработать требования к блоку регистрации видеоизображения. В данной работе описаны требования к блоку регистрации системы автоматизированного определения направления взгляда.

В зависимости от амплитуды, скорости, траектории, выполняемой функции движений выделяют следующие движения глаз: трепор, дрейф, микро- и макросаккады, прослеживающие, вергентные, торзионные движения и нистагм. В зависимости от назначения движений все движения разделяются на микро- и макродвижения. Микродвижения необходимы для сохранения местоположения глаз, макродвижения – для изменения местоположения глаз.

Для определения требований к блоку регистрации системы автоматизированного определения направления взгляда необходимо описать характеристики движений глаз, которые возникают при познавательной деятельности человека. Для данной деятельности характерны макродвижения, а именно, прослеживающие движения с амплитудой $\pm 60^\circ$ по горизонтали и $\pm 40^\circ$ по вертикали, и скоростью $5^\circ/\text{с}$ - $12^\circ/\text{с}$. При этом длительность движений зависит от времени прослеживания объекта. В то же время при слежении за объектом происходят фиксации с макросаккадами, амплитуда которых в нормальных условиях составляет 20°, а длительность составляет 70 мс [3].

При разработке системы автоматизированного определения направления взгляда будем использовать самый простой с точки зрения технологии метод видеосъемки, который будет регистрировать макродвижения, отражающие отношение человека к наблюдаемому объекту или пространству.

Разрешающая способность определяется исходя из размера различаемого смещения. С учетом амплитуд движений глаз $\pm 60^\circ$ по горизонтали и $\pm 40^\circ$ по вертикали и радиуса кривизны $R=13,5$ мм [3], допустим, необходимо различать движение в $\varphi = 10^\circ$. При малых углах изменение угла приведет к пропорциональному смещению положения центра зрачка (рис. 1).

$$x = R * \varphi = 13,5 \text{ мм} * \frac{2\pi * 10^\circ}{360^\circ} = 2,35 \text{ мм}$$

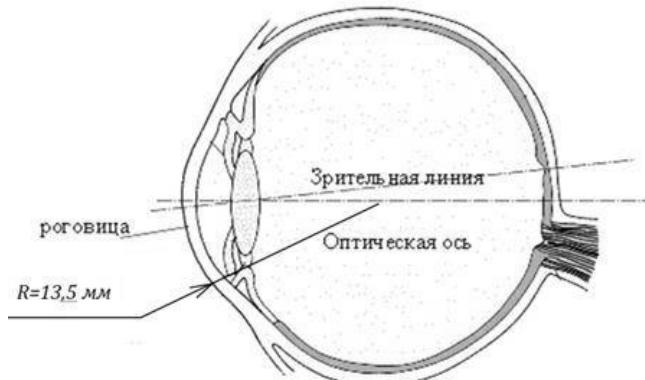


Рисунок 1 – Оптическая ось глаза

По теореме Котельникова для того, чтобы можно было различить элемент, необходимо минимум два отсчета. Таким образом, шаг дискретизации по обеим осям изображения равен:

$$T_{\text{дискр}} = \frac{2,35 \text{ мм}}{2 \text{ точки}} = 1,175 \frac{\text{мм}}{\text{точка}}$$

С учетом округления:

$$T_{\text{дискр}} = 1 \frac{\text{мм}}{\text{точка}}$$

Пространственная частота дискретизации равна:

$$\vartheta_{\text{дискр}} = \frac{1}{T} = 1 \frac{\text{точек}}{\text{мм}}$$

В пределах нормы размеры области глаза составляют: высота 2 см, ширина до 3 см. Возьмем коэффициент запаса $k=1,25$, тогда размеры области, которая должна быть отражена на изображении, равны:

$$1,25 * (20 \text{ мм} \times 30 \text{ мм}) = 25 \text{ мм} \times 37,5 \text{ мм}$$

Тогда, исходя из полученного значения пространственной частоты дискретизации, получаем, что минимальные размеры области глаза на изображении должны быть равны:

$$(25 \text{ мм} \times 37,5 \text{ мм}) * 1 \text{ точек/мм} = 25 \text{ точек} \times 37,5 \text{ точек}$$

В системе автоматизированного определения направления взгляда по динамике изображений лица используются цифровые изображения, поэтому отсчетами являются пиксели, т.е. минимальные размеры области глаз на изображении равны 25 пикс. \times 38 пикс.



Рисунок 2 – Классификация алгоритмов определения направления взгляда

При разработке требований к частоте кадров видеоизображения устанавливается минимальная частота кадров, обусловленная длительностью фиксации объекта наблюдения 70 мс. Таким образом, частота равна:

$$f_{\text{глаз}} = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,070} = 14,3 \text{ Гц}$$

По теореме Котельникова частота дискретизации должна быть больше максимальной частоты в два или более раза:

$$f_{min} = 2 * f_{глаз} = 28,6 \text{ Гц}$$

Минимальная частота кадров видеоизображения с учетом округления равна 30 кадров/с.

Алгоритм определения направления взгляда

Существуют два основных подхода к определению направления взгляда по видеоизображению: с использованием опорных точек, с использованием текстурных признаков лица (рис.2). Опорных точки могут быть получены с помощью калибровки, рассчитаны относительно геометрических признаков лица или блика, создаваемой ИК-датчиком.

При проектировании системы автоматизированного определения направления взгляда был разработан алгоритм определения направления взгляда с использованием опорных точек уголков глаз. Для определения опорных точек использовались библиотеки OpenCV, EMGU [3]. Для нахождения зрачка использовался алгоритм, описанный в [4]. Направление взгляда рассчитывалось относительно точек уголков глаза (рис. 3) с использованием следующих формул:

$$e = \frac{x_i - x_1}{x_2 - x_i}$$

$$s = \frac{y}{y_1}$$

Где (x_i, y_i) – рассчитанные координаты центра глаз, (x_1, y_1) – внутренний угол глаза, (x_2, y_2) – внешний угол глаза. Для определения направления взгляда использовались следующие решающие правила:

$$\text{горизонтальное состояние} = \begin{cases} \text{вправо, если } e \geq 1.35 \\ \text{прямо, если } 0,65 < e < 1.35 \\ \text{влево, если } e \leq 0,65 \end{cases}$$

$$\text{вертикальное состояние} = \begin{cases} \text{вверх, если } s \leq 0,95 \\ \text{прямо, если } 0,95 < s < 1.05 \\ \text{вниз, если } s \geq 1,01 \end{cases}$$

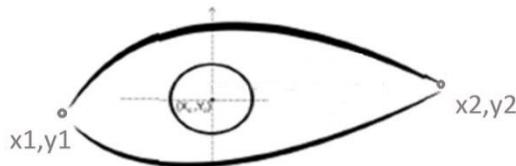


Рисунок 3 – Определение направления взгляда

Соответственно, сочетания горизонтального и вертикального состояний образуют 9 возможных направлений взгляда: прямо, вверх, влево-вверх, влево, влево-вниз, вниз, вправо-вниз, вправо, вправо-вверх.

Таблица 1 – Автоматическое определение направления взгляда с испытуемым 1.

Определено \ Истинное	прямо	вверх	влево-вверх	влево	влево-вниз	вниз	вправо-вниз	вправо	вправо-вверх	Количество изображений с данным направлением
прямо	89.29	10.71	0	0	0	0	0	0	0	28
вверх	38.89	55.56	0	0	0	0	0	5.56	0	18
влево-вверх	0	3.57	82.14	14.29	0	0	0	0	0	28
влево	0	5.56	27.78	66.67	0	0	0	0	0	18
влево-вниз	5.26	0	94.74	0	0	0	0	0	0	19
вниз	0	100	0	0	0	0	0	0	0	15
вправо-вниз	0	11.76	0	0	0	0	0	58.82	29.41	17
вправо	0	0	0	0	0	0	0	31.25	68.75	16
вправо-вверх	0	13.89	0	0	0	0	0	0	86.11	36

Для тестирования использовались 195 изображений испытуемого 1 и 226 изображений испытуемого 2 с 9 различными направлениями взгляда. Результаты тестирования работы алгоритма приведены в таблицах 1,2. Числовые значения в ячейках таблиц рассчитывались как отношение числа истинно положительных

срабатываний алгоритма по данному направлению к числу изображений с данным направлением, выраженное в процентах.

Таблица 2 – Автоматическое определение направления взгляда с испытуемым 2.

Определено \ Истинное	прямо	вверх	влево-вверх	влево	влево-вниз	вниз	вправо-вниз	вправо	вправо-вверх	Количество изображений с данным направлением
прямо	80	0	0	0	0	0	0	20	0	35
вверх	95.45	4.55	0	0	0	0	0	0	0	22
влево-вверх	64.29	3.57	7.14	25.00	0	0	0	0	0	28
влево	0	0	100	0	0	0	0	0	0	17
влево-вниз	9.52	90.48	0	0	0	0	0	0	0	21
вниз	0	31.82	0	0	0	0	0	9.09	59.09	22
вправо-вниз	0	0	0	0	0	0	0	33.33	66.67	24
вправо	0	0	0	0	0	0	0	100	0	23
вправо-вверх	5.88	23.53	0	0	0	0	0	11.76	58.82	34

Для испытуемого 1 вероятность правильного определения направления взгляда составляет 54,5%, в то время как для 2-ого – 32,7%. Снижение качества распознавания объясняется индивидуальными особенностями строения лица, а также недостатком в точности расстановки точек уголков глаза.

Библиографический список

- Грегори Р. Л. Глаз и мозг. Психология зрительного восприятия. — М., 1970.
- Ярбус А.Л. Роль движений глаз в процессе зрения. - М.: Наука, 1965. - 166с.
- Барабанщиков В.А. Окуломоторные структуры восприятия. – М.: Издательство «Институт психологии РАН», 1997 г. – 384 с., 140 рис., 2 табл.
- OpenCV, EMGU http://www.emgu.com/wiki/index.php/Main_Page
- Пилипенко М. Н. Определение центров зрачков на видеоизображении УДК: 57.087 //Молодежный научно-технический вестник. – Издатель ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана".# 06, июнь 2013.

ALGORITHM FOR GAZE DETECTION SYSTEM

Latysheva E.Yu., Pilipenko M.N.

Bauman Moscow State Technical University, kat9-lt@rambler.ru, mash_id@hotmail.com

In this article we describe requirements for gaze recognition system and algorithm for gaze detection using OpenCV, EMGU.

ПОДХОДЫ К АВТОМАТИЗИРОВАННОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ СКЛОНОСТИ ЧЕЛОВЕКА К ПРОТИВОПРАВНЫМ ДЕЙСТВИЯМ ПО МИМИЧЕСКИМ ПРОЯВЛЕНИЯМ

Бойко А.А.

Научно-исследовательский и испытательный центр биометрической техники МГТУ им. Н.Э. Баумана (НИИЦ БТ МГТУ им. Н.Э. Баумана), boiko_andrew@mail.ru

В настоящее время одной из наиболее серьезных проблем является проблема обеспечения безопасности в местах массового скопления людей. При решении данной проблемы приоритетным направлением является профилактика правонарушений. Для осуществления такой профилактики необходимо предвосхитить правонарушение, определив предрасположенность человека к его совершению. Правонарушения являются одним из типов девиантного поведения, называемым делинквентным поведением. Под делинквентным поведением личности понимают «действия конкретной личности, отклоняющиеся от установленных в данном обществе и в данное время законов, угрожающие благополучию других людей или социальному порядку и уголовно наказуемые в крайних своих проявлениях. Личность, проявляющая противозаконное поведение, квалифицируется как делинквентная личность (делинквент), а сами действия – деликтами» [1, с. 97].

Основной клинической формой делинквентного поведения является агрессия, а также безнравственное и аморальное поведение [2, с. 85]. В терминах базовых эмоций основным эмоциональным проявлением агрессии является гнев. Очевидно, что при вербальном выражении субъектом своих агрессивных намерений проблем с идентификацией таких намерений не возникает. Гораздо сложнее дело обстоит с латентной предрасположенностью к совершению деликта. В этом случае единственным проявлением такой предрасположенности является невербальное поведение. Под невербальным поведением, для обозначения которого также часто употребляется термин «экспрессия» понимается «предъявление вовне (другому человеку, группе лиц) скрытых для непосредственного наблюдения психологических особенностей личности» [3, с. 105].

С точки зрения определения склонности человека к противоправным действиям экспрессия как внешнее «Я» личности, связанное с ее устойчивыми и динамическими подструктурами, может обсуждаться в следующих направлениях [4, с. 13]:

- 1) в качестве средства, информирующего о свойствах и качествах личности;
- 2) как выражение модальности, знака отношения одного человека к другому;
- 3) как показатель актуальных состояний личности.

Одной из ведущих систем невербального поведения является оптическая, с доминированием структуры кинесики [3]. Иерархия данной структуры представлена на рисунке (Рисунок 4). К компоненту «выразительные движения» относятся следующие элементы:

- поза;
- жест;
- мимика;
- походка.

С точки зрения возможности автоматизации распознавания наиболее перспективным элементом выразительных движений является мимика. Вербальное описание мимических проявлений гнева в работе [5] выполнено следующим образом:

- брови опущены и сдвинуты вместе (нахмурены). Вертикальные линии-складки появляются между бровей;
- нижние веки напряжены и могут быть либо подняты, либо нет. Верхние веки напряжены, и, в зависимости от движения бровей, либо опущены, либо нет;
- глаза вытаращены, взгляд тяжелый и пристальный;
- губы могут находиться в двух положениях: плотно сжаты, с растянутыми или опущенными уголками, или раскрыты так, как будто человек кричит.



Рисунок 4 - Структурная схема невербального поведения человека (кинесика)

Составляющие эмоции гнева в терминах эмоциональной системы кодирования лицевых движений (ЭмСКЛиД) представлены в таблице (Таблица 3).

Таблица 3

Эмоция	Прототип (двигательные единицы)	Главные варианты (двигательные единицы)
--------	------------------------------------	--

Гнев	4+5*+7+10*+22+23+25, 26 4+5*+7+10*+23+25, 26 4+5*+7+23+25, 26 4+5*+7+17+23 4+5*+7+17+24 4+5*+7+23 4+5*+7+24	Любые из прототипов без любой из следующих двигательных единиц (ДЕ): 4, 5, 7 или 10
Примечания		
«+» означает сочетанную демонстрацию двигательных единиц;		
«*» означает, что в этой комбинации двигательная единица может быть любой интенсивности;		
«,» означает, что возможно проявление только одной из двигательных единиц, разделенных этим знаком – 25 или 26		

Перечень двигательных единиц, участвующих в формировании эмоции гнева, с указанием мышц представлен в таблице (**Ошибка! Неверная ссылка закладки.**).

Таким образом, автоматизированное определение отдельных двигательных единиц и последующее конъюнктивное объединение результатов такого определения дают возможность распознавания эмоции гнева, свидетельствующей о возможных склонностях субъекта к совершению деликта.

Необходимо отметить, что в условиях массового скопления людей регистрация лица каждого отдельного человека всегда будет происходить в некооперативном режиме, поэтому для получения условно-фронтальных изображений лица (с углами поворота, наклона и отклонения, не превышающими 15°) необходимо применение методов социальной инженерии:

- организация потока людей для их прохода по нешироким коридорам с размещением камеры, регистрирующей изображение лица, в конце коридора;
- организация прохода через рамку металлоискателя;
- привлечение внимания субъекта с помощью информационных указателей, рекламных щитов

Таблица 4

№ ДЕ	Оригинальное название двигательной единицы (на английском языке)	Двигательная единица	Мышечная основа
4	Brow Lowerer	Опускание брови	Мышца, опускающая бровь
5	Upper Lid Raiser	Поднимание верхнего века	Мышца, поднимающее верхнее веко
7	Lid Tightener	Натягивание века	Круговая мышца глаза
10	Upper Lip Raiser	Поднимание верхней губы	Мышца, поднимающая верхнюю губу
22	Lip Funneler	Губы воронкой	Круговая мышца рта
23	Lip Tightener	Натягивание губ	Круговая мышца рта
25	Lips Part	Губы разведены	Мышца, опускающая нижнюю губу или расслабление подбородочной мышцы или круговой мышцы рта
26	Jaw Drop	Челюсть опущена	Жевательная мышца, расслабленные височная мышца и медиальная крыловидная мышца

Указанные методы позволяют повысить качество получаемого изображения лица, что естественным образом влияет на точность распознавания интересующих эмоций (в настоящей работе – эмоции гнева).

Таким образом, определение предрасположенности к противоправным действиям сводится к определению склонности к делинквентному поведению, основной клинической формой которого является агрессия. Невербальным проявлением агрессии является эмоция гнева, мимическое проявление которой складывается из отдельных двигательных единиц. Автоматизированное определение соответствующих двигательных единиц и последующее объединение результатов позволят определить степень склонности субъекта к совершению деликтов.

Библиографический список

1. Змановская Е.В. Девиантология: (Психология отклоняющегося поведения): Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2003. 288 с.
2. Менделевич В.Д. Психология девиантного поведения. Учебное пособие. – СПб.: Речь, 2005. 445 с.
3. Лабунская В.А. Экспрессия человека: общение и межличностное познание. Ростов-на-Дону: Феникс, 1999. 608 с.
4. Лабунская В.А. Методические указания к спецкурсу: «Экспрессия человека». «Особенности кодирования невербального выражения личности». Ростов-на-Дону: изд-во ФГОУ «Южный федеральный университет», 2007. 51 с.

5. Данилов А.Н. Взаимосвязь девиантного поведения и потенциально опасных действий у пассажиров аэропорта. Режим доступа http://www.blyo.ru/referaty_po_psixologii/diplomnaya_rabota_vzaimosvyaz_2.html (дата обращения 10.04.2014).

APPROACHES TOWARDS COMPUTER-ASSISTED IDENTIFICATION OF SOCIOPATHY USING MIMIC FEATURES

Boiko A.A.

Biometric Research and Development Center, Bauman Moscow State Technical University,
boiko_andrew@mail.ru

Sociopathy is considered as a kind of deviant behavior. The article focuses on such clinical aspects of deviant behavior as aggression. Aggression is usually manifested as anger emotion. Anger can be described using Emotional Facial Action Coding System (EmFACS) as superposition of particular Action Units (AU). As these AUs have been recognized, anger emotion can be detected thus showing sociopathy.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНОЙ ПОДПИСИ НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ РАДОНА

Королёв А.И.¹, Жирков В.Ф.²

1 - Россия, Москва, ООО "ВЭД-сервис" korolev_ai@mail.ru,

2 – Владимирский Государственный Университет jirkovvf@mail.ru

Распознавание рукописной подписи – важная и актуальная задача систем ограничения доступа, автоматизации финансового документооборота и криминалистики. Суть распознавания – проверка экземпляра подписи на принадлежность конкретному человеку.

В процессе распознавания выделяют 3 основных этапа:.

1. Получение входной информации, оцифровка подписи.
2. Формирование вектора признаков – компактного набора данных, однозначно и полно определяющую подпись конкретного человека.
3. Сравнение, получение количественной оценки близости векторов признаков оригинальной и проверяемой подписи, принятие решения.

Одним из методов получения признаков является преобразование Радона изображения подписи.

Преобразование Радона для двумерного изображения – это получение множества проекций изображения на оси, проведённые под различными углами 0. Для цифрового изображения используют дискретное преобразование Радона (ДПР). Для каждой точки проекции вычисляется сумма значений пикселей, попадающих в каждый проекционный луч по следующей формуле:

$$R(k, b) = \sum_{i=1}^{N_{k,b}} w_{k,b}(i) * I_{k,b}(i)$$

здесь $R(k, b)$ – результат преобразования для угла b , луча номер k ;

$I_{k,b}$ – значение пикселя, через который проходит луч;

$w_{k,b}$ – корректирующий коэффициент, учитывающий часть пикселя, попадающего в луч.

Разрешение изображения и число углов в преобразовании - важнейшие параметры, определяющие эффективность распознавания 2. Они влияют на достоверность распознавания подписи и требования к вычислительном ресурсам. Для исследования данных закономерностей и определения оптимальных параметров в САПР Matlab создана моделирующая система.

Моделирующая система в качестве входных данных использует свободно распространяющийся набор подписей SVC2004 3. В набор входит по 20 оригинальных и 20 поддельных для каждого из 85 пользователей. Суммарный объём базы данных 3400 подписей позволяет рассматривать результаты как статистически достоверные. В набор входят подписи различного вида, в том числе и иероглифические.

Данные в наборе представлены в динамическом виде - присутствует информация о положении пера, факте и силе нажатия, временными отметками фиксации 4. В моделирующей системе изображение подписи строится на основе динамических данных. При этом, в отличии от изображений со сканера, отпадает необходимость использования дополнительной обработки, фильтрации.

Моделирующая система выполняет следующие действия на различных этапах распознавания:

В рамках первого этапа производится выбор текущих параметров вычислений: число точек по горизонтали и вертикали в изображении подписи, число углов в преобразовании Радона, число значений в проекции после геометрической нормализации. Выполняется формирование изображений на основе представленной динамической информации для всех подписей набора.

Примеры сформированных изображений подписи представлены на следующем рисунке:



Рисунок 1 - Примеры изображений подписи сформированных с различным разрешением.

На втором этапе вычисляется преобразование Радона с заданными параметрами для всех подписей набора. Интенсивности значений проекций нормализуется. Визуальное отображение результатов преобразования изображения подписи с различными параметрами обработки, представлены на следующем рисунке:

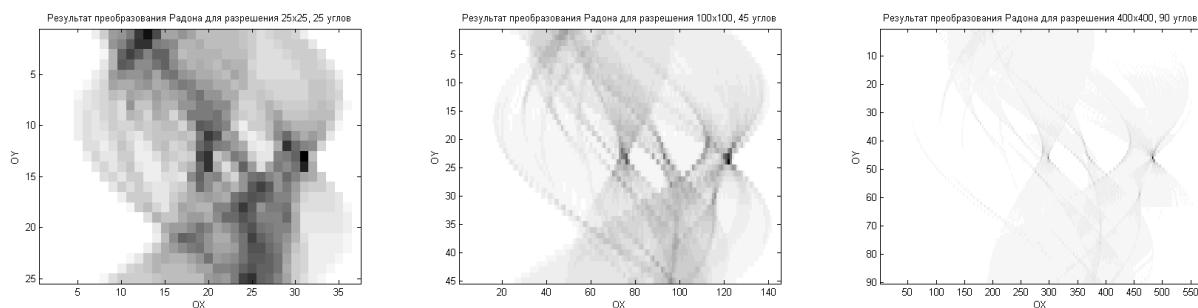


Рисунок 2 - Примеры результатов преобразования Радона для изображений с различным разрешением.

Также на данном этапе выполняется геометрическая нормализация результата преобразования. Исключаются краевые "пустые" значения. Оставшаяся содержательная часть проекции масштабируется в длину до заданного фиксированного значения с помощью процедуры передискретизации. Данное преобразование позволяет обеспечить геометрическую инвариантность результата при линейном смещении подписи или изменения размера отдельных элементов.

Результатом является массив фиксированного размера, содержащий нормализованные значения. Этот массив и считается вектором признаков. Визуальное отображение признаков подписи, полученных с различными параметрами преобразования, представлены на следующем рисунке:

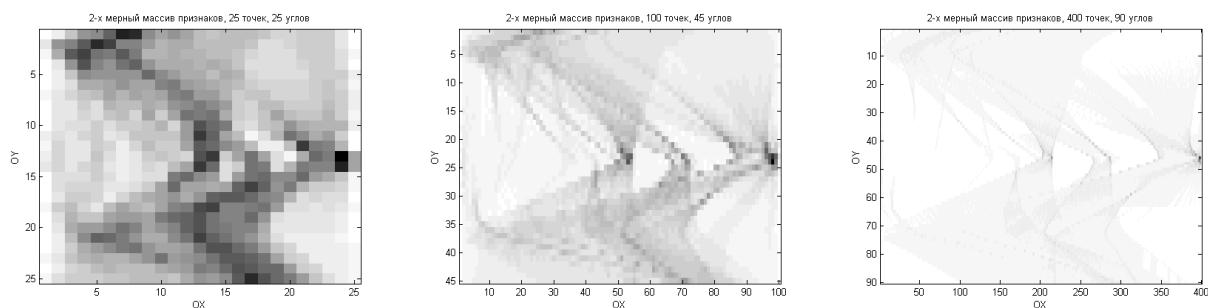


Рисунок 3 - Примеры признаков подписи.

На третьем этапе распознавания выполняется сопоставление каждой подписи со всеми остальными. При этом также выполняется процедура углового выравнивания. С точки зрения преобразования Радона поворот исходного изображения на угол (кратный угловому шагу преобразования) приводит к циклическому сдвигу "строк" проекций. Поворот на некратный угол вносит искажения в результат, но общие характеристики результата преобразования сохраняются. Оценка поворота 2-х подписей на основе анализа признаков выполняется с помощью нахождения максимума взаимокорреляционной функции максимальных значений проекций. После оценки угла расхождения производится компенсация поворота. Данная операция обеспечивает инвариантность признаков к повороту и, частично, наклону исходной подписи.

Количественной мерой расхождения, метрикой является суммарная разность векторов признаков сравниваемых подписей.

$$M(i, j) = \sum_{x=1}^B \left(\sum_{a=1}^K (R_i(x, a) - R_j(x, a)) \right)$$

здесь $M(i, j)$ – метрика признаков i -той и j -той подписей;

B – число точек (столбцов) признака;

K – число углов (строк) признака.

На основании метрик для каждой подписи оцениваются вероятности ложного отбрасывания достоверной подписи (FRR - False Reject Rate) и ложного принятия поддельной подписи (FAR - False Accept Rate).

Вычисляется такая граница порога метрики, при которой вероятности FRR и FAR равны. Общая вероятность ошибки при таких условиях называется вероятностью эквивалентной ошибки (EER - Equal Error Rate). Эта характеристика, вычисленная для всего набора, и является количественным показателем эффективности параметров обработки для задачи 5.

Отметим, что вероятность принятия ложной ошибки, а, следовательно, и вероятность эквивалентной ошибки рассматривалась на всём наборе данных. То есть в качестве ложных подписей выступали как "квалифицированные" подделки, так и подписи других пользователей, выступающие в роли "случайных" подделок.

Зависимость эквивалентной ошибки от числа углов представлена на следующем рисунке. Для каждого разрешения приводится отдельный график. Для числа углов меньшее 25, эквивалентная ошибка резко возрастает. В то же время для числа углов большее 45, ошибка уменьшается, но незначительно.

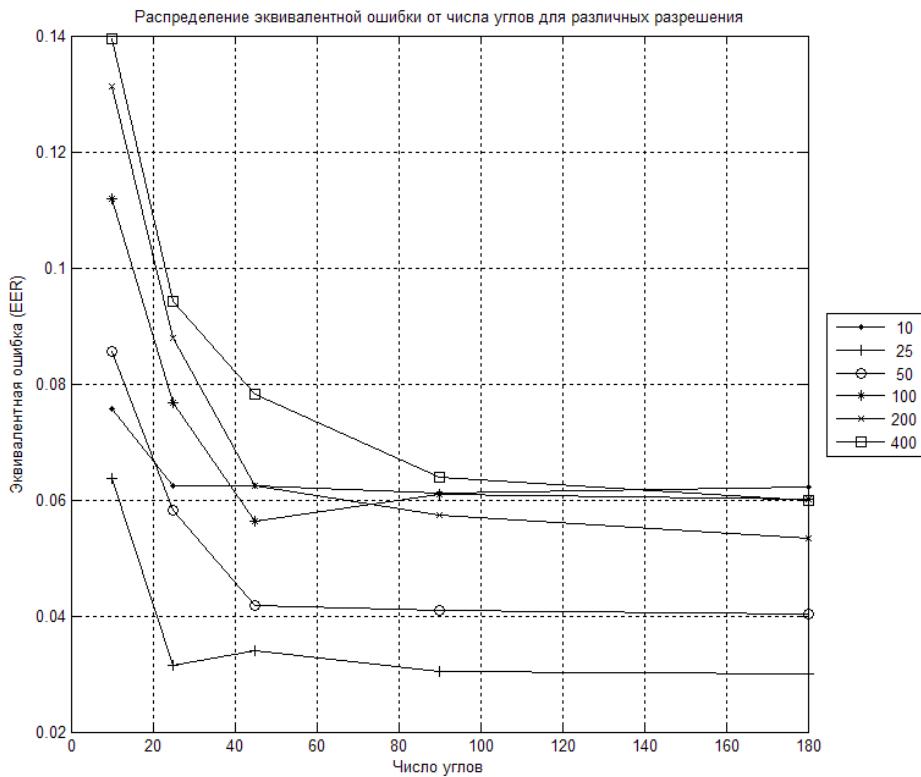


Рисунок 4 - Зависимость эквивалентной ошибки от числа углов.

Зависимость эквивалентной ошибки от разрешения представлена на следующем рисунке. Для каждого числа углов приводится отдельный график. Явно выделяется разрешение в 25 точек, которому соответствуют минимальные значения эквивалентной ошибки каждого графика.

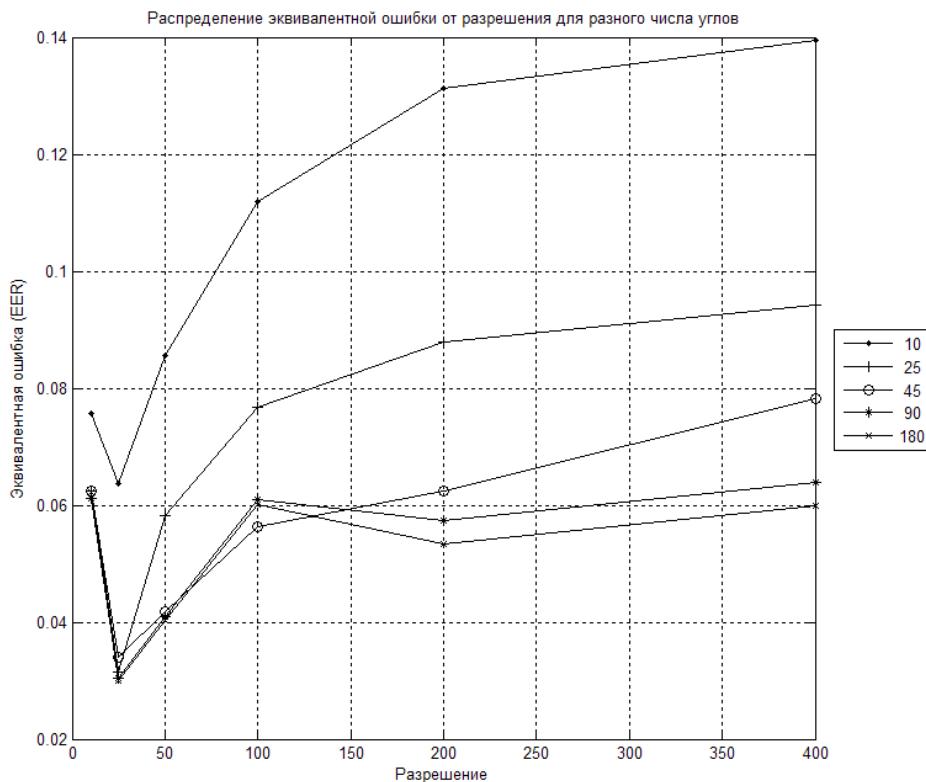


Рисунок 5 - Зависимость эквивалентной ошибки от разрешения.

Числовые значения вероятности эквивалентной ошибки (в процентах) для характерных параметров алгоритма распознавания приведены в следующей таблице:

Таблица 1. Вероятность эквивалентной ошибки (в процентах).

		Разрешение (число точек) изображения по горизонтали и вертикали					
		10	25	50	100	200	400
Количество углов	10	7,56	6,36	8,55	11,19	13,12	13,96
	25	6,24	3,15	5,83	7,67	8,78	9,42
	45	6,23	3,40	4,18	5,64	6,23	7,82
	90	6,12	3,04	4,10	6,09	5,73	6,39
	180	6,22	3,00	4,04	6,01	5,34	5,99

Наилучший показатель - наименьшая вероятность эквивалентной ошибки в анализируемом наборе данных равна 3,00% и найдена для разрешения 25x25 точек и 180 углов преобразования. Отметим, что близкие значения (3,04..3,4%) наблюдаются и для меньшего числа углов с данным разрешением. Разрешение изображения большее, чем 25x25 точек, в текущем алгоритме только ухудшает точность распознавания. Данная информация значительно сокращает требования к вычислительным ресурсам при реализации алгоритма в системах реального времени.

Алгоритм распознавания рукописной подписи на основе преобразования Радона показывает хорошие результаты и может быть использован для нетребовательных систем контроля 6. При необходимости повышения точности распознавания система будет дополнена другими алгоритмами.

Библиографический список

1. P. Toft. The Radon Transform: Theory and Implementation. Ph. D. Thesis, Department of Mathematical Modelling Section for Digital Signal Processing, Technical University of Denmark, 1996
2. M. Radmehr, S.M. Anisheh, I. Yousefian "Offline Signature Recognition using Radon Transform", World Academy of Science, Engineering and Technology Vol:6 2012-02-28
3. <http://www.cse.ust.hk/svc2004>. 2004.
4. R.M. Guest. PENTOOLS - A MATLAB Toolkit for On-line Pen-based Data Experimentation. 2009.

5. V.L. Blankers, C.E. van den Heuvel, K.Y. Franke and L.G. Vuurpijl. The ICDAR 2009 Signature Verification Competition. 2009.
6. Vu Nguyen, M. Blumenstein, G. Leedham «Global Features for the Off-Line Signature Verification Problem», 2009 10th International Conference on Document Analysis and Recognition, <http://www.cvc.uab.es/icdar2009/papers/3725b300.pdf>

THE PERFORMANCE EVALUATION OF HANDWRITTING SIGN VERIFICATION BASED ON RADON TRANSFORMATION

Korolev A.I., Jirkov V.F.

Russia, Moscow, LLC "VED-service", korolev_ai@mail.ru

Russia, Vladimir, VSU, jirkovvf@mail.ru

The handwriting sign verification method based on Radon transformation is has been considered in this article. There is sign verification modeling system at Matlab has been created and described here. The SVC2004 free signs dataset is has been chosen as a source of sign's images. Modeling results is has been presented in this article. There is severe reduction of compute requirements has been achieved and described here.



ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ЛОЖНОГО СРАБАТЫВАНИЯ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ

ГОЛОСОВЫХ КОМАНД

Рагузин П.С.¹, Левин Е.К.²

1 - ЗАО «ЭЛЕКТОН», г. Радужный Владимирской обл. e-mail: petrag@pisem.net

2 - Владимирский государственный университет, г. Владимир e-mail: eklevi@gmail.com

Достижения в области научных исследований систем автоматического распознавания голосовых команд (САРГК) и развитие вычислительной техники обусловили в настоящее время процесс внедрения САРГК в состав телефонных справочных систем [1]. Использование таких систем в медицинских учреждениях позволяет круглосуточно получать по телефону информацию о работе учреждения. Однако широкому использованию таких систем препятствует их высокая стоимость, вызванная, частности, необходимостью трудоемкой настройки системы на конкретные условия эксплуатации. При настройке, в частности, решается задача уменьшения вероятности ложного срабатывания системы на непроизвольные произнесения пользователем посторонних слов, не являющихся командами, которые не были учтены при разработке системы.

На стадии разработки САРГК стараются обеспечить малую вероятность ложного срабатывания с помощью ее тестирования на объемной выборке звукозаписей произнесений различных слов. По результатам тестирования определяется относительная частота (false alarm rate – FAR) [2] ложных срабатываний, которая является оценкой соответствующей вероятности. Недостатком существующего способа определения FAR является сильная зависимость полученной оценки от состава тестовой выборки звукозаписей. Трудно спрогнозировать значение FAR в условиях эксплуатации САРГК, когда произнесения посторонних слов отличаются от тех, что находились в составе тестовой выборки. Приходится проводить трудоемкую настройку системы на конкретные условия эксплуатации. В данной работе рассматривается возможность снижения зависимости FAR от состава тестовой выборки звукозаписей.

Так как ложное срабатывание современных САРГК происходит, когда часть звуков «постороннего» произнесения (ПП) совпадает со звуками команды, то целесообразно определять величину FAR в зависимости от степени совпадения. Определив эту зависимость на стадии разработки САРГК и зная состав звуков голосовых команд и «посторонних» произнесений, а также статистику появления ПП, можно спрогнозировать величину FAR в условиях эксплуатации системы.

В работе [3] степень совпадения звуков предложено представлять кодом следующего вида: 0003010. Здесь количество нулей равное пяти отражает число звуков ПП, которые отличаются от звуков команды. Числа три и один соответствуют факту совпадения звуков. Число три отражает тот факт, что в последовательности звуков ПП есть непрерывная подпоследовательность звуков в количестве трех, соответствующая подпоследовательности звуков команды. Общее количество звуков ПП равно девяти.

Для определения FAR с учетом степени совпадения звуков разработана соответствующая программа. Рассмотрим общий алгоритм работы программы. Для ее работы необходимо наличие данных с результатами распознавания. В них указываются:

- имя звукового файла, в котором было обнаружена голосовая команда (произнесение ключевого слова);
- текст распознаваемой голосовой команды (ГК);
- результат распознавания: ложное срабатывание или правильное обнаружение.

Обрабатываются все случаи ложного срабатывания. Сначала по данным распознавания определяется интервал времени в звуковом файле, которому соответствует ложное срабатывание. Затем для этого временного

отрезка также по данным распознавания определяется транскрипция текста, произнесение которого вызвало ложное срабатывание системы, и сам текст.

После того, как транскрипция текста была найдена, начинается сопоставление каждого ее знака со знаками транскрипции ключевого слова. Определяется набор номеров звуков ключевого слова, присутствующих в найденной транскрипции. Рассмотрим следующий пример. Обрабатываются результаты распознавания произнесенного слова «например». Транскрипция этого слова:

n	a2	p	r'	i1	m'	e0	r
зв1	зв2	зв3	зв4	зв5	зв6	зв7	зв8

Вторая строка обозначает номера звуков в составе произнесения. Ложное срабатывание проявляется в файле «mta0295.wav» на временном интервале: (7502 ... 15424) мс. Транскрипция произносимого текста на этом интервале: зв3, *, зв3, зв4, зв5, зв6 зв7, зв8, *. Звездочки обозначают факт несовпадения звуков ГК и ПП. Данной транскрипции ставится в соответствие кодовая комбинация 0060.

Для каждой голосовой команды анализируются все случаи ложного срабатывания, и определяются соответствующие кодовые комбинации, характеризующие степени совпадения звуков. Затем для каждой кодовой комбинации определяется количество ложных срабатываний, а также количество таких же кодовых комбинаций в транскрипции текста, который соответствует всей тестовой совокупности звукозаписей. Главное окно программы представлено на Рисунке 1.

Все настройки программы разделены на области: «Файлы и папки», «Замены звуков», и «Объединение результатов». Рассмотрим основные области.

«Замены звуков». Указываются те замены звуков, которые следует сделать при анализе результатов распознавания.

«Объединение результатов». Реализуется возможность объединения результатов работы программы по диктору или по выборке звукозаписей. После нажатия клавиши «Начать анализ результатов» происходит запуск анализа. Ниже этой кнопки находится линия прогресса, которая отражает степень завершенности анализа. Под линией прогресса находится поле с перечнем происходящих событий при анализе.

Программа использована для обработки результатов тестирования системы, разработанной ООО «Центр речевых технологий» - ЦРТ (г.Санкт-Петербург) [1], на двух выборках звукозаписей (звуковые базы 1 и 2) с использованием одинакового состава ключевых слов в количестве 21 [3]. Базы 1, 2 – это результат прочтения четырьмя дикторами (две женщины, двое мужчин) двух разных текстов. База 1 длительностью 2826 секунд содержит 6221 произнесение слов, а база 2 имеет длительность 1812 секунд и содержит 3964 слова. Результаты работы программы приведены в Таблице1.

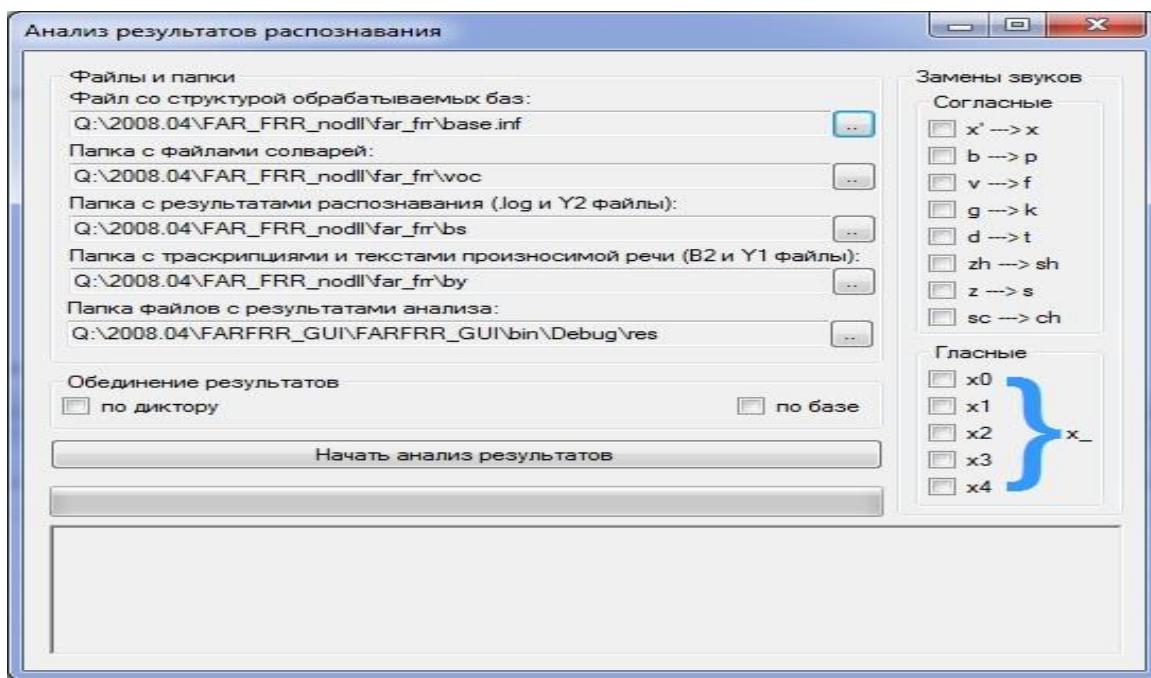


Рисунок 1 - Главное окно программы.

В первой колонке указана кодовая комбинация, обозначающая характер совпадения звуков команды и ПП. Знаки подчеркивания обозначают, что звуки ПП совпали с начальным и конечным звуками команды, соответственно. Во второй и третьей – значения FAR для первой и второй звуковых баз соответственно. В четвертой и пятой – число ложных срабатываний для первой и второй звуковых баз соответственно.

В последней колонке – результат деления значений FAR для первой и второй баз. Причем большое значение делится на меньшее. В таблице указаны только те результаты, которые соответствуют числу ложных срабатываний $i > 14$.

Таблица 1

Код	FAR 1	FAR 2	i_1	i_2	FAR _{max} /FAR _{min}
_60	14,41%	14,29%	33	19	1,01
_600	14,22%	14,77%	29	26	1,04
_10100	1,31%	1,24%	52	32	1,06
001000	0,05%	0,05%	66	32	1,06
_500	17,54%	19,00%	30	19	1,08
01000	0,06%	0,05%	55	25	1,20
010000	0,04%	0,05%	22	17	1,26
0500_	6,67%	5,27%	22	24	1,26
600	16,07%	21,23%	27	38	1,32
030_	4,04%	2,94%	36	29	1,38
20100	13,16%	19,28%	25	16	1,47
_2000	1,52%	2,30%	25	18	1,52
_02000	1,36%	2,12%	28	30	1,56
00100	0,09%	0,15%	114	86	1,66
0200	0,97%	1,65%	32	26	1,71
_0600	8,76%	15,57%	17	19	1,78
_0300	3,18%	5,65%	31	17	1,78
020_	2,28%	4,37%	30	15	1,92
_010100	1,58%	3,11%	82	50	1,97
_01000	0,07%	0,18%	18	18	2,60
_300	6,15%	17,89%	27	34	2,91
_010000	0,08%	0,24%	27	23	3,01

Из данных последней колонки следует, что значения FAR для первой и второй баз отличаются не более, чем в два раза для 19 из 22 кодовых комбинаций и лишь для трех комбинаций эти отличия практически не превышают трех раз. Следует отметить, что с ростом величины FAR наблюдается тенденция снижения отличий.

Если считать, что база 1 используется для настройки САРГК на стадии ее проектирования, а база 2 соответствует условиям ее эксплуатации, то видно, что для одинаковых кодовых комбинаций значения FAR отличаются, в основном, не более, чем в два раза.

Зная состав команд, тексты произносимых посторонних слов, а также относительную частоту их появления при эксплуатации системы, можно оценить вероятность ложной тревоги с погрешностями, не превышающими расхождение величин FAR для первой и второй звуковых баз. Объем экспериментов для подстройки системы под условия эксплуатации можно сократить, сосредоточив внимание только на тех случаях ложного срабатывания, для которых рассчитанная оценка вероятности появления превышает допустимые значения.

Библиографический список

1. Распознавание речи [Электронный ресурс] / Центр речевых технологий. Санкт-Петербург. - Режим доступа: <http://www.speechpro.ru/technologies/recognition>
2. Xeudong Huang, Alex Acero, Xciao-Wuen Hon. Spoken language processing: a guide theory algorithms, and system development. Prentice Hall PTR, New Jersey, 2001, 980pp.
3. Левин Е.К., П.С.Рагузин, М.Ю.Татарникова Оценка вероятности ложного срабатывания системы автоматического распознавания голосовых команд. // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика, телекоммуникации, управление. №5, 2011, с.7 – 13.

ASSESSMENT OF PROBABILITY OF FALSE OPERATION OF SYSTEM OF RECOGNITION OF VOICE COMMANDS

Raguzin P. S. Levin E.K.,
 “ELEKTON”, Raduzhny, Vladimir Region, e-mail: petrag@pisem.net
 Vladimir State University, Vladimir, e-mail: eklevi@gmail.com

Involuntary pronouncing by the announcer of outside words can lead to false operation of system of automatic recognition of voice commands. In case of system development try to provide small value of the false alarm rate (FAR). For setup of system and determination of FAR test selection of sound recordings is used. As in case of maintenance of system words which weren't used in case of system development can be said, it is necessary to set up system in case of input it in maintenance.

For the purpose of reduction of time for setup of recognizer FAR is offered to define taking into account a level of coincidence of sounds of the command and outside pronouncing. The program for determination of FAR is developed and results of experiment are given. The FAR values found for two different selections of sound recordings, differ, generally no more, than twice. Therefore, the FAR values found by means of one selection of sound recordings can be used in case of calculation of FAR values for other selection.

СИСТЕМА СЛЕЖЕНИЯ ЗА ЗРАЧКОМ ГЛАЗА ЧЕЛОВЕКА

Лебедев И.М., Тюкин А.Л., Приоров А.Л.

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
ilyaleb@gmail.com, tyukin.alex@gmail.com, andcat@yandex.ru

Движение глаз человека представляет большой интерес в различных отраслях: военной, промышленности и особенно в медицине. Решению этой задачи можно найти широкое применение:

1. В способах диагностики бинокулярного зрения человека.
2. Для помощи парализованным больным, у которых могут двигаться только глаза. Для них можно написать специальные программы, которые позволят им общаться с окружающим миром посредством Интернета.
3. В маркетинговых целях, чтобы знать, где лучше расставлять рекламу, и на что чаще всего обращают свое внимание люди.

4. В авиационных шлемах, для наведения систем слежения в нужную область.

5. Для слежения за направлением взгляда водителя, и оптимизации салона автомобиля.

Сегодня эти задачи можно решить с помощью обработки изображения с камеры, зафиксированной перед лицом [1], хотя раньше эта задача решалась значительно сложнее. Для того чтобы записывать движения глаз, брали крошечное зеркальце и прикрепляли его к контактной линзе сбоку — так, чтобы оно не мешало видеть. После этого на зеркальце направляли пучок света, который, отражаясь, создавал на экране небольшое световое пятно.

Был и еще один способ регистрации движений глаз; он разработан Д. Робинсоном в Институте Уилмера (университета Джонса Гопкинса). При этой методике по краю контактной линзы на глазу испытуемого монтировалась крохотная катушка индуктивности, а самого испытуемого помещали между двумя взаимно перпендикулярными обручами, величиной с велосипедное колесо, на которых были расположены другие катушки индуктивности. Протекание тока в этих катушках вело к появлению тока в катушке на контактной линзе. После калибровки такой системы можно было регистрировать движения глаз с большой точностью. Однако для самого испытуемого эти способы регистрации движений глаз нельзя назвать приятным [2].

Предлагаемая система слежения за зрачком глаза человека представлена на рис. 1.

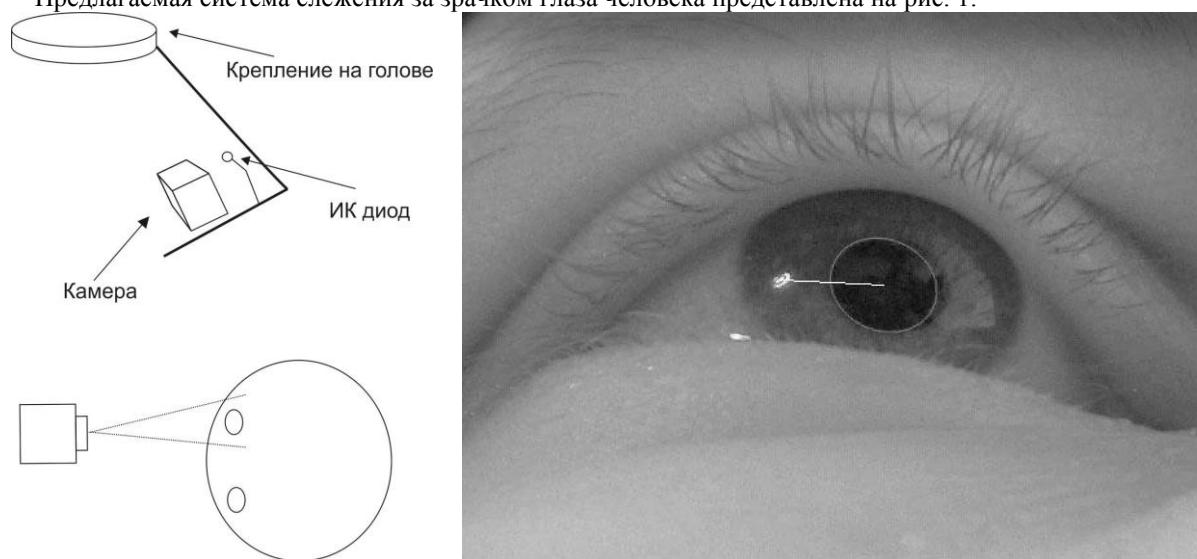


Рисунок 1 - Схема установки

Для выделения зрачка на изображении были предложены следующие алгоритмы:

1. На основе выделения максимально похожей области. Алгоритм ищет самую темную точку на изображении, находит около нее похожую область по цвету и анализирует, насколько эта область похожа на зрачок.

2. На основе пороговой обработки. Алгоритм работает по схожей схеме, что и предыдущий. Отличие заключается в том, что анализируемая область теперь будет выбираться независимо от цвета минимальной точки.

3. На основе выделения контуров, с использованием детектора границ Canny. Зрачок глаза имеет достаточно четкие контуры, что позволяет найти его с помощью детектора границ.

Алгоритмы тестировались как в видимом, так и в инфракрасном диапазонах. Зависимость дисперсии отклонения положения зрачка при фиксированном взгляде оператора для различных алгоритмов представлена на рис. 2. Видно, что алгоритм Canny имеет значительно большую дисперсию, в то время как другие весьма схожи по этому параметру.

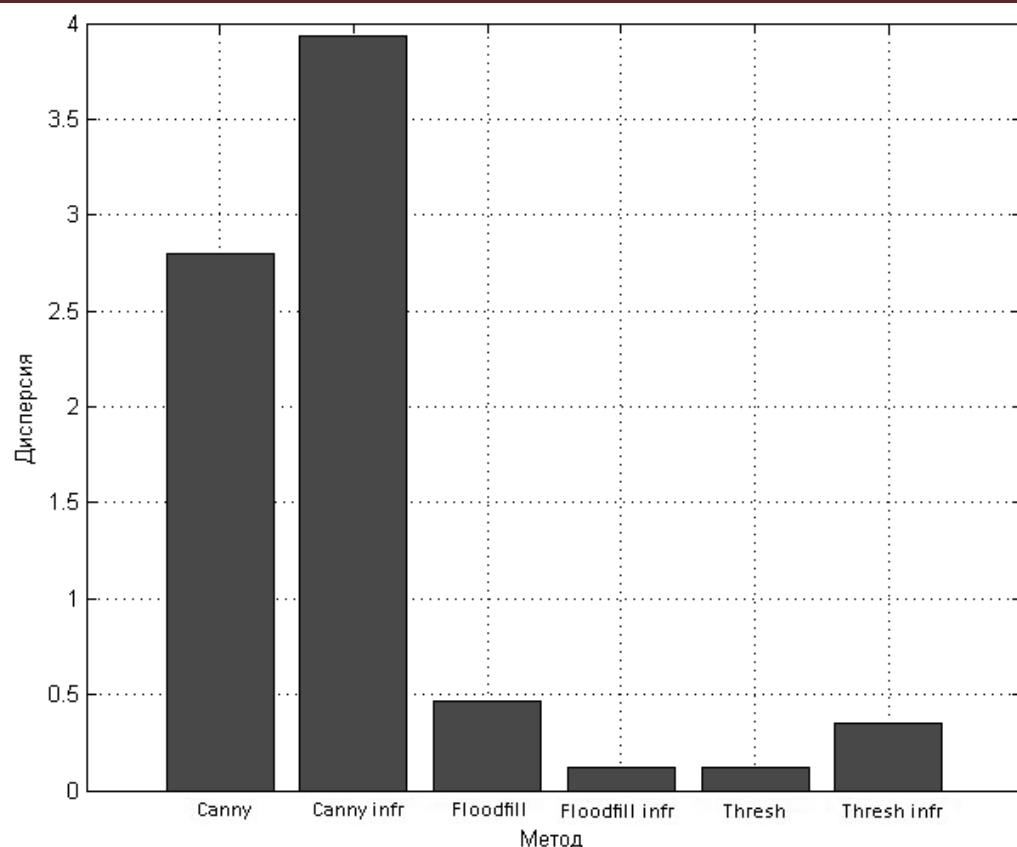


Рисунок 2 - Величина дисперсии при фиксированном взгляде

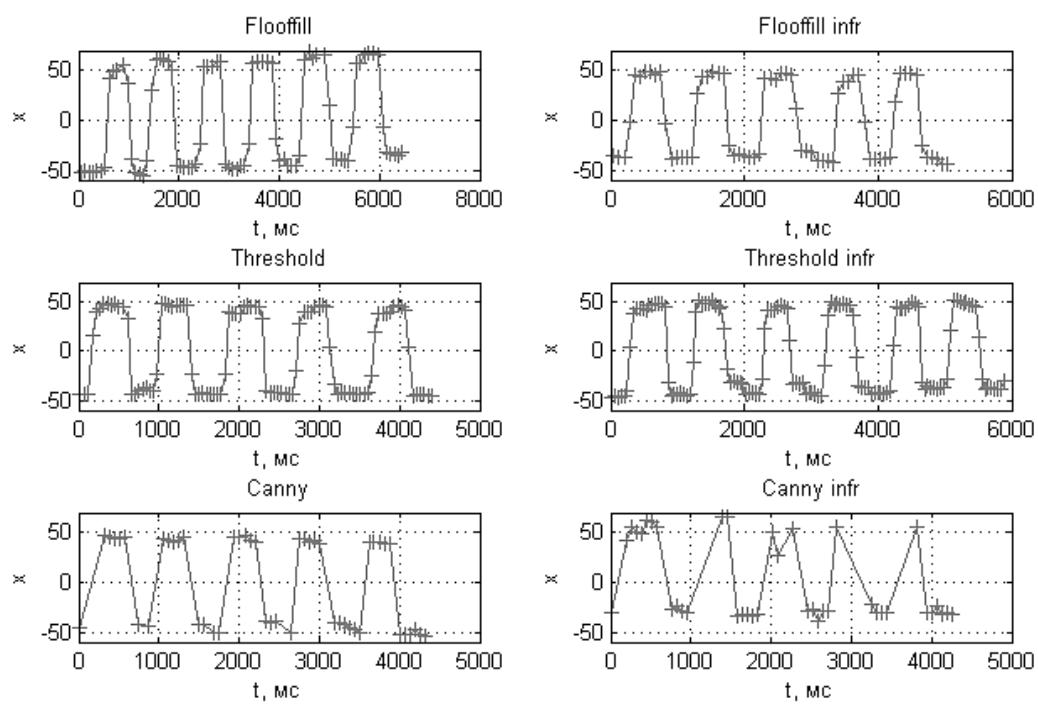


Рисунок 3 - Работа алгоритмов при быстром перемещении глаза

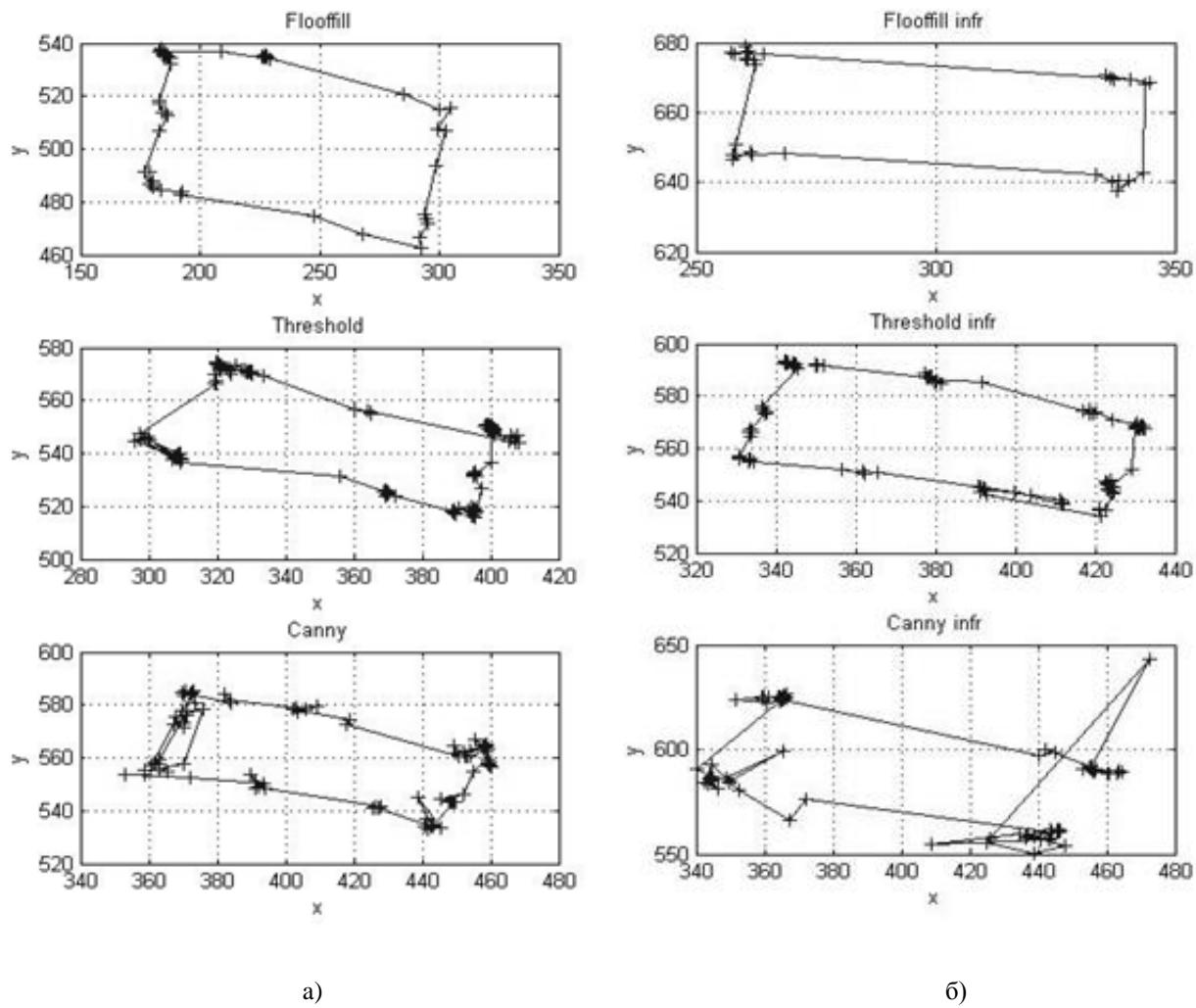


Рисунок 4 - Движения зрачка глаза при рассматривании монитора: а) видимый диапазон; б) инфракрасный диапазон

Для оценки работы алгоритма при быстрых перемещениях, оператор с максимальной скоростью перемещал глаз и смотрел то на одну, то на другую точку, которые были расположены на одной высоте.

Графики зависимости x координаты зрачка от времени представлены на рис. 3. видно, что из-за большой дисперсии алгоритм Canny недостаточно хорошо детектирует быстрые перемещения глаз. дисперсии алгоритм Canny недостаточно хорошо детектирует быстрые перемещения глаз.

В качестве иллюстрации работы системы можно рассмотреть детектирование зрачка глаза при рассматривании прямоугольной области (рис. 4.) Видно, что алгоритм на основе выделения максимально похожей области и пороговой обработки дает более стабильные результаты, чем алгоритм, основанный на детекторе границ Canny. Дальнейшее исследование алгоритмов показало, что алгоритм на основе выделения максимально похожей области работает лучше в условиях зашумленности изображения, а так же стабильно работает в условиях различной освещенности. Следует отметить, что этот алгоритм может успешно применяться и для детектирования других цветовых областей [3].

Библиографический список

1. Шапиро Л., Стокман Дж. Компьютерное зрение. – М.: БиноМ. Лаборатория знаний, 2006.
2. Хьюбел Д. Глаз, мозг, зрение. – М.: Мир, 1990.
3. Лебедев И.М., Тюкин А.Л. Алгоритм навигации и беспрепятственного передвижения в пространстве для мобильных роботов // Докл. 15-й междунар. конф. «Цифровая обработка сигналов и ее применение». М., 2013. Т. 1. С. 159-162.

EYE TRACKING SYSTEM

Lebedev I.M., Tyukin A.L., Priorov A.L.

Yaroslavl Demidov State University,

ilyaleb@gmail.com, tyukin.alex@gmail.com, andcat@yandex.ru

One of the problems that consumers are interested in computer vision systems, is to detect eye pupil. It should be noted that this task can be widely used. Solution of this task will be useful in military industrial, marketing industry, and in medicine. Three algorithm of computer vision are considered in this paper (floodfill algorithm, threshold algorithm and Canny detection algorithm).

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ РАЗРАБОТКЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЧНОСТИ ПО 2D ИЗОБРАЖЕНИЮ ЛИЦА

Неверова Е.С., Мамаев В.Ю., Спиридовон И.Н.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, katish-87@mail.ru

Широкое использование биометрических систем для обеспечения безопасности объектов, граждан, государства обуславливает необходимость создания методов расчета, метрологических средств проверки, методик испытаний и методик оценки эффективности таких систем. Специфика применения биометрических систем сводится к особенностям объекта регистрации, которым является физиологическая или поведенческая характеристика человека [1].

В современных интегрированных системах безопасности и контроля доступа идентификация по лицу занимает одно из ведущих мест. В первую очередь это вызвано тем, что распознавание по лицу – инструмент, которым пользуются люди в повседневной жизни. Широкое распространение фотографирования, в том числе на паспортно-визовые документы, обуславливает высокую социальную приемлемость данного метода (например, по сравнению с распознаванием по изображению отпечатка пальца). Существенными преимуществами являются бесконтактность и малозатратность метода, возможность его применения в местах массового скопления людей, а также широкий выбор источников (фотографии, видеоряд, данные видеонаблюдения). Метод является пассивным, то есть не требует специальных действий со стороны человека. С учетом стремительного развития цифровой техники метод является наиболее приемлемым для массового применения. Среди недостатков стоит отметить нестабильность параметра в силу возрастных изменений, а также возможность «обмануть» систему путем маскировки.

Биометрическая система распознавания личности по 2D изображению лица - автоматизированная система, решающая задачи идентификации или верификации пользователей и последовательно реализующая следующие функции [2]:

- 1) регистрация 2D изображения лица;
- 2) извлечение биометрических данных из зарегистрированного изображения;
- 3) сравнение биометрических данных с одним или большим количеством эталонов;
- 4) определение степени схожести полученного шаблона с эталоном;
- 5) сравнение степени схожести с установленным пороговым значением;
- 6) принятие решения о схожести.

На основании принятого решения осуществляется какое-либо действие в зависимости от целевой функции системы, например для системы контроля и управления доступом – допуск или не допуск лица на объект.

На рисунке 1 показана схема типовой биометрической системы распознавания личности по 2D изображению лица.



Рисунок 1 – Схема типовой биометрической системы распознавания личности по 2D изображению лица

Регистрация биометрической характеристики является первым и основным этапом получения информации об объекте, поэтому качество полученного изображения в таких биометрических системах играет первостепенную роль.

Изображение объекта получают с помощью подсистемы регистрации изображения, которая в общем случае состоит из оптической системы (объектива) и приемника излучения (КМОП- или ПЗС-матрицы). Как правило, в качестве подсистемы регистрации изображения используются стандартные видеокамеры высокого разрешения (до 10 Мегапикселей). Однако при выборе таких камер разработчики не учитывают назначение

системы, условия регистрации объекта, а также эксплуатационные характеристики биометрической системы, которые необходимо достичнуть. Это приводит к некорректной работе биометрических алгоритмов, на вход которых подается изображение ненадлежащего качества. Очевидно, что повышения стабильности и надежности биометрических систем должно осуществляться за счет выполнения требований к качеству регистрируемого изображения, что обеспечивается характеристиками подсистемы регистрации изображения. Выбор оптических, габаритных и качественных характеристик объекта подсистемы регистрации изображения зависит от назначения и условий работы биометрической системы, а также от характеристик используемой ПЗС-матрицы.

Одно из направлений развития современных многоэлементных приемников излучения связано с разработкой ПЗС-матриц, с повышенной разрешающей способностью при одновременном сохранении формата. При этом необходимо учитывать, что разрешающая способность оптической системы в целом определяется наименьшей из разрешающих способностей объектива и приемника излучения. Поэтому оптическую систему необходимо выбирать с учетом согласования пятен рассеяния, создаваемых таким объективом в изображении предметных точек, с размером пикселя ПЗС-матрицы. Спектральный диапазон работы также зависит от типа ПЗС-матрицы телевизионной камеры. Построенные на основе цветных матриц камеры позволяют получать больше информации об объекте наблюдения, однако, они являются более дорогими, чем черно-белые, и при этом обладают меньшей чувствительностью.

Угловое поле объектива в пространстве изображений ограничено форматом ПЗС-матрицы, который задается в дюймах ["] и определяется диагональным размером видикона, эквивалентного данной матрице.

Следует отметить, что высокие требования к относительному отверстию (в случае работы биометрической системы в условиях пониженной освещенности) и угловому полу объектива (в случае малого расстояния регистрации), приводят к сложностям в коррекции всех монохроматических аберраций.

Таким образом адекватный выбор подсистемы регистрации изображения для биометрических систем является ключевым моментом при проектировании. При этом основными и наиболее трудно разрешимыми проблемами являются не столько проблемы, связанные с выбором оптических систем с повышенными оптическими характеристиками (величина относительного отверстия, поля зрения), сколько сохранение при этом высокой разрешающей способности и контраста оптического изображения. Одновременно должны решаться задачи достижения оптимальных массогабаритных параметров и высокой технологичности изделий при невысокой продажной цене. Оптическая система совместно с приемником излучения, выбранные или разработанные с учетом перечисленных требований и особенностей эксплуатации биометрической системы, позволят достичнуть требуемые значения эксплуатационных характеристик биометрической системы и поднять развитие технологий распознавания на качественно новый уровень.

Библиографический список

- 1 Спиридов И.Н. Биометрические технологии в интегрированных автоматизированных системах безопасности государства // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана спец. выпуск «Биометрические технологии», 2011. – с. 3-10.
- 2 Кухарев Г.А. Биометрические системы: Методы и средства идентификации личности человека. - Спб.: Политехника, 2001. – 240 с.
- 3 Волосов Д.С. Фотографическая оптика - М.: Искусство, 1971. - 671 с.

SELECTION FEATURES OF OPTICS FOR BIOMETRIC FACE RECOGNITION SYSTEMS

Neverova E.S., Mamaev V.Yu., Spiridonov I.N.

Bauman Moscow State Technical University, katish-87@mail.ru

Problems of image quality in biometric recognition systems are discussed. The basic requirements for optical systems and sensors are considered.



ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ НА БАЗЕ ДЕСКРИПТОРОВ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ

Семин Л.А., Голубев А.С., Звягин М.Ю.

Владимирский Государственный Университет semin.lev@gmail.com

Введение

Данная работа является развитием эксперимента, суть и результаты которого опубликованы в материалах новосибирской международной заочной научно-практической конференции [1]. Наши работы по распознаванию образов включали в себя развитие двух различных подходов: использование дескрипторов

наряду со стандартными алгоритмами, а так же использования предварительного обучения системы. В данной работе было решено объединить эти два подхода в одну систему, использующую преимущества как первого, так и второго направления наших работ.

В качестве способа обучения был выбран разработанный нами подход, названный «проектированием ортогонально к шуму» (Noise-Orthogonal Projection, NOP-коррекция). Он позволяет повысить качество распознавания объектов. Результат достигается за счёт выделения «специального подпространства». Оно строится в два этапа: во-первых, выделяется подпространство признакового пространства, в котором локализована основная часть внутриклассовых различий; во-вторых, строится «специальное подпространство», оно является ортогональным дополнением к подпространству, выделенному на предыдущем этапе. Вектор признакового описания проектируется на него; то есть, строится проектор. В результате чего внутриклассовые расстояния существенно сокращаются, это ожидаемый результат. Важным же является наблюдение, что при этом межклассовые расстояния остаются практически неизменными.

Суть использования дескрипторов заключается в построении для каждой пары изображений дескриптора длины n , в который записываются результат взаимодействия пары элементов с исходным элементом. Этот результат по своей сути представляет собой мнение методики исходного элемента относительно вопроса «своя ли пара?». Таким образом мы получаем последовательность 0 и 1, преобразуя которую некой булевой функцией определяем финальное мнение системы.

Основные понятия

Методика (М) – комплексное понятие, включающее в себя последовательность преобразований используемого фото, которая заканчивается построением некоторого линейного объекта (чаще всего вектора), являющимся точкой метрического пространства. Таким образом, различные фото сравниваются по некоторой метрике.

Исходный элемент (ИЭ) – пара элементов конструкции, состоящая из фотографии случайного лица и методики М. Фотография, в данной паре, является квазиэталоном (это понятие подробно рассмотрено в [1]).

Тестовая пара (ТП) – упорядоченная пара фотографий, одна из которых является эталоном, вторая тестом. По условиям проведим экспериментов тестовая пара не может содержать фотографий, используемых в исходном элементе.

Эталон (Э) – фотография конкретного, заранее известного лица. В зависимости от типа решаемой задачи, может быть расположена в некой базе интересующих лиц.

Тест (Т) – фотография из множества, в котором будем искать фотографию лица с эталоном. Может содержать лицо человека, изображенного в эталоне, в этом случае ТП маркируется как «своя», либо содержать изображение лица постороннего человека, тогда ТП маркируется как «чужая».

1. Коррекция признаковых описаний проектированием ортогонально к шуму (NOP-коррекция)

Обозначим через $\{\Phi_i\}$ некоторую совокупность изображений (или фотографий)¹. Индекс i (также $j, k, l = 1, \dots, N$). Образуем из имеющихся фото множество пар $\{(\Phi_i, \Phi_j)\}$. Пару $\{(\Phi_i, \Phi_j)\}$ отнесем к классу «свои», если выполнено следующее условие. Изображения, которые её образуют, принадлежат одному и тому же лицу; естественно, что пары $\{(\Phi_i, \Phi_i)\}$ должны быть отнесено к классу «свои». В противном же случае пару отнесем к классу - «чужие». Таким образом, $\{(\Phi_i, \Phi_j)\}$ представляется как непересекающееся объединение двух подмножеств P_1 (свои) и P_2 (чужие).

Методикой извлечения признаков (просто методикой) M назовем отображение фото Φ в некоторый вектор атрибутов A ; короче $M(\Phi) = A$. При этом в качестве Φ могут быть использованы как исходные фото, так и их производные, то есть, изображения, обработанные различными фильтрами. Для извлечения же признаков можно применять различные процедуры. Например, выполнить дискретное косинусное преобразование изображения или его частей и выбрать часть его коэффициентов, нормировать полученный вектор и т.д. Иными словами, мы все же ограничиваем себя пониманием признакового описания как некоторого вектора. Итак, каждая методика трансформирует совокупность фото $\{\Phi_i\}$ в совокупность векторов определенной длины $\{A_i\}$ (признаковых описаний). На множестве пар $\{A_i, A_j\}$ может быть введена метрика D . Следует отметить, что D может носить как универсальный характер (например, быть метрикой L_1, L_2 и т.п.) так и учитывать индивидуальные особенности применяемой методики извлечения признаков M . Однако, при любых условиях паре векторов атрибутов в соответствие ставится некоторое положительное число. Оно может быть использовано для моделирования такой ключевой характеристики как «степень

¹ Изображение лица (растровое) можно рассматривать как матрицу, содержащую яркости пикселов.

схожести фото». Следует отметить, что указанная характеристика является весьма сложным понятием. Она может носить комплексный характер, опираться на различные метрики и не метрические параметры.

Мы исследуем возможности усиления именно метрического подхода. Пусть $\{(A_i, A_j)\}$ произвольная пара атрибутов, представляющих класс «свои»; $\{(A_k, A_l)\}$ – пара представляющая класс «чужие». Метрика работает идеально, как инструмент разделения классов, если всегда получается $D(A_i, A_j) < D(A_k, A_l)$; в этом случае все сводится к выбору подходящего порога, разделяющего классы. К сожалению, в реальности этого удаётся достигнуть не всегда. Однако, следует стремиться как можно лучше сепарировать свои и чужие пары путём выбора наиболее подходящей методики и метрики. Одним из критериев качества здесь может быть отношение среднего расстояния между признаковыми описаниями своих пар к среднему расстоянию между признаковыми описаниями чужих пар, которое желательно минимизировать:

$$\frac{|P_2| \cdot \sum_{(i,j)} D(A_i, A_j)}{|P_1| \cdot \sum_{(k,l)} D(A_k, A_l)}$$

Для улучшения данного отношения можно попытаться скорректировать методику путём дополнительной обработки векторов признакового описания, которая в среднем уменьшала бы расстояния между признаковыми описаниями своих пар, сохраняя расстояния между признаковыми описаниями чужих пар практически неизменными. Для этого предлагается следующий подход.

Для большинства часто используемых метрик значение расстояния между векторами уменьшается при уменьшении их покомпонентных разностей. В частности, если эти покомпонентные разности равны нулю, то векторы равны, а расстояние между ними нулевое. По сути, именно разность векторов признакового описания пары и представляет интерес. Итак, назовём «вектором дефекта пары» – разность векторов признакового описания пары. Если это своя пара, то разность квалифицируется как «шум». Совокупность своих пар образуют множество векторов дефектов F («совокупный шум»). В частности, в него входит и нулевой вектор, что вполне естественно, так как он соответствует своей паре из любых двух идентичных изображений. Итак, «совокупный шум», порожденный некоторым множеством своих пар, состоит из всех векторов

$$F = \{A_i - A_j; (A_i, A_j) \in P_1\}$$

Наши дальнейшие усилия заключаются в стремлении упаковать «совокупный шум» F в некоторое подпространство не очень большой размерности, обозначим его \tilde{F} . Именно оно должно аккумулировать в себе основную часть нежелательной информации. Достигаем мы этого традиционными методами, при помощи выделения набора главных компонент $\{f_s\}$ совокупности F . Подразумевается, что $\{f_s\}$ состоит из взаимно ортогональных векторов единичной длины; их количество является внешним параметром и зависит от ситуации. Именно $\{f_s\}$ образует базис подпространства \tilde{F} . Обозначим через L ортогональное дополнение к \tilde{F} ; это и есть упомянутое ранее «специальное подпространство». Пусть A вектор из пространства признаков, для его ортогонального проектирования в L используется стандартная формула

$$A' = A - \sum_{s=1}^S \langle A, f_s \rangle \cdot f_s$$

Описанная выше операция и есть проектор. Важно подчеркнуть, что A может представлять собой как вектор признаков конкретного фото, так и вектор дефекта пары фото.

Исходные данные эксперимента

Для построения исходных элементов, а так же тестовых пар были выбраны 6 баз с изображениями лиц, среди них: Feret (наборы A и B) [5], LFW, MSK, PIE, SPB, VLSU. Фотографии, использованные в исходных элементах не повторялись. Методики для каждого элемента были отобраны случайным образом из 9 различных. Более подробно они описаны в [2].

Для построения «своих» пар были использованы уникальные эталоны для каждой базы. В качестве теста выбиралась фотография того же лица из той же базы случайным образом из множества имеющихся. На базе этого же эталона формировались одна или несколько «чужих» пар. Для этого к нему подбиралась случайным образом фотография постороннего лица из той же базы.

Ход эксперимента

Сам эксперимент является продолжением работ, рассмотренных в [4], [1] и [3]. Суть эксперимента заключена в построении для каждой тестовой пары дескриптора длины равной количеству исходных элементов системы и вычислению по нему мнения системы по каждой тестовой пары с помощью некой булевой функции.

Каждой тестовой паре мы сопоставляем множество исходных элементов. Для каждого исходного элемента с помощью методики вычисляем расстояние от теста до эталона и от теста до фотографии исходного элемента. Если первое оказывается ближе второго, то в дескриптор добавляется 1, иначе 0. Таким образом дескриптор содержит в себе последовательность 0 и 1. Стоит заметить, что в отличии от [1] расстояние вычисляется с использованием описанного выше алгоритма с применением NOP-коррекции и без нее для получения сравнимых результатов.

Что бы сформировать конечное мнение системы по построенному дескриптору применяем порог d . Решение – «свои» система принимает, когда количество индикаторов, выдавших значение 1 не меньше d , что соответствует истинности следующей булевой функции $\sum x_{i_1}x_{i_2} \dots x_{i_d}$.

Порог d в данном случае подбирается таким образом, что бы максимально минимизировать ошибку второго рода, т.е. не допустить случаев, когда система ошибочно говорит что пары «свои». В целом же подход с использованием порога позволяет решать различные задачи и обеспечивает гибкость настройки уровней ошибок 1 и 2 рода.

Данный эксперимент был успешно осуществлен на наборе исходных данных. Его результаты и выводы приведены далее.

Полученные результаты

Для получения сравнимого результата по каждой базе эксперимент проводился два раза: в первом проходе алгоритм распознавания учитывал NOP коррекцию; во втором случае NOP коррекция не применялась. В качестве результатов рассматривается как количество верно данных ответов по своим парам, так и по чужим. Ниже приведены сводные данные результатов эксперимента. Количество пар, по которым был дан верный ответ выражено в процентном отношении.

Таблица 1 - Результаты эксперимента

База изображений	Правильно чужих		Правильно своих	
	С обучением	Без обучения	С обучением	Без обучения
<i>Feret</i>	99,975%	99,975%	86,75%	78,5%
<i>LWF</i>	100%	98,84%	4,72%	15,14%
<i>MSK</i>	73,43%	100%	96,55%	0%
<i>PIE</i>	100%	81,01%	29,15%	44,4%
<i>SBP</i>	98%	84,57%	95,42%	59,43%
<i>VLSU</i>	100%	97,93%	55,55%	25,32%

Результаты эксперимента показывают, что на некоторых наборах изображений можно достичь приличного повышения количества правильных ответов, выдаваемых системой, благодаря использованию предложенной методики обучения совместно с ранее разработанным алгоритмом использования дескрипторов.

Весьма успешно метод проявил себя на базах изображений *Feret*, *SBP*, *VLSU*, т.е. на половине из используемых, что можно считать хорошим результатом.

На базах *LWF* и *PIE* метод уменьшил ошибку второго рода (на *PIE* до 0% с 19% без использования обучения), за счет повышения ошибок первого рода – данные результаты можно назвать удовлетворительными, т.к. общий процент правильных ответов остался примерно на том же уровне.

На базе *MSK* подход показал весьма неожиданные, но тем не менее, неплохие результаты – ошибка первого рода уменьшилась со 100% до 3,5%, но второго рода увеличилась с 0 до 26,5%. Это противоречит поставленной задаче уменьшения ошибки 2 рода в ходе эксперимента, но показывает общий рост правильных ответов системы благодаря внедрению обучения в процесс распознавания. Поведение метода на данном наборе изображений требует дальнейшего изучения и развития данного подхода.

Заключение

Результаты эксперимента, проведенного выше на различных наборах изображений, показывают, что данный метод позволяет повысить качество распознавания в среднем в половине случаев, при этом не допустив его ухудшения в других. Мы собираемся далее проводить исследования в области обучения и использования дескрипторов в системах распознавания.

В ходе дальнейшей работы по NOP проекции мы планируем получить «репрезентативный» набор искажений, соответствующий большинству ситуаций реальной эксплуатации таких как: вариации ракурса; проекционные (перспективные) искажения; собственные шумы источника изображения; дефекты фокусировки; динамическое смазывание при съёмке подвижных объектов; вариации освещения; погодные факторы (осадки, туман) и т.д.

В области использования дескрипторов планируется совершение булевой функции, формирующей итоговое мнение системы относительно пары. Также предметом для изучения остается формирование исходных элементов и методик вычисления расстояний между фотографиями. Планируется также изучить возможность использования нескольких отвлекающих эталонов в исходных элементах.

Библиографический список

1. Голубев, А.С. Особенности распознавания методом ближайшего элемента в алгоритмах вычисления оценок. / Голубев А.С., Звягин М.Ю., Прокошев В.Г., Рожков М.М. // Прикладная информатика. —М., 2013. — № 1. — С. 18—25.
2. Рожков, М.М. Система неадаптивного распознавания образов в условиях ограниченного количества информации: монография / М.М. Рожков, В.Г. Прокошев, С.М. Аракелян ; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 120 с. – ISBN 978-5-9984-0212-8
3. Рожков, М.М. Проблема автоматического распознавания лиц с одним эталонным изображением / В.Г. Прокошев, М.М. Рожков, П.Ю. Шамин // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Серия «Информатика. Телекоммуникации. Управление». — СПб., 2010. — № 5. — С. 13—18.
4. Семин, Л.А., О построении дескрипторов и настройки системы для распознавания образов / А.С. Голубев, М.Ю. Звягин // «Актуальные проблемы естественных и математических наук»: материалы международной заочной научно-практической конференции. (04 марта 2013 г.) — Новосибирск: Изд. «СибАК», 2013. — 128 с.— С. 31—35.
5. The Color FERET Database [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.nist.gov/itl/itd/ig/colorferet.cfm>

CONSTRUCTION OF RECOGNITION SYSTEM BASED ON DESCRIPTORS AND PRIOR TRAINING

Semin L.A., Golubev A.S., Zvyagin M.Y.
Vladimir State University semin.lev@gmail.com

This work is experiment development, which essence and results are published in materials of Novosibirsk international correspondence scientific and practical conference [1]. This work was performed as part of research on the state task "Science" (Registration numbers: 8.3534.2011 and 8.3303.2011 from 11/23/2011). Continuation of the work in this direction is implementation of a pre-service training process into the system. This approach presumably under some conditions will significantly improve recognition quality of the system.

ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ПОДХОДА В СИСТЕМАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОМЕТРИИ

Черненький В.М., Мавзютов А.А.
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
iu5ymch@rambler.ru, mavzyutova@gmail.com.

Введение

При современных темпах развития, больших миграционных потоках и высокой концентрации людей, для обеспечения безопасности в основном используются системы видеонаблюдения. Однако их возможности ограничены способностью операторов определять потенциально опасных лиц. Внедрение методов автоматизированного определения особенностей невербального поведения и походки в совокупности с идентификацией по биометрическим параметрам позволит облегчить труд операторов и существенно повысить вероятность правильного определения предрасположенности субъекта к противоправным действиям, выявлять напряженное состояние человека по особенностям двигательной активности лица на видеоизображении и численно описывать уровень напряженности субъекта, а также решить задачу идентификации субъекта.

Основной целью работы является расширение функциональных возможностей комплексных автоматизированных и автоматических систем обеспечения безопасности.

Общенаучной задачей является исследование и модернизация существующих методов обработки биометрии человека, разработка метода создания адаптивных самоорганизующихся модулей обработки биометрии человека, а также создание модели взаимодействия таких модулей.

Использование биометрии человека в системах обеспечения безопасности

На данный момент сформирован пласт подходов к обработке модальностей биометрии человека, не связанных между собой. Существует необходимость интегрированной иерархической обработки [2] биометрических и антропометрических параметров человека с введением принципа обратной связи. Построение иерархии модулей обработки и экспертной оценки дает возможность формирования комплексной интеллектуальной оценки [1] потенциальных угрозах безопасности объекта, предъявляющего биометрические параметры.

Мультиагентный подход при обработке биометрических параметров

Динамическое формирование и корректировка информационных связей и иерархий позволит обеспечить оперативность анализа обработки результатов распознавания биометрии, вынесения экспертных оценок и обоснований для поддержки принятия решений по обеспечению безопасности. На данный момент в заинтересованных в обеспечении безопасности организациях существует высокая потребность в создании систем комплексного анализа данных о человеке при минимальном контакте с ним, а также оперативного принятия решений на основе полученной аналитики. В открытых источниках отсутствуют методы комплексных экспертных оценок о возможных угрозах безопасности по биометрическим и антропометрическим данным человека.

В рамках работы сформированы задачи, решение которых обеспечит достижение данной цели:

- Анализ алгоритмов обработки статической биометрии (изображений лица, радужки глаза, отпечатков пальцев и т.д.);
- Анализ алгоритмов обработки динамической биометрии (мимики лица, жестов и поз человека, голоса, перемещения в пространстве и т.д.);
- Анализ экспертных методик на основе обработки статической биометрии (верификация и идентификация, дерматоглифика, иридоглифика и т.д.);
- Анализ экспертных методик на основе обработки динамической биометрии (идентификация по походке, оценка невербального поведения, распознавание речи и эмоций, оценка адекватности перемещения человека в потоке и отдельно и т. д.);
- Исследование и разработка методов описания самоорганизующихся адаптивных модулей обработки биометрии человека;
- Исследование и разработка методов и моделей самоорганизации адаптивных модулей обработки биометрии человека;

Планируется сформировать модель самоорганизующейся биометрической информационной системы [3] обеспечения безопасности. Метод формирования модели самоорганизации модулей обработки биометрической информации основан на методологии обработки сложных событий. Система, разработанная по данной методологии, позволит использовать информацию, полученную в ходе первичной или вторичной обработки биометрии человека, в модулях более высоких абстракций для вынесения экспертного решения об угрозах, представляемых объектом исследования. Модель самоорганизации в совокупности с разработанной предварительно (на основе экспертных знаний) семантической сетью модулей обработки биометрии обладает большой практической ценностью для структур заинтересованных в обеспечении безопасности и использующих комплексные автоматизированные и автоматические системы безопасности.

Описание систем на основе самоорганизующихся адаптивных объектов

Создаваемая методология разработки информационных систем [4] на основе адаптивных объектов, предполагает определение следующих понятий:

Среда:

Объект среды определим как множество свойств и методов объекта среды:

$$OE = (\{Propi\}, \{Metj\}),$$

где OE – объект среды; Propi – свойство объекта; Metj – метод объекта.

Адаптивный объект:

$$OA = (\{Propi\}, \{Metj\}, \{OSk\}, \{IMn\}, \{OMp\}, B),$$

где OA – адаптивный объект; Propi – свойство объекта; Metj – метод объекта, OSk – состояние поведения объекта (состояние автомата); IMn – входное сообщение; OMp – выходное сообщение; B – поведение объекта.

Структура адаптивного объекта представлена на рисунке 1.

Поведение объекта

Множество правил следующего вида:

$$B = \{ (OS1, \{Propi\}, \{IMn\}) \rightarrow (OS2, \{Metj\}, \{OMp\}) \},$$

где OS1 – начальное состояние поведения объекта; Propi – свойство объекта, IMn – входное сообщение, OS2 – конечное состояние поведения объекта; Metj – метод объекта; OMp – выходное сообщение.

Типы данных

И адаптивные объекты, и объекты среды используют свойства (данные). В предлагаемой модели каждый используемый тип данных является онтологией.

В предлагаемой модели под онтологией понимается следующее:

$$O = (C, CR, I, IR),$$

где С – множество классов онтологии, CR – множество отношений между классами онтологии, I – множество индивидов онтологии, IR – множество отношений принадлежности индивидов онтологии к классам онтологии.

Индивиды онтологии могут выступать в качестве значений свойств, а классы онтологии могут использоваться для различных целей, в том числе для удобства проверки принадлежности значений индивидов к какому-либо классу.

Состояние поведения адаптивного объекта является одним из свойств и также описывается онтологией.

Множество свойств объектов среды и адаптивных объектов (в том числе, свойства состояния поведения) образуют многомерное пространство свойств информационной системы.

Таким образом, работу системы можно представить как последовательность перемещений объектов среды и адаптивных объектов между точками многомерного пространства свойств.

Заключение

На основании изучения особенностей развития систем обеспечения безопасности с использованием биометрии было выявлено, что в настоящее время в подобных системах применяются методы обработки изображений и распознавания образов. Таким образом, происходит первичных сбор и формализация данных без осуществления их логической обработки с целью принятия решения. Данную задачу может решить использование современных моделей описания интеллектуальных систем с помощью различных математических моделей. Данная методология нашла активное применение в решении задач искусственного интеллекта. Научной новизной данной работы является использование мультиагентного подхода при обработке биометрических данных в системах обеспечения безопасности.

APPLICATION OF MULTIAGENT APPROACH IN SYSTEMS OF SAFETY PREVENTION USING BIOMETRICS

Chernenkiy V.M., Mavzyutov A.A.
Bauman Moscow State Technical University
iu5vmch@rambler.ru, mavzyutovaa@gmail.com

With the current pace of development in cases of large migration flows and a high concentration of people surveillance systems are mainly used for safety prevention. The main purpose is to expand the functionality of complex automated systems and automatic security.



АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОДПИСИ ЧЕЛОВЕКОМ

Брумштейн Ю.М., Харитонов Д.В., Иванова М.В.
Астраханский государственный университет, г.Астрахань brum2003@mail.ru

Исследованиям подписи человека с применением информационных технологий (ИТ) посвящен ряд работ ([3,4,5,6]), однако некоторые вопросы остаются малоисследованными. Это касается, в частности, анализа динамических характеристик выполнения подписей. Поэтому целью данной статьи был, в основном, системный анализ потенциальных возможностей получения и обработки динамической информации о подписи.

Для аутентификации людей (в т.ч. с использованием информационных технологий и в дистанционных формах), используются различные методы: сравнение изображения человека с фотографией в документе или электронной базе данных; сличение подписи на бумаге (бланке) с эталоном; электронные карточки с «дополнительным подтверждением» в виде рин-кодов (анализ формы подписи для такой цели пока не используется); электронная цифровая подпись в документах (однако в России она пока применяется почти исключительно юридическими, но не физическими лицами); аутентификация по отпечаткам пальцев (используется в «пропускных системах», для обеспечения доступа к работе с некоторыми моделями портативных ПЭВМ и пр.); аутентификация по сетчатке глаза (пока распространена слабо в силу сложности реализации); электронная идентификация по характеристикам голоса (является ненадежной – особенно при малых количествах произносимых фраз); ввод пары «логин-пароль» (например, для доступа к работе на ПЭВМ); анализ «клавиатурного почерка» (особенностей скоростей и динамики нажатия на клавиши при вводе пары «логин-пароль» или какой-то фразы).

Все вышеперечисленные методы имеют достоинства и недостатки, в т.ч. связанные с дороговизной и сложностью средств получения/анализа информации. Пока для решения «бытовых задач» и в профессиональной деятельности лидирующую роль играет использование «подписи на бумаге». Она считается устойчивой «индивидуальной характеристикой» человека, слабо зависящей от пишущего инструмента (ПИ). Человек аутентифицируется путем сличения подписи, собственноручно выполненной им в присутствии

проверяющего лица, с образцом-эталоном. Им обычно является «подпись в паспорте», а не в какой-либо электронной базе данных. Недостаток подхода - сравнивается только результат выполнения подписи, а не ее динамика. Личная подпись может использоваться и как средство согласия человека с подписываемым им документом.

После перехода от «чернильных перьевых» ручек к шариковым, гелевым и т.п. информация о силе нажатия (определенная шириной линии) при воспроизведении подписи фактически стала отсутствовать, что дополнительно снижает «информативность» подписи, ее индивидуальность. Недостаточная «полнота информации» о подписи, используемая при ее анализе/сравнении с эталоном, объективно увеличивает вероятности ошибок 1-го и 2-го рода - особенно, если такие сравнения осуществляются в «поточном» режиме.

Помимо «персональной идентификации» физических лиц анализ подписей позволяет решать и ряд иных задач: оценка степени выработанности (устойчивости) подписи – путем сравнения результатов ее многократных повторений; «чувствительность» подписи к характеристикам ПИ, которым она выполняется; выявление различий в подписях, выполненных с открытыми глазами (т.е. при визуальном контроле) и с закрытыми (на основе только «мотонной памяти»); определение степени (полноты) восстановления моторики кистей и пальцев рук после различных травм и заболеваний, в т.ч. центральной нервной системы, инсультов и пр. [2]; оценка качества моторики рук при использовании бандажей, протезов и пр. [2]; проверка зрительной памяти испытуемых путем кратковременного показа образца (например, на дисплее) и ее воспроизведения «по памяти» [2]; проверка качества работы «электромеханических» рук или пальцев с биоэлектронным управлением» и др.

Развитие аппаратно-программных средств в сфере информационных технологий потенциально обеспечивает ряд новых возможностей (технологий) анализа подписей на основе информации о динамике ее выполнения. Мы рассмотрим их с учетом практической применимости. Далее будем считать, что подпись выполняется объектом типа ручка или карандаш, который зажат тремя пальцами «рабочей» руки человека

B1) Наиболее естественной кажется технология видеозаписи выполнения подписи – в т.ч. с использованием некоторых фотоаппаратов и сотовых телефонов, компьютерных планшетов и пр. Недостатки такого подхода: сравнение с контрольной видеозаписью может быть выполнено лишь зрительно (в т.ч. и при параллельной демонстрации в двух «окнах» на ПЭВМ - в реальном времени и с его «растягиванием»); формализация представления движений, их «перевод» в наборы числовых значений затруднены; необходимость выполнения видеозаписи анализируемой подписи с той же «точки зрения», с которой была сделана контрольная видеосъемка; нужна достаточно высокая освещенность листа бумаги, на котором выполняется подпись.

B2) В [4, с.93] «компьютерный планшет с пером для рисования» (например, выпускаемый фирмой Wacom) рассматривается как «стандартное компьютерное оборудование». Такие устройства позволяют учесть не только динамику перемещения ручки по планшету, но и силы нажатий, их направления. Однако низкая распространенность таких устройств, высокая чувствительность к «небрежностям использования» не позволяют считать их перспективными для массового применения при анализе/аутентификации подписей.

B3) Сенсорные экраны (СЭ) планшетных компьютеров и некоторых типов портативных ПЭВМ в принципе позволяют накапливать/анализировать динамику выполнения подписи «имитатором ручки» - включая направление движения; вычислять некоторые «интегральные характеристики» подписи; передавать (в т.ч. по радиоканалу) информацию о подписи – полную или сводную. Однако «пространственная разрешающая способность» СЭ в отношении касаний/нажатий обычно ниже, чем для качества воспроизведения изображений.

Существует несколько технологий, применяемых в СЭ, однако наиболее распространены две из них. **a)** «Емкостные» СЭ имеют неплохое пространственное разрешение, но работают только с пальцем или специальным стилом (не любым ПИ); не позволяют оценить величины давлений на СЭ. **б)** СЭ на поверхностных акустических волнах используют пьезоэлектрический преобразователь и для генерации поверхностно-акустических волн, и для приема отраженных сигналов - они изменяются при наличии точки/ пятна (или нескольких точек/ пятен) касания СЭ. Достоинство метода – можно определять силы нажатия. Недостатки: точность ниже, чем у ёмкостных СЭ; появление погрешностей измерений при наличии вибраций от внешних источников.

Программные средства устройств с СЭ при необходимости могут обеспечить визуализацию «траектории» уже выполненной части подписи в реальном масштабе времени – аналогично тому, как человек видит уже сделанную им часть подписи на бумаге. Параллельно может происходить запись в цифровой форме и, возможно, анализ в реальном времени координат движения ПИ, осуществляющего давление на СЭ.

Пусть СЭ позволяет отдельно учсть точки, на которые оказывается давление ПИ, но не дает возможность оценить величины давлений. Тогда координаты «центра давления» в текущий момент времени (соответствуют «средней линии» подписи) можно определить по формуле

$$\tilde{O}^{(\bar{n})} = \left(\sum_{i=1}^I x_i \right) / I; \quad Y^{(\bar{n})} = \left(\sum_{i=1}^I y_i \right) / I \quad (1)$$

где: I – количество точек, на которые оказывается давление; $\{x_i, y_i\}_{i=1..I}$ – координаты этих точек.

Если же СЭ позволяет учсть и силы давления $\{D_i\}_{i=1..I}$ для каждой из точек, то может быть оценено

«суммарное давление» ($D^{(sum)}$) ПИ на СЭ (т.е. 3-ий параметр) по формуле

$$D^{(sum)} = S \sum_{i=1}^I D_i \quad (2)$$

где S - пересчетный коэффициент, учитывающий площадь прямоугольного элемента поверхности СЭ, относимого к одной чувствительной точке. Для оценки «центра давления» вместо (1) можно использовать

$$\tilde{O}^{(i)} = \left(\sum_{i=1}^I (x_i D_i) \right) / \left(\sum_{i=1}^I D_i \right); \quad Y^{(i)} = \left(\sum_{i=1}^I (y_i D_i) \right) / \left(\sum_{i=1}^I D_i \right) \quad (3)$$

Таким образом, в каждый момент времени «оцифрованная подпись» на равномерной временной шкале с шагом Δt будет содержать два (только координаты) или три (добавляется $D^{(sum)}$) значения, которые целесообразно считать соответствующими строкам двумерного массива для отдельных моментов времени. Может оцениваться и 4-ый параметр - «мгновенная толщина подписи» (по диаметру описанной окружности, в которую попадают точки СЭ с «ненулевым» давлением) – но этот диаметр зависит от «жесткости» СЭ и ПИ.

Если длины (количества значений) ВР для эталонной (K_{etal}) и сравниваемой (K_{srav}) подписей не совпадают (а это достаточно характерно), то предварительно необходимо «приведение» шага по времени сравниваемого ВР к эталонному с использованием «коэффициента приведения» Θ , вычисляемого по формуле

$$\Theta = K_{srav} / K_{etal} \quad (4)$$

Этот коэффициент может быть как больше, так и меньше единицы. Значения показателей для «приведенных» ВР (двух или трех – если учитывается и давление) должны быть определены по фактическим ВР сравниваемой подписи. Для этого осуществляется «сжатие» или «растяжение» их графиков по времени (соответствует делению шага по времени на коэффициент Θ). Затем может быть использована линейная или сплайн-интерполяция для нахождения значений «приведенного» ВР в точках по времени, соответствующих эталонному ВР. При неустойчивости размера «финального росчерка» (ФР) в подписях может быть целесообразно его программное «удаление». Основные признаки фрагмента подписи, соответствующего ФР: он находится на конце подписи; приблизительное постоянство направления и скорости движения ПИ.

С приведенными временными рядами (ВР) могут быть выполнены различные процедуры вычислительной обработки, включая численное дифференцирование на основе конечно-разностного подхода. При этом для каждой точки дискретизации по времени (кроме первой и последней) могут быть вычислены такие параметры: модуль скорости; «Х» и «У» компоненты скорости; модуль ускорения; его «Х» и «У» компоненты. «Временные профили» этих значений достаточно информативны и могут быть использованы, в частности, для получения коэффициентов парной корреляции между временными рядами эталонной и сравниваемой подписей.

В отношении всей «траектории подписи» могут быть определены некоторые интегральные характеристики: средняя скорость движения ПИ; коэффициент вариации для скорости; количество точек пересечения линий на подписи; количество «отрывов» ПИ от панели СЭ; оценка отношения «расстояния от начальной точки подписи до ее конечной точки» к общей длине всех фрагментов подписи [1] или то же самое для каждого фрагмента; вектор долей длин фрагментов подписи; набор продолжительностей выполнения отдельных фрагментов подписи и отрыва ПИ от СЭ; «положения» периодов отрыва ПИ на временной шкале; количество «точек останова» на траектории подписи; количества раз, когда вектор скорости по «Х» и «У» осьм менял «знак» в процессе выполнения подписи; аналогичные характеристики в отношении линейных ускорений. Часть этих показателей приблизительно инвариантна по отношению к размеру (масштабу) подписи и ее наклону краю СЭ.

Возможно применение и методов «спектрального анализа» к таким ВР: изменениям «Х»-«У» координат конца ПИ; его общей скорости; ускорений (по «Х»-«У» координатам и общего); давления на СЭ и др.

Дифференцированный учет усилий нажатий на чувствительные точки СЭ в принципе позволяет с помощью расчета для каждого момента времени оценивать углы наклона ПИ по отношению к «Х» и «У» осям. Однако у здорового человека эти углы в процессе выполнения подписи меняются слабо.

Рассмотрим некоторые возможности сравнения изображений «подписей в целом».

Эталонная и проверяемая подписи могут иметь разный наклон по отношению к краю СЭ. Поэтому для изображений целесообразна «нормализация поворотом» исходя из критерия минимума площади «окаймляющего» прямоугольника, в который «вписана» подпись) [1]. После этого целесообразно «масштабирование» сравниваемой подписи на величину коэффициента, равного отношению длин диагоналей прямоугольников для эталонной подписи и сравниваемой [1]. При этом значения «Х»-«У» координат во ВР также будут пересчитаны. Примем, что исходя динамика выполнения подписей во времени аналогична, и количества точек в ВР (J) совпадают. Тогда можно оценить суммарную разницу «пространственных положений» точек ВР в эталонной $\{\tilde{o}_j^{(et)}; y_j^{(et)}\}_{j=1..J}$ и сравниваемой $\{\tilde{o}_j^{(sr)}; y_j^{(sr)}\}_{j=1..J}$ подписях () по

$$\Omega = \left(\sum_{j=1}^J \left((\tilde{o}_j^{(et)} - \tilde{o}_j^{(sr)})^2 + ((y_j^{(et)} - y_j^{(sr)})^2) \right) \right) / J \quad (5)$$

Вместо хранения/обработки информации о «средней линии» подписи, можно оперировать непосредственно с данными о координатах точек нажатия, и возможно, силах нажатия [6]. При этом хранение данных может быть организовано в трехмерном массиве, каждый «срез» которого в плоскости «Х»-«У» соответствует дискретному моменту времени. Элементами этого массива будут либо «0» и «1» (если силы нажатия не учитываются), либо значения сил - если они учитываются. При отрыве ПИ от СЭ соответствующие срезы будут целиком состоять из «0». Важно, что в одной «ячейке» массива хранится одно и только одно данное. Такой трехмерный массив будет «сильно разреженным», поэтому целесообразно хранение его в том илином «упакованном виде» (только ненулевых элементов), а организация доступа – с использованием технологий, разработанных для «хранилищ информации». В заключение пункта повторим, что описанные алгоритмы могут быть использованы для решения задач оценки выработанности (устойчивости) подписи и ряда других.

B4) Для сотовых телефонов и смартфонов с СЭ размеры последних обычно достаточны для полноценного воспроизведения подписи. Сложность в том, что большинство таких устройств способны воспринимать лишь касания/движения пальцев или миниатюрного «стила», которое может менять «паттерн» подписи. Поэтому совместно со стилем может быть целесообразным использование «насадки-удлинителя». Сделанную на СЭ смартфона подпись можно затем сразу передать по радиоканалу для цели аутентификации человека.

B5) Анализ изменения во времени только сил давления ПИ (одномерный временной ряд) может быть выполнен с использованием датчика, встроенного в сам ПИ. Если дополнительно использовать трехосные датчики-акселерометры (ДА), размещенные в нижней части ПИ, то можно получить информацию не только об изменении плоскостных координат конца ПИ (путем двукратного численного интегрирования величин ускорений, измеренных датчиками), но и отследить вертикальные перемещения ПИ в моменты его отрывы от плоскости бумаги, пластиинки и пр. Последняя возможность при использовании СЭ принципиально отсутствует.

B6) Цифровые ручки (ЦР) могут быть двух видов. а) Оптические - содержат встроенную видеокамеру; требуют применения специальной бумаги. б) Координатные – отслеживают перемещения ПИ с использованием специальных сонаров (этот вариант более распространен). В обоих случаев «сила нажатия» ПИ не фиксируется, а «траектория движения» обычно сразу передается в ПЭВМ (хотя она может быть и запомнена в ЦР).

B7) Выполнение подписи лазерной указкой на удаленном вертикальном экране [1] - при динамическом распознавании положений пятна с помощью системы анализа видеозображений (например, по контрасту яркостей) – однако такие методы пока остаются не реализованными. В этом случае ПИ (указка) находится в воздухе, а не опирается на бумагу, а виртуальная подпись делается на вертикальном экране - поэтому форма подписи может оказаться измененной по сравнению с эталоном.

Итак, **выводы.** 1. Достижения ИТ расширяют возможности получения/анализа информации о подписях. 2. Их компьютерный анализ возможен не только для аутентификации, но и других целей. 3. Целесообразна дальнейшая разработка алгоритмов анализа подписей, в т.ч. для решения тестовых и тренинговых задач.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ. Грант № 14-06-00279 «Разработка методов исследования и моделирования объемов/структурь интеллектуальных ресурсов в регионах России»

Библиографический список

1. Брумштейн Ю.М., Вдовина Е.С., Иванова М.В. Исследование параметров подписи человека: анализ целей, возможных методов и их технического обеспечения /Труды X Международной научной конференции «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии». (ФРЭМЭ'2012) Книга 2. – Владимир: 2012.- С.261-268
2. Брумштейн Ю.М., Аксенова Ю.Ю., Аксенов В.Ю. Тестирование и тренинг мелкой моторики пальцев рук на задаваемых шаблонах перемещения с использованием манипулятора мышь или джойстика /Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине-2010: Материалы ежегодн. Всерос. Школы-семинара / Под ред. Проф. Д.А.Усанова.-Саратов: Изд-во Сарат. Ун-та, 2010.- с.133-136
3. Островский А.А., Жариков Д.Н., Лукьянов В.С., Попов Д.С. Динамические методы биометрической аутентификации //Известия ВолГТУ, Сер. «Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах. Вып.8.- №6(66), 2010.-с.72-76
4. Островский А.А., Жариков Д.Н., Лукьянов В.С. Система биометрического анализа подписи, основанная на сверхбольшой искусственной нейронной сети //Известия ВолГТУ, Сер. «Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах. Вып.11.- №9(82), 2011.-с.92-94
5. Спиридонов И.Н. Биометрические технологии в системе безопасности государства /Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии: Труды 9-й межд. научн.-техн. конф. с элем. научн. молод. школы – Владимир: 2010. с.58-62
6. Троицкий Д.П., Чирков К.В. Учет нажима пера в системах автоматической идентификации личности.-/Научная молодежная школа по биометрическим технологиям для медико-биологической диагностики в рамках 9-ой МНТК «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии» ФРЭМЭ'2010:Материалы-Владимир,2010-с.118-124

EFFECTIVITY ANALYSIS OF USING OF DIFFERENT SOFTWARE-HARDWARE SOLUTIONS FOR INVESTIGATION OF THE HUMAN SIGNATURE DYNAMICS

Brumshtein Y.M., Kharitonov Y.M., Ivanova M.V.
Astrakhan State University, brum2003@mail.ru

Person's signature research using information technology is studied in a number of papers, but some questions remain scarcely explored. This applies, in particular, the analysis of dynamic characteristics of execution signatures. The aim of this article was basically a systematic analysis of the potential for obtaining and processing information about dynamic signature.

USING NEURAL NETWORKS IN THE SPEECH RECOGNITION FOR MEDICAL EQUIPMENT CONTROL

Vu Van Son, Nguyen Thi Thuy
Le Quy Don Technical University, Hanoi-Vietnam, sontlc246@yahoo.com

Abstract: In this paper is presented an investigation of the speech recognition classification performance. This investigation on the speech recognition classification performance is performed using the neural network (NN) with back propagation (BP) algorithm and a Radial Basis Functions.

I. INTRODUCTION

Speech is probably the most efficient way to communicate with each other. This also means that speech could be a useful interface to interact with machines. For a long time research on how to improve this type of communication has been done. Some successful examples based on it during the past years, since we have knowledge about electromagnetism; includes the invention of the megaphone, telephone and etc.

In this paper we discuss on the speech recognition classification performance is performed using the NN with back propagation algorithm and a Radial Basis Functions with Matlab.

In the next part of this paper, a general introduction to speech recognition will be given. In the third part we focus on the signal preprocessing necessary for extracting the relevant information from the speech signal. The implementation of the neural network classifiers is a subject of the fourth part. The conclusion remarks are given in the last part of the paper.

II. GENERAL STRUCTURE OF A SPEECH RECOGNITION PROCESS

The speech recognition process can generally be divided in many different components illustrated in Fig. 1

The first block, which consists of the acoustic environment plus the transduction equipment (microphone, preamplifier and AD-converter) can have a strong effect on the generated speech representations. For instance we can have additional impact generated from additive noise or room reverberation. The second block is intended to deal with these problems, as well as deriving acoustic representations that are both good at separating classes of speech sounds and effective at suppressing irrelevant sources of variation. The third block must be capable of extracting speech specific features of the pre-processed signal. This can be done with a variety of techniques like cepstrum analysis and the spectrogram. The fourth block tries to classify the extracted features and relates the input sound to the best fitting sound in a known 'vocabulary set' and represents this as an output.

III. BP NEURAL NETWORK

1. Neural network

Neural network is an theory which is imitative of the biological processing model to get the function of information intelligent processing. It treats with the pattern information which is hard to be expressed in certain language by the method from bottom to top and parallel distribution way formed by self-study, self-organization and non-linear dynamics. Neural network is a parallel and distributed information processing network architecture. It is generally composed by massive neurons, each of which has only one output that can connect many other neurons. The reciprocity between neurons is embodied by their

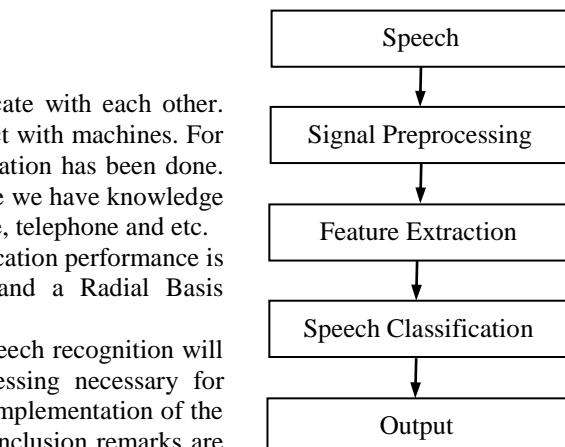


Fig. 1. Speech recognition process

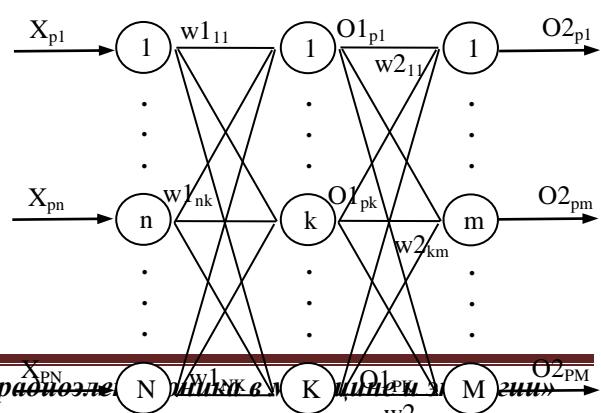


Fig. 2. BP neural network configuration

connected weighs. The output of neurons is its input function. The types of functions in common use have linear function, Sigmoid function and value function. There are two phases of positive transmitting processing and error reverse transmitting processing in the study processing of BP neural network [2]. The signal inputted from outside spreads to the output layer and gives the result through processing layer for layer of neurons in input layer and hidden layer. If the expected output can't be obtained in output layer, it shifts to the conversed spreading processing and the true value and the error outputted by network will return along the coupled access formerly. The error is reduced by modifying contacted weight value of neurons in every layer and then it shifts to the positive spreading processing and revolves iteration until the error is smaller the given value. Take a three layer network for example, the network is composed of N input neurons, K hidden neurons and M output neurons (as showed in fig.2). O_{2pm} and O_{1pk} are the output value of output layer and hidden layer respectively. w_{2km} and w_{1nk} are the connected weight value from the hidden layer to the output layer and from the input layer to the hidden layer respectively. Suppose the input studying sample is X_{pn} , so its corresponding expected output value is tpm .

2. BP Neural Network

The training process of BP network is as below [4]:

(1) Initialization. Endow every connected weight value and threshold value with a lesser random value.

(2) Input the corresponding neurons in input layer with an component of a eigenvector $X_{pk} = (X_{pk1}, X_{pk2}, X_{pk3}, \dots, X_{pkn})$.

(3) Use the eigenvector of input samples to calculate the corresponding output value $O_{1pk} = f(X_{pkn})$ of neurons in hidden layer.

(4) Use each unit output O_{1pk} in hidden layer to calculate the input value in each output layer and then further calculate the corresponding output O_{2pm} , $O_{2pm} = f(O_{1pk})$ of each unit in output layer.

(5) Calculate the generalized error of each unit in output layer via the teach signals.

(6) Use the connected weight value w_{2km} between middle layer and output layer, the generalized error δ_i in each unit of output layer and the output O_{1pk} of each unit in middle layer to calculate the generalized error of each unit in middle layer.

(7) Use the generalized error δ_i of each unit in output layer and the output O_{1pk} of each unit in middle layer to modify the weight value w_{2km} between output layer and middle layer and the threshold value Y_j of each unit in output layer.

(8) Use the generalized error e_i of each unit in middle layer and the input X_{pkn} of each unit in input layer to modify the weight value w_{1nk} between input layer and middle layer and the threshold value θ_i of each unit in hidden layer.

(9) Select the next sample in order and return 2 until the samples in training collection are all studied over.

(10) Return 2 over again until the error function is lower than the predetermined value, viz. the times of network constringency or study is greater than the predetermined value.

IV. THE APPLICATIONS OF BP NETWORK IN DIGITAL RECOGNITION

Firstly, the numbers 0~9 should be carried on the digital processing to constitute the input samples. Considering that using the 0-1 image of 5×5 matrix will represent every number clearly and then it designs and trains an neural network which can recognize the ten numbers 0~9 once again. When giving the trained network with an input that can represent some number, network can represent this number correctly through the 8421BCD code in output terminal. This network can remember all the ten numbers by study and training. The neural network training should be supervised to train ten groups of arrays which can represent numbers 0~9 and show the corresponding four two-scale numbers of 1~10 in output terminal.

1. The Design of network structure

From the analysis above, we can get that the neural network need to have $N=5 \times 5$ input neurons and $M=4$ output neurons. The two layer logsig/logsig network adopting the logarithm Sigmoid type active function in the scope of (0,1) is quite effective to the 0,1 Boolean values. So the network may adopt the $N-K-M$ structure, where the hidden layer chooses one layer, N is the number of neurons in input layer, K is the number of neurons in hidden layer and M is the number of neurons in output layer. The number '0' and '9' can represent respectively by 0-1 chart as:

$le0=[1\ 1\ 1\ 1\ 1]$	$le1=[0\ 0\ 1\ 0\ 0]$	$le2=[1\ 1\ 1\ 1\ 1]$	$le3=[1\ 1\ 1\ 1\ 1]$	$le4=[1\ 0\ 0\ 0\ 1]$
$1\ 0\ 0\ 0\ 1$	$0\ 0\ 1\ 0\ 0$	$0\ 0\ 0\ 0\ 1$	$0\ 0\ 0\ 0\ 1$	$1\ 0\ 0\ 0\ 1$
$1\ 0\ 0\ 0\ 1$	$0\ 0\ 1\ 0\ 0$	$1\ 1\ 1\ 1\ 1$	$1\ 1\ 1\ 1\ 1$	$1\ 1\ 1\ 1\ 1$
$1\ 0\ 0\ 0\ 1$	$0\ 0\ 1\ 0\ 0$	$1\ 0\ 0\ 0\ 0$	$0\ 0\ 0\ 0\ 1$	$0\ 0\ 0\ 0\ 1$
$1\ 1\ 1\ 1\ 1]$	$0\ 0\ 1\ 0\ 0]$	$1\ 1\ 1\ 1\ 1]$	$1\ 1\ 1\ 1\ 1]$	$0\ 0\ 0\ 0\ 1]$
$le5=[1\ 1\ 1\ 1\ 1]$	$le6=[1\ 1\ 1\ 1\ 1]$	$le7=[1\ 1\ 1\ 1\ 1]$	$le8=[1\ 1\ 1\ 1\ 1]$	$le9=[1\ 1\ 1\ 1\ 1]$
$1\ 0\ 0\ 0\ 0$	$1\ 0\ 0\ 0\ 0$	$0\ 0\ 0\ 1\ 0$	$1\ 0\ 0\ 0\ 1$	$1\ 0\ 0\ 0\ 1$
$1\ 1\ 1\ 1\ 1$	$1\ 1\ 1\ 1\ 1$	$0\ 0\ 1\ 0\ 0$	$1\ 1\ 1\ 1\ 1$	$1\ 1\ 1\ 1\ 1$
$0\ 0\ 0\ 0\ 1$	$1\ 0\ 0\ 0\ 1$	$0\ 1\ 0\ 0\ 0$	$1\ 0\ 0\ 0\ 1$	$0\ 0\ 0\ 0\ 1$
$1\ 1\ 1\ 1\ 1]$	$1\ 1\ 1\ 1\ 1]$	$1\ 0\ 0\ 0\ 0]$	$1\ 1\ 1\ 1\ 1]$	$1\ 1\ 1\ 1\ 1]$

2. Network Simulation

To the applied BP network above, we can use the functions in Matlab neural network toolbox to simulate [5]. The neural network toolbox is one of toolboxes under the Matlab environment. It constructs the excitation functions of typical neural network such as the S type, linear type, competitive type and saturated linear type functions based on the

artificial neural networks theory and using the Matlab language. These functions can make the designer change the selected network output calculation to the transfer of excitation functions. Hidden layer gets 10 neurons relied on experience. To the network structure which is 25-10-4 structure, input layer has 25 neurons and each number can be represented with 0-1 chart of 5×5 matrix whose elements can constitute a numeric column matrix. The 10 numbers are represented separately by a 25×10 input matrix which is composed of 10 numbers column matrix. And then send the 10 numbers to the variable named P:

$$P = [le0, le1, le2, le3, le4, le5, le6, le7, le8, le9]$$

Output layer has 4 neurons, because the objective vector expects that when each number is inputted, the four binary elements of 1~10 can be corresponded in the output terminal correctly. The design parameters of network are: the largest training times 5000-2000 (according to the training function); no noise recognized training precision 0.1; the rate of study 0.01; momentum constant 0.95; the biggest error ratio 1.05.

The training curve that come out finally is shown in fig.3, in which we can that the network converges to the required precision at a great speed. In the condition that objective convergent precision and other training parameter don't change, compare the simulations separately of the other several BP algorithm training functions, the result shown in table 1. In this table we can conclude that in the condition of not affecting the precision, adopting the L-M optimized algorithm is the most fast.

The adjust of Levenberg–Marquardt algorithm weight value is [6]: $\Delta w = (J^T j + mI)^{-1} J^T E$

where J is a Jacobian matrix which is composed of the differential coefficient by error to weight value, E is the error vector, m is a scalar quantity which depends on the width of m . This method is ranging between the two extreme cases smoothly which are the Newton method (when $m \rightarrow 0$) and the steepest decline method (when $m \rightarrow \infty$).

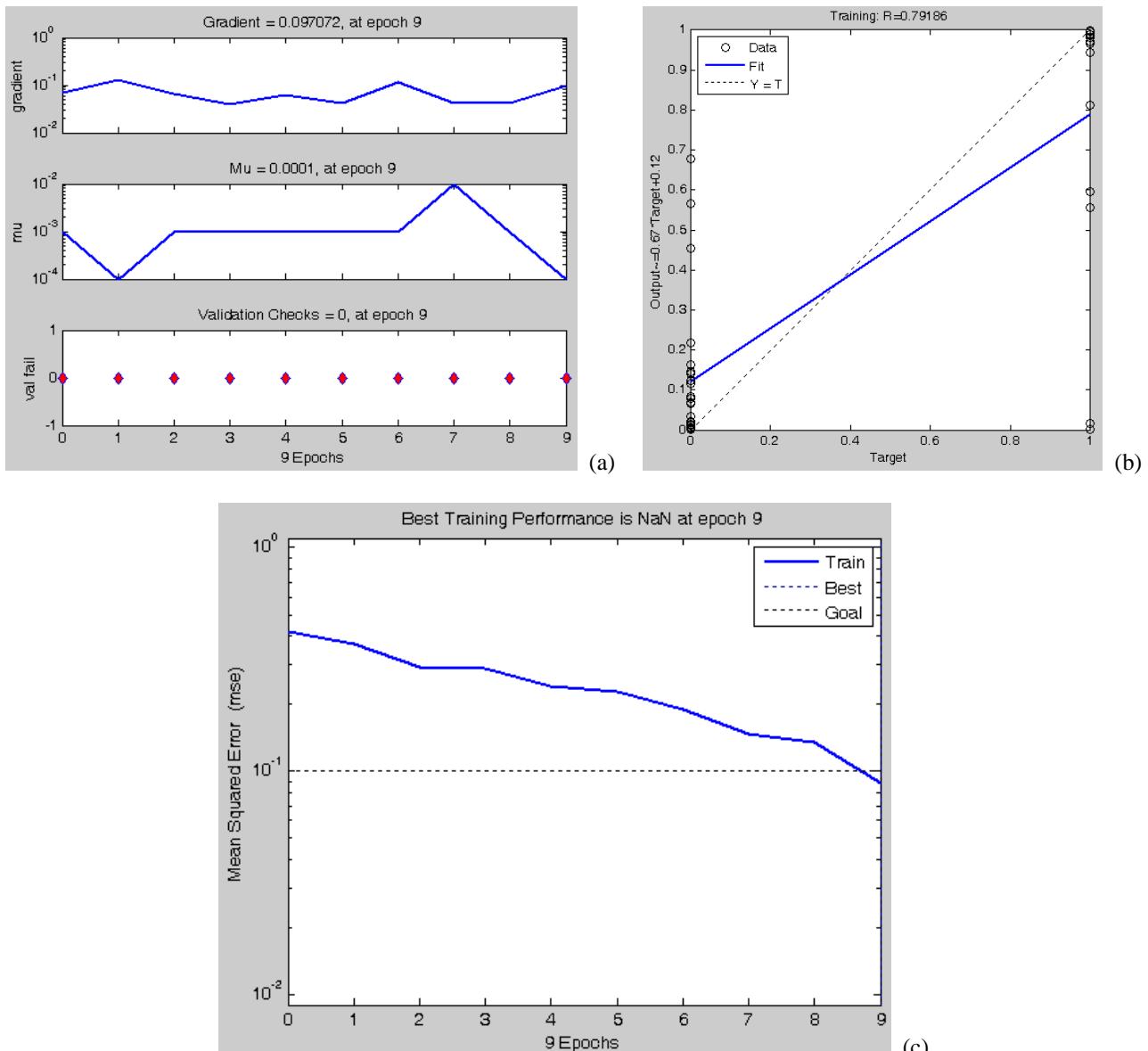


Fig 3. Training state (a), Regression (b) and Training curve of L-M algorithm (c).

Table 1 - the comparison of training effect in different BP algorithms

Training function	BP algorithm	biggest training times / actual training times	Convergence precision
traingd	Gradual descendent BP algorithm	10000/6842	0.0999982
traingda	Gradual descendent self-adapt w/l BP algorithm	5000/130	0.0971766
traingdm	Gradual descendent w/momentum BP algorithm	20000/18373	0.0999995
traingdx	Gradual descendent w/momentum and self-adapt BP algorithm	5000/156	0.0957755
trainlm	Levenberg_Marquardt BP algorithm	5000/7	0.0994116

V. CONCLUSIONS

Train the network by five kinds of BP algorithm and the result shows that for the part of the rapidity of convergence, the L-M algorithm is the fast and its precision is the highest, but other algorithms are not so good as the L-M algorithm relatively. L-M algorithm is fit to some trainings which have a great quantity of samples.

In addition, the reliability of digital recognition using neural network can be gotten by using hundreds of vectors that have random noise. If a higher recognized precision is required, it can lengthen the time of network training and make the training error precision higher or increase the numbers of the neurons in hidden layer. Otherwise, it can enhance the resolving power of input vectors, for example, adopting 16×16 lattices and so on. Investigation on the speech recognition classification performance is performed using the neural network with back propagation algorithm can be developed and applied in the medical device control.

References

1. Ying Liandong. The Design and Application of BP Neural Network. Information Technology, 2003.
2. NG S C, Cheung C C, Leung S H. Fast Convergence for Back - Propagation Network with Magnified Gradient Function. IEEE, 2003, 1903-1908.
3. He Qingbi, Zhou Jianli. The convergence and improvements of BP neural network. Journal Of ChongQing Jiao TTong University, 2005, 143-145.
4. Fan lei, Zhang Yuntao, Chen Zhenjun. Application of Improved BP Neural NetworkBased onMatlab. Journal of China West Normal University (Natural Sciences), 2005, 70-73.
5. Zhang Dexi, Bi Yuhua. The Application of Matlab in Pattern Recognition. Journal Of XuChang Teachers COLLEGE, 2002, 43-46.
6. Yang Zhongjin, Shi Zhongke. Architecture Optimization for Neural Network. Project and Application Of Computer, 2004, 52-53.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНОВАНИЯ РЕЧИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ МЕДИЦИНСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ

By Van Son, Nguyen Thi Tuy

Вьетнамский государственный технический университет им. Ле Куй Дона, Вьетнам, sotlc246@yahoo.com

В данной работе представлено исследование работы классификатора распознавания речи. Исследование классификации распознавания речи проводилось с помощью нейронных сетей и алгоритма обратного распространения, а также с помощью радиальных базисных функций.

АЛГОРИТМ ОПИСАНИЯ ПРОСОДИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

Бессонов М.А.

Воинская часть, г. Москва, bessonovma@gmail.com

В настоящее время определение языка аудиосообщения является актуальной и важной научно-технической задачей. В статье [1] описаны 4 подхода к определению языка, используемые в настоящее время для создания соответствующих систем.

Наилучшие результаты по определению языка достигаются при использовании фонотактического подхода. Тем не менее, при большом числе языков (в современных системах количество может превышать 60 языков) достоверность определения языка значительно снижается. Для повышения достоверности определения языка актуально использование двухэтапной процедуры [2,3]. При этом на первом этапе предлагается все множество языков на группы на основе их схожести на просодическом уровне. В одну группу должны быть включены языки плохо различимые между собой, а в разные группы – языки хорошо различимые, при этом возможно перекрытие данных групп таким образом, чтобы суммарная вероятность распознавания языков в группе была близка к единице. Также при формировании групп, в ходе обучения нейронных сетей, целесообразно учитывать необходимость достижения определенного уровня вероятности ошибок первого и второго рода при определении языка. На втором этапе возможно применение фонотактической системы. Таким образом, если на первом этапе происходит разделение всего множества языков на группы, то на конечном (втором) этапе язык определяется не из всего множества, а только из сокращенного в несколько раз.

Поскольку языки обладают значительными различиями с точки зрения просодики, проявляющейся в изменении акустических параметров, то математическое описание просодических особенностей должно иметь комплексный характер. В статье исследовано два способа реализации просодической классификации. Первый способ основан на применении последовательности широких фонетических категорий, которые были успешно применены для решения задачи верификации диктора [4], а во втором предложено использование кросскорреляционной функции мелодии основного тона и последовательности кратковременных энергий речевого сигнала.

Применение широких фонетических категорий

В качестве широких фонетических категорий в работе [4] использованы 3 категории: вокализованные звуки, невокализованные звуки, пауза. Описание просодических признаков данной последовательностью имеет ряд недостатков, которые связаны с малой информативностью классификации сегментов только на 3 класса. При данном подходе невозможно выделить возрастание/убывание частоты основного тона (ЧОТ), главные и побочные максимумы ЧОТ на отрезках различной длительности, взаимозависимость изменения ЧОТ и кратковременной энергии сегментов сигнала. Это подтвердили эксперименты, которые показали, что использования 3 категорий недостаточно для надежного определения языка аудиосообщения.

Количество широких фонетических категорий в работе расширено и для определения языка аудиосообщения использована следующая модель.

Пусть множество $L = \{L_1, L_2, \dots, L_N\}$ есть множество языков, на котором осуществляется процедура определения языка аудиосообщения, где N – общее число языков. Пусть каждый язык L_i представляется множеством аудиозаписей различных дикторов этого языка $L_i = \{l_1, l_2, \dots, l_{M_i}\}$, где M_i – общее число аудиозаписей языка L_i .

Аудиозапись разбивается на квазистационарные сегменты $s_i(m)$ длительностью K отсчетов, где i – i -й сегмент речевого сигнала, $i=1,2,\dots,P$, P – общее число сегментов в аудиозаписи речевого сигнала, $m=1,\dots,K-1$. На каждом сегменте i вычисляется признак в соответствии с природой сегмента – вокализованный, невокализованный или пауза $A_i = T(s_i(m))$, где T – операция вычисления типа сегмента, а также кратковременная энергия сегмента $Ek_i = E(s_i(m))$, где E – операция вычисления кратковременной энергии сегмента. Соответственно формируются последовательности $\vec{A} = (A_1, A_2, \dots, A_p)$ и $\vec{Ek} = (Ek_1, Ek_2, \dots, Ek_p)$. Если сегмент классифицирован как пауза, то $A_i = 0$, если классифицирован как невокализованный, то $A_i = 1$. На каждом вокализованном сегменте вычисляется частота основного тона $F0 = F(s_i(m))$, где F – операция вычисления частоты основного тона, и формируется последовательность $\vec{F0} = (F0_1, F0_2, \dots, F0_p)$. Диапазон изменения ЧОТ аудиозаписей разбивается на 5 интервалов. Для вокализованных сегментов каждый сегмент обозначается цифрой в соответствии с тем, в какой интервал ЧОТ попадает значение ЧОТ на данном сегменте. $F0u_i = UF(\vec{F0})$, где $F0u_i$ – уровень ЧОТ, UF – операция вычисления диапазона изменения ЧОТ и кодирования каждого сегмента цифровым обозначением, формируется последовательность $\vec{F0u} = (F0u_1, F0u_2, \dots, F0u_p)$ из значений ЧОТ на сегментах аудиозаписи. Далее вычисляются сегменты возрастания/убывания кратковременной энергии речевого сигнала $Eu_i = UE(\vec{Ek})$, кодирующиеся $Eu_i = (+/-1)$ в зависимости от того, возрастает или убывает энергия соответственно, где UE – операция вычисления возрастания/убывания кратковременной энергии речевого сигнала. Формируется последовательность $\vec{Eu} = (Eu_1, Eu_2, \dots, Eu_p)$. Если данный сегмент относится к участку убыванию кратковременной энергии, цифровое значение ЧОТ умножается на (-1) .

Для определения побочных и главных ударений определяется главный и побочный максимумы ЧОТ на отрезке между двумя паузами. Если положение максимума ЧОТ и кратковременной энергии совпадают во времени и максимальны на отрезке, то этот сегмент принимается за главный максимум, если максимумы во

времени не совпадают, то сегмент принимается за побочный максимум $MAX_i = \Theta(\overrightarrow{F0u_i}, \overrightarrow{Eu_i})$, где Θ - операция определения главного и побочного максимумов ЧОТ и кратковременной энергии. Формируется последовательность $\overrightarrow{MAX} = (MAX_1, MAX_2, \dots, MAX_P)$

Таким образом, окончательная последовательность ШФК аудиозаписи $\vec{X} = (X_1, X_2, \dots, X_p)$ состоит из элементов X_i , где

$$X_i = \begin{cases} 0, \text{если} & A_i - пауза \\ 1, \text{если} & A_i - шум \\ 2, \text{если} & F0u_i - уровень 1 \\ -2, \text{если} & F0u_i - уровень 1, Eu_i = -1 \\ 3, \text{если} & F0u_i - уровень 2 \\ -3, \text{если} & F0u_i - уровень 2, Eu_i = -1 \\ 4, \text{если} & F0u_i - уровень 3 \\ -4, \text{если} & F0u_i - уровень 3, Eu_i = -1 \\ 5, \text{если} & F0u_i - уровень 4 \\ -5, \text{если} & F0u_i - уровень 4, Eu_i = -1 \\ 6, \text{если} & F0u_i - уровень 5 \\ -6, \text{если} & F0u_i - уровень 5, Eu_i = -1 \\ 7, \text{если} & MAX_i - побочный максимум \\ 8, \text{если} & MAX_i - главный максимум \end{cases}$$

По последовательности широких фонетических категорий \vec{X} вычислялась автокорреляционная функция $\vec{R} = \Psi(\vec{X})$, где Ψ - операция вычисления автокорреляционной функции. Вектор значений автокорреляционной функции последовательности широких фонетических категорий подается на вход нейронной сети, которая принимается решение по отнесению данного вектора к какой-либо группе языков.

Проводились эксперименты с нейронными сетями двух типов: LVQ и сетями с прямым распространением сигнала и обратным распространением ошибки. При этом для сетей LVQ не удалось получить надежного определения языка. Дальнейшие эксперименты проводились с использованием сетей с обратным распространением ошибки.

В случае сетей с обратным распространением ошибки для просодической классификации 10 языков (китайского, английского, финского, французского, немецкого, японского, персидского, португальского, русского, испанского) было построено $\binom{10}{2} = 45$ нейронных сетей (по 1 нейронной сети на каждую пару языков из 10).

В ходе экспериментов на этапе обучения нейронных сетей для каждой пары языков использовалось порядка 800 аудиозаписей, а для тестирования – порядка 200. В результате проведения экспериментов получены данные, показывающие, что просодическая классификация на основе вектора значений автокорреляционной функции ШФК обеспечивает достоверность определения языка, изменяющуюся в широких пределах, и для отдельных пар языков достигает высоких значений (так, для пары английский-испанский 76% и 91% соответственно).

Для реализации просодической классификации также была использована кросскорреляционная функция мелодии основного тона и последовательности кратковременных энергий сигналов аудиозаписей. В ходе экспериментов установлено, что предложенный подход обеспечивает повышение достоверности просодической классификации. Эксперименты проводились с той же базой аудиозаписей, при этом для обучения нейронных сетей использовался вектор (последовательность) значений: $\vec{B} = \Phi(\overrightarrow{F0}, \overrightarrow{Ek})$, где Φ - операция вычисления кросскорреляционной функции мелодии основного тона и последовательности кратковременных энергий.

В результате проведения экспериментов получены данные, показывающие, что просодическая классификация на основе вектора значений кросскорреляционной функции мелодии основного тона и последовательности кратковременных энергий речевого сигнала для некоторых пар языков позволяет получить достоверность классификации 100%.

В результате проведенных экспериментов удалось установить, что однозначного деления на группы по языкам предложить нельзя. Поэтому при формировании групп представляется целесообразным учитывать

необходимость достижения определенного уровня вероятности ошибок первого и второго рода при определении языка.

Для проведения эксперимента вероятность ошибки первого рода задавалась на уровне 5%. При просодической классификации на основе вектора значений кросскорреляционной функции мелодии основного тона и последовательности кратковременных энергий речевого сигнала и при заданной ошибке первого рода также была проведена оценка репрезентативности результатов, для чего тестовое множество было разбито на 6 подмножеств. Оценка доверительного интервала считалась в соответствии с критерием Стьюдента.

В результате проведения экспериментов с учетом вероятностей ошибок установлено, что достоверность определения языка в парах составила в среднем 90,22%, при этом число пар с достоверностью определения языка 90% и выше превысило половину всех пар языков.

Таким образом, двухэтапная процедура определения языка аудиосообщения в совокупности с предложенным описанием просодических признаков дает результат, показывающий ее практическую применимость.

Библиографический список

1. Шалимов И.А., Бессонов М.А. Обзор методов автоматической идентификации языка аудиосообщения // Труды НИИР: сб. ст. – М.: НИИР. 2011. № 3. – с. 43-47.
2. Шалимов И.А., Бессонов М.А. Анализ состояния и перспектив развития технологий определения языка аудиосообщения. // Труды НИИР: сб. ст. – М.: НИИР. 2013. № 3.
3. Шалимов И.А., Бессонов М.А., Сомов М.А. Определение языка аудиосообщения на основе акустических параметров речи диктора. // Труды НИИР: сб. ст. – М.: НИИР. 2013. № 3.
4. Милощенко А.А. Разработка методики использования широких фонетических категорий в задачах верификации диктора : диссертация кандидата технических наук : 05.13.17 /Милощенко Алексей Анатольевич; [Место защиты: Моск. гос. ун-т путей сообщ. (МИИТ) МПС РФ], Москва, 2010.

ALGORITHM OF PROSODIC FEATURE DESCRIPTIION AND ITS APPLICATION

Bessonov M.A.
Military Unit, Moscow, bessonovma@gmail.com

The author of the paper suggests the hybrid algorithm of language identification based on prosodic classification by the first stage. The article provides the reasons of using two-stage algorithm of language identification. Also acoustic parameters of speech signals were determined, that makes possible to realize the prosodic classification. Presented experimental results show that reliability of the language identification system was improved.

Index Terms: language recognition, LID, ASR, acoustic system, two-stage algorithm, prosodic classification.

ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ АРТЕРИАЛЬНОГО ПУЛЬСА ПРИ ПОМОЩИ ВЕБ КАМЕРЫ

Таранов А.А., Спиридонос И.Н.
Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана,
pi-null-meson@yandex.ru

Утвердившиеся в качестве стандарта методы измерения частоты артериального пульса требуют непосредственного контакта измерительных приборов с телом пациента, что не удовлетворяет требованиям долговременного мониторинга этого жизненно-важного показателя. Особенно актуальной проблема контактных измерений оказывается в области неонатального мониторинга, при лечении ожоговых травм, наблюдении за иммобилизованными пациентами, а так же при проведении некоторых видов лабораторных исследований. В настоящее время несколько научно-исследовательских групп ведут исследования технологии бесконтактной фотоплетизмографии, которая может разрешить указанную проблему.

Принципиальная возможность измерения частоты артериального пульса по видеоизображению лица была продемонстрирована в работах [1]-[4]. Исследователи, методологически опираясь на технологию бесконтактной фотоплетизмографии, разработали несколько различных подходов к регистрации динамики пульсового кровенаполнения артерий лица человека. Новый подход не только обеспечивает решение проблемы контактных измерений артериального пульса, но также позволяет проводить бесконтактные измерения частоты дыхания, кроме этого сообщается о возможности бесконтактного измерения степени оксигенации крови [1].

Изучив сообщения наших зарубежных коллег, мы предприняли попытку реализовать собственную систему бесконтактных измерений в режиме реального масштаба времени, и в настоящей работе хотим продемонстрировать полученные результаты. В состав разработанного нами комплекса входит вычислительный блок (персональный компьютер на базе процессора с x86-64 совместимым набором инструкций), цифровая видеокамера (с разрешением 640 на 480 точек, цветовой формат изображений RAW RGB 24 бита, частота выборок 30 кадров в секунду) и специально разработанное программное обеспечение (для

операционных систем семейства Microsoft Windows), тип лицензии разработанного программного обеспечения GNU GPL.

Принцип работы комплекса основан на потоковой обработке цифрового видеозображения лица человека, направленной на выявление динамики изменения спектрального состава света, отражённого от покровных тканей лица. Изменения спектрального состава могут быть вызваны или изменением условий освещения, или изменением оптических свойств покровных тканей. Последние происходят в основном из-за пульсового кровенаполнения сосудов, – сокращения сердца генерируют пульсовые волны, которые в свою очередь обуславливают циклические колебания объёма крови, прокачиваемой через сосуды покровных тканей лица. Колебания кровенаполнения тканей сопровождаются колебаниями светоотражающих свойств тканей, – главным образом это связано с изменением абсолютного количества молекул гемоглобина, присутствующих в тканях в течение сердечного цикла.

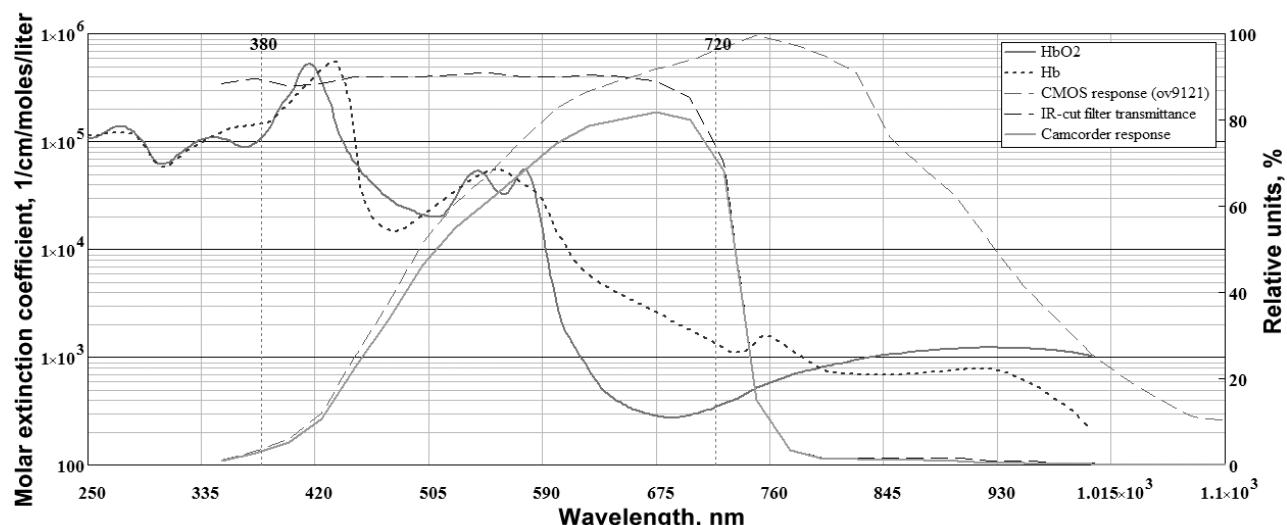


Рисунок 5 – Выборочная оценка спектра молярного коэффициента экстинкции гемоглобиновых форм (по данным Scott Prahl, 2014) и спектральная характеристика полупроводникового CMOS-фотоприёмника

Гемоглобин обладает характерным спектром поглощения (см. рисунок 1) и прогнозируется обуславливает изменение спектрального состава отражаемого от покровных тканей излучения.

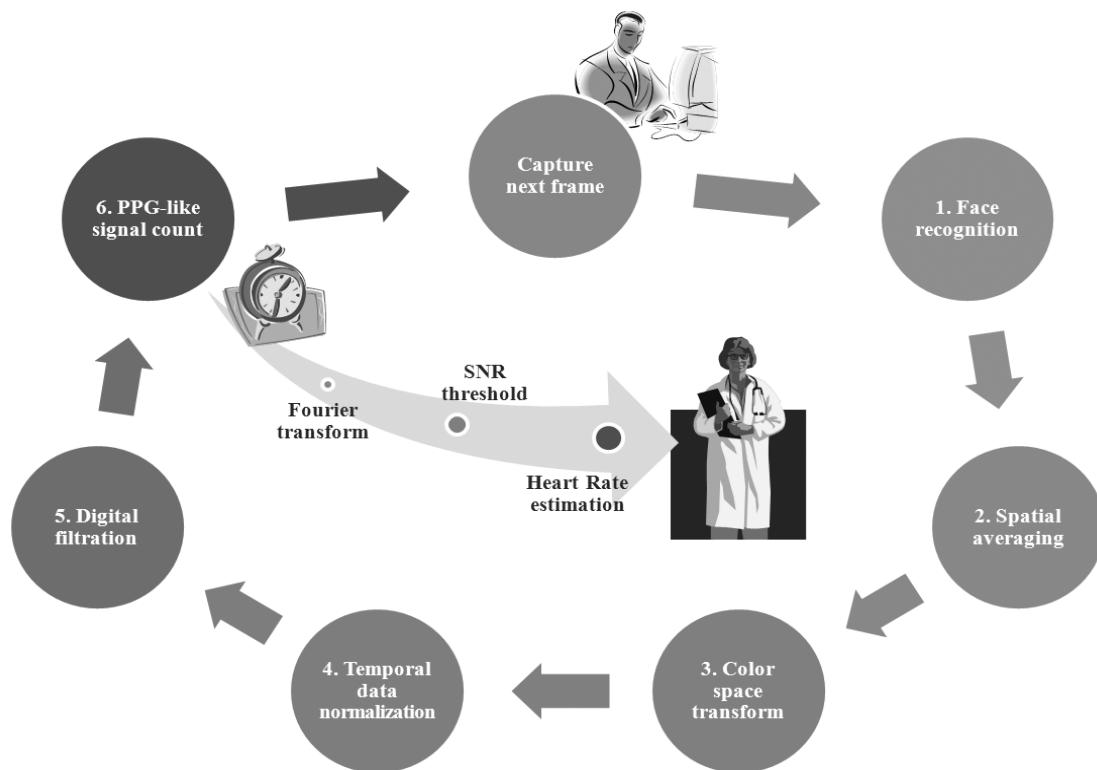


Рисунок 6 – Диаграмма работы алгоритма регистрации цифровой фотоплазмограммы по видеозображению лица человека

Опуская подробное описание процессов взаимодействия электромагнитного излучения с покровными тканями лица, и полагаясь на результаты эмпирических исследований, описанных в работах [2], [5] и [6], можно утверждать что: артериальная пульсовая волна модулирует спектральный состав отражённого от покровных тканей излучения при освещении лица светом с известным и неизменным во времени спектральным составом. Таким образом, регистрация формы пульсовых волн становится возможной посредством регистрации и отслеживания последовательных изменений спектрального состава излучения, отражаемого покровными тканями.

Последняя задача может быть решена посредством проведения одновременного анализа сигналов от совокупности полупроводниковых фотосенсоров, чувствительных к разным диапазонам длин волн. Достаточным функционалом для подобного рода наблюдений обладает большинство современных цифровых видеокамер с спектрально-избирательным Байеровским фильтром. Например, в рамках своего исследования, мы использовали веб-камеру потребительского уровня Logitech C270 (среднерыночная цена меньше 1000 руб.), тем не менее, разработанный программный интерфейс не накладывает ограничений на использование других моделей цифровых видеокамер.

Для непосредственной регистрации фотоплазмограммы отражённого от покровных тканей лица излучения с помощью веб камеры необходимо подвергнуть цифровое видеоизображение процедуре комплексной программно-алгоритмической обработки, основные стадии которой изображены на рисунке 2.

Подробное описание алгоритма требует большего объёма сообщения, поэтому в настоящей работе мы вынуждены ограничиться описанием полученных результатов. На рисунке 3 приведен пример отрезка зарегистрированной комплексом цифровой фотоплазмограммы.

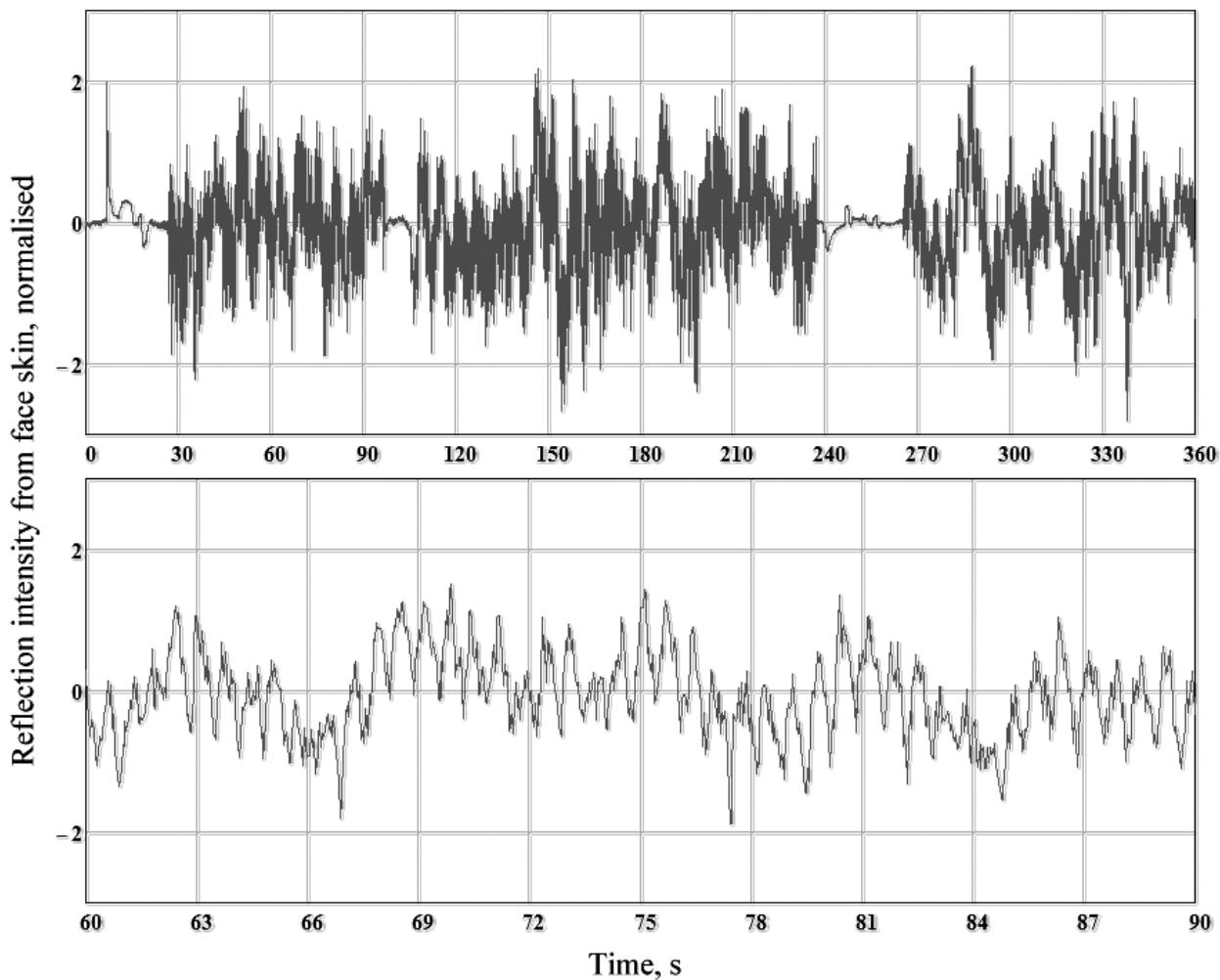


Рисунок 7 – Пример зарегистрированной цифровой фотоплазмограммы

На рисунке 4 приведена диаграмма Блэнда-Алтмана для выборки из 976 парных измерений частоты артериального пульса разработанным комплексом и пульсоксиметром choicemmed md300c318.

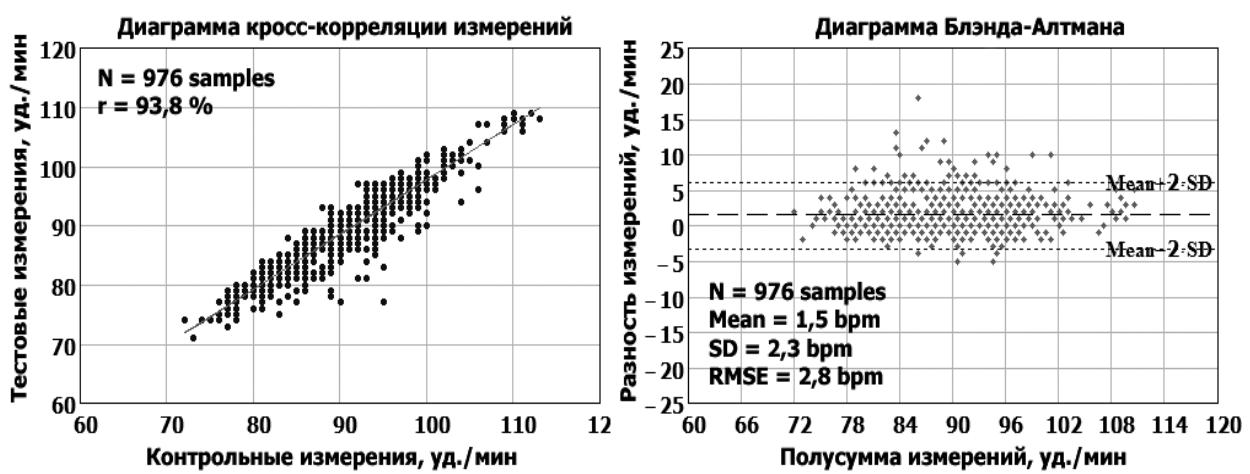


Рисунок 8 – Результаты проверки точности измерений частоты артериального пульса

Исходные коды программно-алгоритмического обеспечения, разработанного в рамках описанной работы, размещены по адресу <http://sourceforge.net/projects/pulsecapture/> в режиме свободного доступа. Выражаем благодарность авторам [1]-[6], а так же разработчикам свободных программных библиотек с открытым исходным кодом: OpenCV, Qt, FFTW, ALGLIB.

Библиографический список

1. Ming-Zher Poh, Daniel J. McDuff, Rosalind W. Picard «Non-contact, automated cardiac pulse measurements using video imaging and blind source separation», OPTICS EXPRESS, Vol. 18, No. 10, 10763-10774, (2010);
2. C. Takano, and Y. Ohta, «Heart rate measurement based on a time-lapse image» Med. Eng. Phys. 29(8), 853–857 (2007);
3. Hao-Yu Wu, Michael Rubinstein, Eugene Shih, John Guttag, Fredo Durand, William Freeman «Eulerian video magnification for revealing subtle changes in the world» ACM Transactions on Graphics (TOG) – SIGGRAPH 2012 Conference Proceedings 31 (4);
4. Guha Balakrishnan, Fredo Durand, John Guttag. «Detecting Pulse from Head Motions in Video», MIT CSAIL [in internet]: http://people.csail.mit.edu/balakg/cvpr2013_pulsepaper.pdf, (July of 2013);
5. W. Verkruyse, L. O. Svaasand, and J. S. Nelson, «Remote plethysmographic imaging using ambient light», Opt. Express, 16(26), 21434–21445, (2008);
6. P. Sahindrakar, G. de Haan, I. Kirenko, «Improving motion robustness of contact-less Monitoring of Heart Rate using video analysis» Department of Mathematics and Computer Science of Technische Universiteit Eindhoven [in internet]: <http://alexandria.tue.nl/extral/afstversl/wsk-i/sahindrakar2011.pdf>, (2011).

ARTERIAL PULSE MEASUREMENTS BY MEANS OF A WEB CAM

Taranov A.A., Spiridonov I.N.
Bauman Moscow State Technical University, Moscow
pi-null-mezon@yandex.ru

It is known that arterial pulse is one of the most frequently measured characteristics in medical practice/researches. And today you can see a lot of different approaches to arterial pulse measurements (manual palpation, ultrasound research, pulseoximetry, reoplethysmography, sphygmography and etc.) But all those conventional methods demand a direct contact with patient body that is not always suitable for patients. For the instance it is not comfortable in case of long term real time measurements (which is often required in medical researches), or in case of pulse measurement on immobilized patients. But in a recent time it was shown that this problem can be solved by means of non-contact photoplethysmography and that even more interesting that such technique can be realized by means of a personal computer with web cam. Nevertheless until now you could not find this technology outside the laboratory.

In this work we introduce a novel open-source project, devoted to development of free and open source arterial pulse measurement system that provides accurate contactless measurements in a real time mode, in addition system allows to capture light reflection photoplethysmogram signal from face skin. The hardware base of current issue of a system is a personal computer (x86, operated by MS Windows XP/7/8) and an ordinary web cam. Software part was developed on the base of OpenCV, Qt, FFTW and ALGLIB libraries and now exists as executable files and source code. Software is hosted as «Pulse capture» project on sourceforge.net online repository. Current report devoted to brief system review and accuracy examination of the arterial pulse measurements.

СЕКЦИЯ 6

БИОТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕДИЦИНСКИЕ АППАРАТЫ, СИСТЕМЫ, КОМПЛЕКСЫ

ИНФОРМАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КОНТРОЛЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ЧЕЛОВЕКА ВО ВРЕМЯ ПОВСЕДНЕВНОГО НОЧНОГО СНА

Юматов Е. А.^{1,3}, Перцов С. С.², Дудник Е. Н.¹, Крамм М. Н.³, Стрелков Н. О.³

1 - Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова. Россия.

2 - Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина. Москва, Россия.

3 - Национальный исследовательский университет "МЭИ". Москва, Россия.

eyumatov@mail.ru; s.pertsov@mail.ru; elenad72@list.ru; KrammMN@mail.ru; StrelkovNO@mpei.ru

Введение

Сон является важной составной частью жизнедеятельности человека, от которого зависит жизнь, здоровье, трудоспособность, интеллектуальная деятельность, психоэмоциональное состояние, устойчивость к эмоциональному стрессу [1,2]. Поэтому разработка современных методов контроля сна и диагностики нарушений жизненно важных функций человека является приоритетной проблемой, имеющей фундаментальное значение для социального благополучия общества.

Нормальный физиологический сон характеризуется рядом последовательно сменяющих друг друга фаз, каждая из которых имеет определенное биологическое значение и проявляется в электроэнцефалограмме (ЭЭГ), движении глаз, мышечном тонусе и изменении ряда вегетативных функций [3].

В многочисленных исследованиях была установлена взаимосвязь между психоэмоциональным, характерологическим статусом личности, уровнем эмоционального напряжения, циклом «сон-бодрствование», «качеством» ночного сна, его фазовой структурой. Выявлены индивидуальные особенности фазовой структуры сна, связанные с предрасположенностью к различным заболеваниям: невротическим, сердечно-сосудистым, желудочно-кишечным и пр. Характерно, что во время ночного сна наиболее рано проявляются предвестники указанных невротических заболеваний [4].

Все исследования сна у здоровых людей и больных проводятся в стационарных условиях, при которых пациент находится в неестественной, для него обстановке, существенно отличающейся от ночного сна в домашних условиях.

При всей своей медико-социальной значимости существующие методы сомнологического обследования не могут быть использованы в домашних условиях для характеристики естественного сна. Поэтому до сих пор не представляется возможным изучение влияния психосоциальной среды на физиологические функции человека во время сна в реальных повседневных бытовых условиях.

Цель исследования

Для всесторонней комплексной оценки жизненно важных физиологических функций во время ночного сна необходимо создание информационно-аппаратурного комплекса, с помощью которого был бы возможен в повседневных бытовых условиях контроль структуры фаз сна, состояния сердечных функций и дыхания и пробуждение человека в заранее заданную оптимальную для психофизиологического состояния фазу сна. Эти требования предопределили необходимость разработки принципиально новой методологии и информационно-аппаратурного комплекса для объективного анализа естественного сна на основе фундаментальных психофизиологических исследований и современных достижений информационных технологий и микропроцессорной техники.

Результаты

1. Методология объективного контроля сна в повседневных бытовых условиях

Общим методологическим принципом для разработки информационной аппаратуры контроля физиологических функций явилась теория функциональных систем П.К.Анохина [5]. В информационно-аппаратурной системе имеются: чувствительные элементы - датчики, воспринимающие физиологические показатели организма; центральная часть - микропроцессор, оценивающий поступающую от организма информацию и дающий сигнал оповещения (охранная сигнализация) в случае выхода физиологических

показателей за границу индивидуально установленной “нормы”. В приборах осуществляется программирование физиологических параметров, с одновременным их отслеживанием на основе обратной связи.

Для объективного комплексного анализа сна в реальных повседневных условиях нами разработана методология и предложен специальный алгоритм, позволяющие идентифицировать фазовую структуру сна, производить контроль сердечно-сосудистых функций и дыхания на основе вариационного и кросскорреляционного анализа сердечного ритма и частоты дыхания.

2. Структурно-функциональная организация информационной системы для контроля сна в бытовых условиях

Информационная система для контроля сна в повседневных бытовых условиях выполняет следующие взаимосвязанные функции: регистрацию, идентификацию и анализ фазовой структуры сна; пробуждения в фиксированное время и в выбранную оптимальную для психофизиологического состояния фазу сна; прерывания затянувшейся опасной для жизни фазы сна. Наряду с этим, информационная система осуществляет регистрацию и контроль сердечных функций и дыхания, проводит вариационный и кросскорреляционный анализ сердечного ритма и частоты дыхания, отображает и анализирует все результаты на персональном компьютере. Общая структура информационной системы показана на рис. 1.

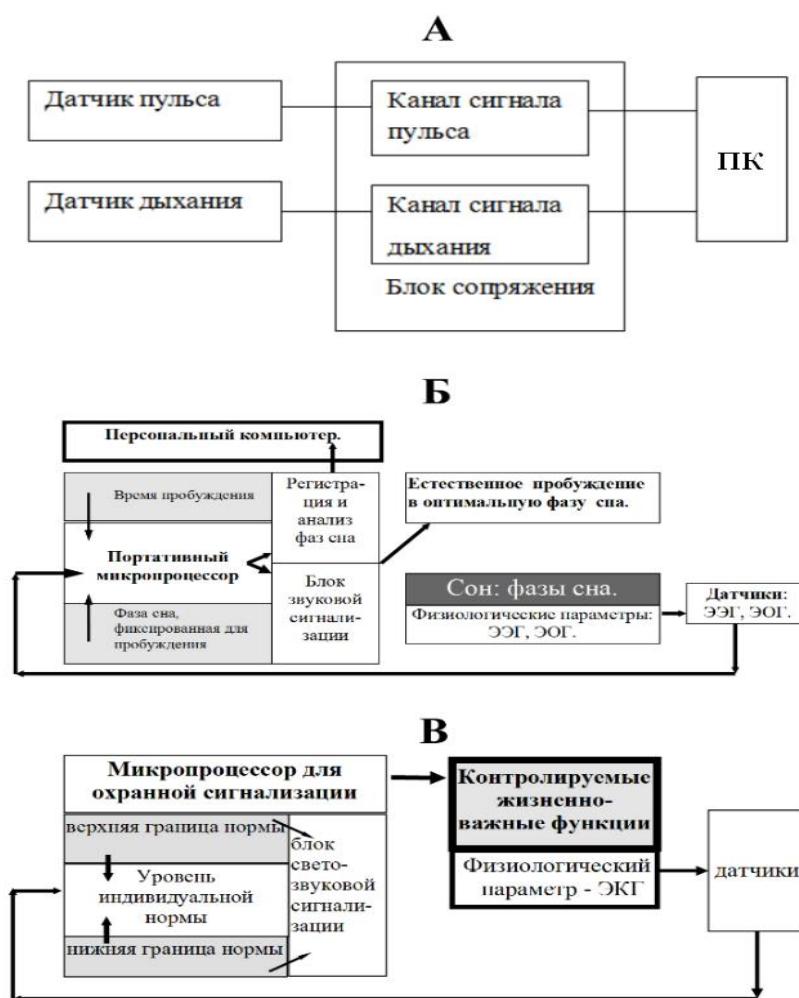


Рис. 1. Структура информационной системы для объективного контроля физиологических функций человека во время повседневного ночного сна.

В проведённых нами исследованиях выявлены специальные критерии оценки сна и дана классификация его фазовой структуры, наиболее полно отвечающая условиям повседневного, домашнего обследования, разработан приоритетный способ естественного пробуждения человека в индивидуально выбранную им, фиксированную фазу сна, - оптимальную для психоэмоционального состояния [6].

Способ основан на непрерывной регистрации ЭЭГ и ЭОГ во время ночного сна; распознавании фаз сна по разработанным критериям кросскорреляционного анализа ЭЭГ и ЭОГ; и при необходимости автоматическом включении пробуждающего звукового сигнала в заранее установленное время в момент появления индивидуально выбранной фазы сна.

В блок контроля и анализа фаз сна поступают сигналы ЭЭГ и ЭОГ от миниатюрных электродов, находящихся на ленточке, фиксируемой вокруг головы человека. В течение ночного сна прибор регистрирует и запоминает во времени все фазы сна, и которые могут быть записаны и проанализированы врачом в персональном компьютере (ПК).

В приборе предусмотрено персональное программирование выбираемой для пробуждения оптимальной фазы сна. Используя данный прибор, каждый человек может выбрать сам для себя, с учётом различных факторов, определенную фазу сна, предпочтительную для пробуждения, а затем, на основании субъективной самооценки проверить правильность выбранной им для пробуждения фазы сна. Наряду с этим, прибор позволяет установить максимальное время продолжительности опасной для жизни фазы сна и дать пробуждающий сигнал для последующего её прерывания.

В проведённых нами исследованиях установлено, что достоверное снижение кросскорреляционных связей между частотой сердечных сокращений (ЧСС) и частотой дыхания (ЧД) является характерным признаком и следствием дезинтеграции деятельности различных функциональных систем, возникающей при эмоциональном напряжении [7,8].

В информационном комплексе для контроля физиологических функций человека во время ночного сна в повседневных бытовых условиях использована регистрация частоты сердечных сокращений (ЧСС) и частоты дыхания (ЧД) с последующим расчётом кросскорреляционных коэффициентов и вариации сердечного ритма (ВСР) [9,10].

Для регистрации ЧСС используется датчик пульсовой волны на основе оптической пары красный лазерный диод и приемный фотодиод, помещаемой на прищепке на любой палец руки. Импульс пульсовой волны в сосудах пальца порождает модуляцию светового потока, регистрируемого фотодиодом.

Для анализа ЧД используется терморезистор, помещаемый на клипсе в носовом канале. Регистрируется изменение сопротивления терморезистора при изменении температуры потока воздуха (повышение при выдохе и понижение при вдохе).

Блок сопряжения регистрируемых физиологических процессов с компьютером содержит каналы кардиосигнала и дыхания, реализованные на базе стандартных микросхем и комплектующих. Информационная система для вариационного и корреляционного анализа ритмов сердца и дыхания построена на базе ПК, в котором происходит обработка поступающей физиологической информации, визуализация и архивация получаемых данных.

Блок охранной сигнализации нарушения сердечного ритма осуществляет постоянный контроль ЧСС и количества экстрасистол. Кардиосигнал поступает через предварительный усилитель в микропроцессор, в котором постоянно происходит сравнение регистрируемого сигнала с установленными в памяти конкретными значениями его верхнего и нижнего предельных уровней. При отклонении параметров регистрируемого сигнала за предельно допустимые его величины срабатывает звуковой сигнал оповещения.

3. Информационно-программное обеспечение для кросскорреляционного и вариационного анализа сердечного ритма и дыхания во время сна

Поскольку сигнал датчика дыхания имеет регулярный гладкий характер, то для выделения фронтов этого сигнала проводится предварительная цифровая обработка с помощью дифференцирующего фильтра, полоса пропускания которого находится в пределах 0,4 Гц – 0,8 Гц. Путем пороговой обработки сигналов датчиков пульса и дыхания определяются моменты регистрации импульсов пульсовой волны th_i , импульсов начала вдоха или выдоха tb_j . В случае вдоха формируется признак вдоха $p_j = +1$, в случае выдоха $p_j = -1$.

После этого формируются последовательности интервалов пульса $Th_i = th_i - th_{i-1}$ и интервалов дыхания $Tb_j = tb_j - tb_{j-1}$, причем интервалы выдох-вдох (заканчивающиеся событием $p_j = +1$) следуют за интервалами вдох-выдох. Для проведения кросскорреляционного анализа последовательности интервалов пульса и интервалов дыхания должны быть синхронизированы между собой и иметь одинаковую длину. Поскольку частота дыхательных движений заметно меньше частоты сердечных сокращений, проводится интерполяция интервалов дыхания на соответствующих интервалах пульса: для каждого момента регистрации пульсовой волны th_i определяются пневмоинтервалы и признаки вдоха-выдоха по следующему правилу. Если $tb_{j-1} < th_i < tb_j$, то $Tb_i = Tb_j$ и $p_i = p_j$ (рис.2). В результате программной обработки формируются последовательности интервалов пульса Th_i , пневмоинтервалов Tb_i и признаков вдоха-выдоха p_i , имеющие одинаковую длину и синхронизированные во времени (рис.3). При этом на интервале выдох-вдох реализуется группа отсчетов $p_i = +1$, а на интервале вдох-выдох – $p_i = -1$. В соответствии с рис.3 в случае

медленного дыхания может наблюдаться заметная корреляция между законом модуляции сердечного ритма и фазами дыхания.

Выборочная оценка коэффициента корреляции между полученными модифицированными интервальными последовательностями оценивается по известной формуле:

$$\hat{r}(Th, Tb) = \frac{\sum_{i=1}^N (Th_i - \bar{Th})(Tb_i - \bar{Tb})}{\sqrt{\sum_{j=1}^N (Th_j - \bar{Th})^2 \cdot \sum_{i=1}^N (Tb_i - \bar{Tb})^2}},$$

где N – число импульсов датчика пульса на интервале наблюдения; \bar{Th}, \bar{Tb} – средние значения интервалов пульса и дыхания. Аналогично рассчитывается коэффициент корреляции $\hat{r}(Th, p)$. Также оцениваются параметры вариабельности ритмов сердца и дыхания – среднеквадратическое отклонение интервалов SDNN и RMSSD – квадратный корень из среднеквадратической разности между последовательными интервалами.

Заключение

Информационный комплекс представляет собой совершенно новое портативное микропроцессорное устройство и оригинальное программное обеспечение, реализуемое на персональном компьютере, для контроля жизненно-важных физиологических функций во время сна в реальной повседневной жизни.

Информационная система для контроля сна в бытовых условиях состоит из взаимосвязанных блоков, осуществляющих: регистрацию, идентификацию и анализ фазовой структуры сна; пробуждения в фиксированное время и в выбранную оптимальную для психофизиологического состояния фазу сна; прерывания затянувшейся опасной для жизни фазы сна. Наряду с этим, информационная система включает в себя регистрацию и контроль сердечных функций и звуковых проявлений дыхания, проводит вариационный и кросскорреляционный анализ сердечного ритма и частоты дыхания, отображает и анализирует все результаты на персональном компьютере.

Благодаря комплексному анализу физиологических функций, информационная система позволит контролировать сон в реальной повседневной жизни; прерывать опасные для жизни фазы сна, которые могут сопровождаться выраженными сердечно-сосудистыми нарушениями, приводящими к мозговому инсульту, инфаркту миокарда и внезапной смерти.

Работа выполняется по гранту РФФИ № 13-07-00756 по теме: «Разработка методологии и информационно-аппаратного комплекса для объективного контроля сна человека в повседневных условиях».

Библиографический список

1. Вейн А.М., Гехт К. Сон человека. Физиология и патология. М. Медицина, 1989. 272 с.
2. Левин Я. И. Инсомния и принципы её лечения. Ж. Современная психиатрия. 1998, с. 6-10.
3. Вейн А.М., Судаков К.В., Левин Я.И., Юматов Е.А., Ковров Г.В., Стрыгин К.Н. Стадии сна после психоэмоциональных воздействий: индивидуальность изменений. Физиологический журнал им. И.М.Сеченова, 2001, т. 87, №3 с. 289-295.
4. Вейн А.М. Нарушения сна и бодрствования. М.:Медицина, 1974, 383 с.
5. Юматов Е.А. Методология теории функциональных систем в разработки устройств для контроля физиологических функций человека. Вестник РАМН, 1997, 12, с. 40-45.
6. Юматов Е. А. Способ пробуждения человека в фиксированную фазу сна и устройство для его осуществления. Патент Р.Ф. 2061406.
7. Судаков К.В., Юматов Е.А., Тараканов О.П. Кросскорреляционный вегетативный критерий эмоционального стресса. Ж. Физиология человека. 1995, т. 23, №3, с. 87 - 95.
8. Юматов Е.А. Способ определения эмоционального стресса и устройство для его осуществления. Патент РФ №2073484.
9. Юматов Е.А., Крамм М.Н., Набродов А.Б. Информационно-экспертная система для объективной оценки эмоционального стресса. Ж. Биомедицинская радиоэлектроника. 2004, т.12, с. 3-7.
10. Юматов Е.А., Крамм М.Н., Набродов А.Б. Информационная система для объективной оценки эмоционального стресса. Ж. Технологии живых систем. 2007, № 4.

INFORMATION COMPLEX FOR CONTROL OF PHYSIOLOGICAL FUNCTIONS OF THE PERSON DURING THE DAILY NIGHT SLEEP

Yumatov E. A.^{1,3}, Pertsov S. S.², Dudnik E. N.¹, Kramm M. N.³, Strelkov N. O.³

¹ I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Russia.

² P.K. Anokhin Institute of Normal Physiology, Moscow, Russia.

³ National research University «MEI». Moscow, Russia.

Abstract

A widely used, classical methodology for sleep researches, as well as the criteria and classification of sleep phases, are oriented to the use only in clinical practice. Psychological testing, psychomotor study, and recording of the phase structure of nighttime sleep and autonomic functions are performed by modern methods under clinical conditions.

A comprehensive and complex study of vital functions during nighttime sleep requires the development of an information-and-equipment device, which would allow monitoring of sleep in a real everyday life.

The elaborated information system provides the following issues: recording of the phase structure of sleep; monitoring of cardiac activity and breathing during sleep; wake-up of a subject in the pre-determined optimal phase of sleep (as regards the psychophysiological state of this subject); and interruption of hazardous phases of sleep that can be accompanied by severe cardiovascular disorders leading to cerebral stroke, myocardial infarction, and sudden death.

Key words: sleep, information medicine, medical equipment, vital functions.



ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ ПЛЕНКИ С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ В МЕДИЦИНСКИХ ПРИЛОЖЕНИЯХ

Ичкитидзе Л.П.¹, Селищев С.В.¹, Благов Е.В.², Павлов А.А.²,
Галперин В.А.³, ШаманЮ.П.³, Кицок Е.П.³

1 -Национальный исследовательский университет «МИЭТ», МИЭТ, Зеленоград, Москва,
124498 Российская Федерация

2 -Институт нанотехнологий микроэлектроники РАН, Москва, 119991 Российская Федерация

3 - НПК «Технологический центр», МИЭТ, Зеленоград, Москва, 124498 Российская Федерация
leo852@inbox.ru

Резистивным методом исследованы удельная электропроводность σ и коэффициент температурной зависимости электрического сопротивления α пленок композиционного наноматериала, состоящего из матрицы карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) и наполнителя углеродных нанотрубок (УНТ). Водная дисперсия состава 4 масс.% КМЦ и 2,5 масс. % УНТ (однослойные УНТ (ОУНТ) или многослойные УНТ (МУНТ)) приготавлялась тщательным перемешиванием всех компонентов в магнитной мешалке и ультразвуковой ванне. Методом шелкографии дисперсия наносилась на гибкие подложки, которые отжигались в атмосфере при температуре $t=170\pm5$ °C в течение 30 минут, что приводило к увеличению их σ в несколько раз.

Установлено, что в пленках с ОУНТ до отжига возможны как отрицательные, так и положительные значения α (максимальное $\alpha \sim 0,005$ K⁻¹) в различных областях температур, а после отжига – $\alpha \leq 0$ ($\sim -0,0005$ K⁻¹). В пленках с МУНТ всегда $\alpha \leq 0$ ($\sim -0,0001$ K⁻¹). Сравнения расчетных (модель однородного композиционного материала) и экспериментальных данных величин σ и α дали значительные различия. Например, измеренное $\sigma \sim 10$ кС/м (пленки с ОУНТ) на 3-4 порядка выше, чем расчетное σ .

Высокая удельная электропроводность $\geq 10^7$ См/м индивидуальных (отдельных) углеродных нанотрубок (УНТ) позволяет создать на их основе проводники различной конфигурации (например, волокна, пленки, слои, кабели) для различных назначений (межсоединения в электронике, гибкая электроника, передача электроэнергии, катушки соленоидов, магнитов, моторов и др.). Наряду с высокой механической прочностью, упругостью, низкой плотностью, высокой теплопроводностью и удельной проводимостью σ , проводники на основе УНТ должны иметь низкие значения температурного коэффициента сопротивления α . Параметр α важен для всех типов проводников и особенно для гибкой электроники, в том числе для электродов или проводящих слоев, нанесенных на кожу, так как они не должны менять сопротивление в широком температурном диапазоне и в критических тепловых режимах.

В настоящей работе исследован температурный коэффициент сопротивления слоев композиционного наноматериала с УНТ. Для приготовления образцов использовалась водная ультрадисперсия композиции: матрица – электропроводящий гель на основе карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ), наполнитель – ОУНТ или МУНТ. Различные гели на основе КМЦ являются биосовместимыми материалами и широко применяются в медицинской практике, а степень опасности УНТ достоверно еще не определена, кроме того, что они вызывают цитруллинирование в клетках [1]. Установлено, что наночастицы УНТ являются более безопасными, чем частицы асбеста, в матрице материала они функционализируются, и их активность и опасность значительно падает.

Синтез УНТ, водных ультрадисперсий с 4 мас.% КМЦ + 2,5 мас. % УНТ (ОУНТ или МУНТ), используемых нами, подробно описаны в работах [2-4]. На гибкие подложки (хлопчатобумажная ткань, офисная бумага – плотность ~ 80 г/м², полиимид) слои наносились методом шелкографии и сушились при температуре $t \approx 30$ °C в течение 24 ч. В дальнейшем они отжигались при $t=170\pm5$ °C около 30 мин. Проводимость образцов измерялась четырехзондовым методом до и после их отжига. Температурная зависимость сопротивления R регистрировалась в интервале 20 \div 120°C. Толщина d слоев оценивалась

различными методами и инструментариями, в том числе: оптическая микроскопия, растровая электронно-микроскопия, взвешивание. Относительная точностью d была $\pm 20\%$. Все высушенные образцы имели одинаковые формы прямоугольника с размерами 5 мм \times 40 мм.

Для некоторых образцов типичные зависимости $R(t)$ приведены на рис. 1. На $R(t)$ наблюдались гистерезисы, когда измерения проводились в цикле – при увеличении и уменьшении t (см. кривую с маркером (о)). Максимальные ширины гистерезисов были: при фиксированной температуре относительная разница $R \sim 3\%$, а при фиксированном R относительная разница $t \sim 30\%$, но их средние значения не превосходили 1% и 10% соответственно. Следовательно, их можно считать незначительными.

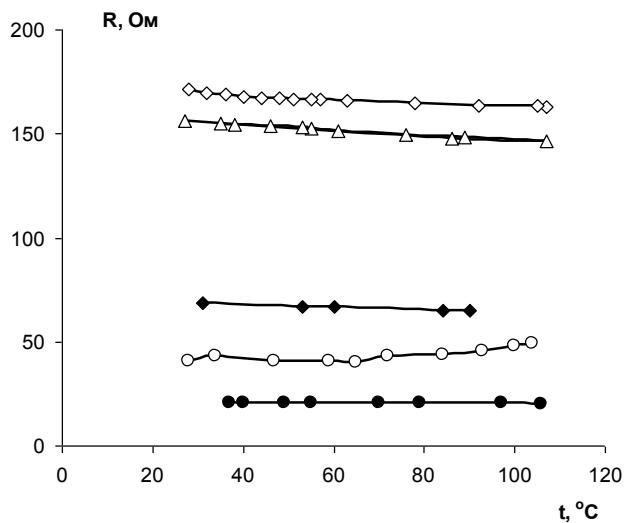


Рис. 1. Зависимости $R(t)$ для некоторых образцов: $d \approx 0,8$ мкм, Δ – с МУНТ, без отжига; $d \approx 0,6$ мкм, \diamond – МУНТ, без отжига; \blacklozenge – МУНТ, с отжигом; $d \approx 1,1$ мкм, \circ – ОУНТ, без отжига; \bullet – ОУНТ, с отжигом

При многочисленных изгибах мягких подложек существенных изменений σ и α не обнаружено. Например, при изгибе на 180° с радиусом изгиба 1 мм и циклом 1000 раз образцов на подложках ОБ и ХБТ проводимость изменялась не более чем на $\pm 20\%$ относительно исходных значений. После многочисленных изгибов слои от подложек не отслаивались, не трескались и сохраняли прежний внешний вид.

Физическая картина изменения σ композиционного материала, когда в матрицу добавляется наполнитель – УНТ, очень сложная, поскольку σ зависит от многих параметров, в частности от удельной электропроводности матрицы, удельной электропроводности наполнителя, фактора наполнения (отношения объема включения к объему образца), фактора формы частиц включения вдоль одной из главных осей, которая совпадает с фактором деполяризации для УНТ [5]. С учетом всех данных матрицы КМЦ и наполнителя УНТ (МУНТ или ОУНТ) модель композиционного материала, когда матрица однородная, и наполнитель одного типа однородно распределен в объеме, дает оценочные значения σ на несколько порядков (более чем на 3-4 порядка) ниже относительно экспериментальных (согласно [2-4]). Подобная ситуация складывается и при сравнении расчетных и измеренных α , поэтому можно полагать, что в матрице УНТ представляют собой переплетенные неизолированные проводящие нити с образованием между ними электрических проводящих контактов. Учет их свойств, форм, количества и распределения по объему матрицы, дополнительно усложняет модель, но, возможно, приблизит оценочные и экспериментальные значения параметров σ и α .

Таким образом, в исследованных слоях композиционного наноматериала с углеродными нанотрубками реализованы высокие значения удельной проводимости (~ 10 кСм/м) и низкие значения температурного коэффициента сопротивления ($\sim \pm 0,0005$ К $^{-1}$), которые на порядок меньше, чем в медных проводах, или в несколько раз меньше, чем в кабеле из двухслойных УНТ [6]. Рассмотренная водная ультрадисперсия с УНТ позволяет применять печатное нанесение проводящих слоев на подложках (гибкие, твердые), что актуально в электронике [7], а также такие слои будут востребованы и в других направлениях (в частности, в медицине), где требуется высокая стабильность сопротивления при изменении температурных режимов системы.

Работа выполнена при финансовых поддержках Минобрнауки РФ (Госконтракт № 14.430.11.0006).

Библиографический список

- 1.Mohamed B.M., Mavia D., et al. Sci. Rep., 2013, 3, p. 1124.
 - 2.Ichkitidze L., Podgaetsky V., et al. Mater. Sci. and Appl., 2013, 4(5A), p. 1.
- doi: 10.4236/msa.2013.45A001

- 3.Ичкитидзе Л.П., Приходко А.С., и др. Мед. Техника, 2013, 2, с. 11.
- 4.Ичкитидзе Л.П., Подгаецкий В.М., и др. Нано- микросис. техника, 2013, 4, с. 2.
- 5.Корнюшин ЮВ. Письма в ЖТФ, 2010, 36(9), с. 5..
- 6.Zhao Y, Wei J, et al. Sci. Rep., 2011, 1, p. 83. doi: 10.1038/srep00083
- 7.Kamyshny A, Law J.Y., et al. Small, 25 January 2014, doi: 10.1002/smll.201303000

ELECTROCONDUCTIVITE FILMS WITH CARBON NANOTIUBS IN MEDICAL APPLICATION

Ichkitidze L.P.¹, Selishchev S.V.¹, Blagov E.V.², Pavlov A.A.², Galperin V.A.³, Shaman Yu.P.³

¹National Research University of Electronic Technology "MIET", MIET, Zelenograd, Moscow

²Institute of nanotechnology of microelectronics of the RAS, INME, Moscow

³Scientific-Manufacturing Complex "Technological Centre", MIET, Zelenograd, Moscow

The specific conductivity σ and the coefficient α of the resistance temperature dependence for the composite nanomaterial films by the resistive method was investigated. The nanomaterial consisted of a matrix of carboxymethyl cellulose (CMC) and the filler of carbon nanotubes (CNT). The aqueous dispersion of 4 wt. % CMC and 2.5 wt. % CNTs (single-walled CNTs (SWCNTs) or multi-walled CNTs (MWCNTs)) prepares thoroughly mixing all the ingredients in a magnetic stirrer and an ultrasonic bath. Dispersion was applied by screen printing on flexible substrates as layers, which were annealed in the atmosphere at a temperature $t=170\pm5$ °C for 30 minutes. Increase their σ in several times were resulted.

Found that in films with SWCNTs before annealing may both negative and positive values of α (maximum $\alpha \sim 0,005$ K⁻¹) in different temperature ranges, and after annealing – $\alpha \leq 0$ ($\sim -0,0005$ K⁻¹). In films with MWCNTs always $\alpha \leq 0$ ($\sim -0,0001$ K⁻¹). Comparison of the calculated (model homogeneous composite material) and experimental data values and for σ and α yielded significant differences. For example, the measured $\sigma \sim 10$ S/m (SWCNTs films) by 3-4 orders of magnitude higher than the calculated σ .



СВЕТОДИОДНЫЙ ОСВЕТИТЕЛЬ ДЛЯ МИКРОФОТОМЕТРИИ КЛЕТОК

Хохлов¹ А.А., Шугайло² В.В., Кононенко² В.В., Колесников¹ С.С.

¹ Институт биофизики клетки РАН г.Пущино, aakhl@rambler.ru

² Институт биологического приборостроения с опытным производством РАН г.Пущино, lab12ibo@bk.ru

Абстракт

Построен опытный образец и разработана конструкторская документация светодиодного осветителя, обеспечивающий более высокую чувствительность и точность при микрофотометрии одиночных клеток по сравнению с современными промышленными аналогами. Относительное улучшение характеристик разработанного осветителя было достигнуто за счет использования излучающих полупроводниковых диодов в качестве источников, что позволило существенно снизить уровень фонового излучения и девиации интенсивности возбуждающего света по сравнению с ламповыми источниками. Управление длиной волны излучения осветителя – аналоговое, управление зажиганием диодов – по TTL-порту. Программа управления на компьютере через USB-порт позволяет пользователю устанавливать требуемые величины токов излучающих диодов и параметры портов осветителя, а также обеспечивает сохранение всех установок в файл.

Появление разнообразных флуоресцентных зондов, включая генетически кодируемые сенсоры на основе флуоресцентных белков, сделало флуоресцентную микроскопию и микрофотометрию одними из основных методов исследования метаболических, регуляторных и сигнальных процессов, протекающих в одиночных клетках и клеточных системах. Для возбуждения флуоресценции используются осветители на ксеноновых и ртутных лампах высокого давления в сочетании с монохроматорами или сменными оптическими фильтрами, также осветители на лазерами. Для ламповых осветителей, которые покрывают весь спектральный диапазон от видимой до ультрафиолетовой областей, характерен высокий уровень собственных шумов, связанных с физикой плазмы разряда. Лазерные осветители обеспечивают высокую мощность и монорхроматичность, но имеют ограниченный набор длин волн. Кроме того, лампы и лазеры непрерывного излучения плохо управляемы по световой мощности и во времени.

Появление мощных излучающих диодов (light emitting diode, LED) инициировало развитие еще одного направления в области осветительных систем для флуоресцентных приложений. Для LED характерны достаточно высокая светимость, приемлемая монохроматичность и малое (<0,1мс) время установления свечения. Благодаря этим качествам LED, легко находится компромиссное решение для достижения оптимального соотношения сигнал/шум при минимальной фотодеструкции флуорофоров: для этого достаточно возбуждать эмиссию интенсивным светом в импульсном режиме при большой скважности. Стоимость LED, существенно меньше, чем у осветительных ламп и, тем более, лазеров. Долговечность LED – более 5000 часов

для ультрафиолетовых LED и до 60000 часов для LED, работающих в видимом диапазоне. Для ксеноновых и ртутных ламп эта величина составляет 400-1000 часов. Таким образом, осветители на LED для биологических исследований могут обеспечить наилучшее соотношение цена/качество при весьма гибком управлении интенсивностью и временем излучения по сравнению с осветителями, использующими лампы и лазеры в качестве источников света.

Краткое описание осветителя

Дискретный многоволновой осветитель (в дальнейшем осветитель) состоит из оптического блока с LED, схемы управления и блока питания. Все узлы прибора расположены в едином корпусе, связанном с микроскопом оптоволоконным жгутом. Фиксация выходного торца жгута осветителя на эпифлуоресцентном порту микроскопа выполняется адаптером, благодаря которому достигается согласованное взаимное положение люков и окон осветителя и микроскопа, что обеспечивает максимальную и равномерную освещенность поля.

Схема управления осветителем построена на основе микропроцессорного контроллера (МК). МК выполняет все операции по обработке поступающих на входные порты данных и осуществляет управление каналами осветителя. Микропроцессорный контроллер принимает сигнал, задающий длину волны возбуждения на аналоговом порту. В зависимости от величины этого сигнала контроллер выбирает одну из пяти линий, обеспечивающих включение каналов осветителя. Излучающий диод выбранного канала будет включен в течении времени действия сигнала на TTL-порту, по которому осуществляется синхронизация регистрации эмиссии камерой и включения излучения возбуждения.

Каналы управления светодиодами и представляют собой управляемые напряжением источники тока. Установка требуемой величины тока LED осуществляется командой компьютера, поступающей в микропроцессорный контроллер через USB-порт, и задающей величину рабочего тока LED. Напряжение, пропорциональное току включённого LED измеряется микропроцессорный контроллер и отображается на ЖК-индикаторе осветителя.

Оптический узел предназначен для сложения излучения LED пяти длин волн (340, 380, 440, 530 нм), сопряжения суммарного потока с оптоволоконным жгутом для передачи его в эпифлуоресцентный порт микроскопа. Оптический узел состоит из 5 идентичных каналов. Каждый канал включает LED, линзу, проецирующую светящуюся площадку LED на бесконечность, и фильтр для коррекции спектральной характеристики LED. Сложение параллельных пучков от каналов на апертуре коллектора производится дихроическими зеркалами. Коллектор строит изображение светящихся площадок диодов на торце жгута световода. Апертура пучка после коллектора равна входной апертуре жгута, что позволяет получить на препарате высокую плотность излучения возбуждения, достаточную для уверенной регистрации эмиссии.

Программа управления осветителем запускается на персональном компьютере. При помощи графического интерфейса программа позволяет произвести все настройки осветителя и выполнять в процессе эксперимента все необходимые действия по его управлению, а также сохранять все настройки осветителя в файле.

Разработанный осветитель обеспечит излучение возбуждения на следующих длинах волн (максимум спектральной плотности): 340 нм (5 мВт), 385 нм (50 мВт), 440 нм (230 мВт), 480 нм (200 мВт), 535 нм (200 мВт) при длительной нестабильности мощности излучения $\leq 0,1\%/\text{час}$, время переключения длин волн в режиме мультиволнового (на двух и более длинах волн) возбуждения $\leq 20\text{ мкс}$, минимальная длительность свечения 100 мкс, время службы 30000 час. Такой набор длин волн возбуждения позволяет возбуждать флуоресценцию более тридцати флуоресцентных зондов и все флуоресцентные белки, которые на сегодня широко используются в области фундаментальных исследований клеток и клеточных систем для решения задач биофизики и молекулярной физиологии. Наличие у осветителя режима мультиволнового возбуждения обеспечивает возможность комбинирования флуоресцентных зондов и проведения ратиометрической регистрации флуоресценции для количественных измерений ионов в цитоплазме. Достигаемые при помощи разработанного осветителя высокая чувствительность и точность регистрации сигнала эмиссии позволяют проводить первичный отбор и испытания различных биологически активных веществ и новых лекарственных препаратов на одиночных клетках в биологии, медицине и фармакологии. Благодаря использованию оптоволоконного жгута для связи микроскопа и осветителя исключается прямая электрическая связь между измерительной системой и осветителем, поэтому появляется реальная возможность совмещать в экспериментах электрофизиологическую регистрацию (pClamp) и регистрацию флуоресценции, что существенно расширяет универсальность такого осветителя за счет возможности использования с ним комплексов приборов для электрофизиологических исследований.

LED-BASED ILLUMINATOR FOR CELL MICROPHOTOMETRY

A. A. Khokhlov¹, V.V. Shugaylo², V.V. Kononenko², S.S. Kolesnikov¹

¹ Institute of Cellular Biophysics of the Russian Academy of Sciences, Pushchino, admin@icb.psn.ru

² Institute for Biological Instrumentation of the Russian Academy of Sciences, Pushchino, ibp.ran@yandex.ru

Abstract

Technical documentation was elaborated and a prototype of a multiwave illuminator was built, the use of which provides higher sensitivity and precision in microphotometric studies of single cells, in comparison with modern industrial analogs. The improvement of the designed illuminator's characteristics was obtained as a result of the use of light emitting semiconductor diodes (LEDs) as light sources, which ensured significant decrease of the background emission level and the deviation of the excitation light intensity compared to lamp sources. The control of the illuminator emitting wavelength is analogous, and the diode ignition control is carried out via a TTL-port. A computer control program via a USB-port enables the user to provide needed values of emitting diode currents and needed parameters of the illuminator ports, together with storing all the ratings in a file.

АППАРАТУРА ДЛЯ ПЕРИТОНЕАЛЬНОГО ДИАЛИЗА С РЕГЕНЕРАЦИЕЙ

Базаев Н.А., Гринвальд В.М., Путря Б.М., Селищев С.В.

Национальный исследовательский университет «МИЭТ», bazaev-na@yandex.ru, grinvald@bmsslab.miet.ru,
PutryaBM@gmail.com, sersel@miee.ru

Почечная недостаточность — патологическое состояние, характеризующееся нарушением почечной регуляции химического гомеостаза организма с частичным или полным нарушением образования и (или) выделения мочи [0]. Почки утрачивают функцию выведения метаболитов из крови и регулирования объема жидкости в организме. Для людей, страдающих хронической почечной недостаточностью в терминальной стадии, единственным способом поддержания жизнедеятельности является регулярное проведение процедуры искусственного очищения крови.

Наиболее распространённым методом экстракорпорального искусственного очищения крови является гемодиализ. Гемодиализ — процесс диффузионного переноса метаболитов из крови пациента в диализат в мембранным массообменном устройстве (диализаторе), расположенному вне организма пациента [1]. Главным недостатком современной аппаратуры для гемодиализа является большой объём используемого диализата (около 150 литров на одну процедуру) [2, 3]. Создание аппаратов искусственного очищения крови с регенерацией отработанного диализирующего раствора позволяет значительно (в 20-30 раз) сократить объём используемого диализата и создаёт предпосылки для разработки носимого аппарата «искусственная почка».

Перитонеальный диализ (ПД) также обеспечивает удаление из организма пациента продуктов метаболизма, однако, в отличие от процедуры гемодиализа роль полупроницаемой мембранны диализатора выполняет брюшина пациента. Наибольшее распространение получил постоянный амбулаторный перитонеальный диализ (ПАПД), при котором в брюшную полость пациента через специально установленный катетер заливают стерильный раствор для перитонеального диализа (далее – РПД), объемом от 2 до 2,5 л.

В отличие от гемодиализа, элиминационную эффективность которого можно повысить, увеличивая площадь диализатора, скорость кровотока или расход диализата, возможности влиять на эффективность ПД ограничены (клиренс перитонеальной мембранны составляет около 20 мл/мин) и касаются в основном только объема РПД, используемого пациентом в сутки. Поэтому для обеспечения адекватности ПД традиционному гемодиализу больному необходимо использовать в сутки до 8 одноразовых контейнеров с РПД, общим объемом 16–20 л. Введение одноразово в брюшную полость пациента до 2–2,5 л РПД создает дискомфорт в его физическом состоянии.

Кроме того, наиболее частым заболеванием, связанным с применением ПД, является перитонит – воспаление брюшной полости, причиной которого является микробное загрязнение. Вероятность заболевания перитонитом пропорциональна частоте замены РПД в брюшной полости. Снижение риска заболевания пытаются достигнуть применением специальных коннекторов, устройств для смены порций РПД, тщательным обучением больных, самостоятельно проводящих эту процедуру.

Устранение существующих сегодня технических недостатков ПД позволяет обеспечить постоянное очищение РПД [4–8]. Раствор для перитонеального диализа объемом 1–1,5 л, находящийся в брюшной полости пациента, непрерывно транспортируется в экстракорпоральный контур в режиме рециркуляции и перемещается через полость по перфузату мембранным массообменного устройства (ММУ), в котором и осуществляется элиминация из РПД продуктов жизнедеятельности. Через полость диализата ММУ рециркулирует раствор для перитонеального диализа (далее – диализирующий раствор (диализат), который и подвергается постоянной регенерации. При этом технические характеристики системы регенерации должны обеспечивать постоянство исходного состава и концентрации компонентов диализата в течение 12–24 часов, что позволит осуществлять замену РПД в брюшной полости не чаще 1 раза в сутки.

В данной работе представлена схема регенерации отработанного диализирующего раствора, которая сочетает в себе сорбционный и электрохимический методы очищения.

На рисунке 1 представлена схема очищения РПД: регенерация перитонеального раствора осуществляется в диализаторе, в то время как отработанный диализирующий раствор проходит несколько этапов очистки в контуре регенерации диализата. Такая комбинация позволяет не только эффективно утилизировать мочевину методом электролитического разложения мочевины [9–13], но и поглощать сорбционными колонками

побочные продукты электролиза. Кроме того, данный контур элиминирует из диализата такие вещества, как креатинин, билирубин, мочевая кислота и т.п.

Циркуляция раствора для перитонеального диализа осуществляется в интра- и экстракорпоральных контурах. Раствор подаётся в брюшную полость пациента (интракорпоральный контур) насосом перитонеального раствора (НПР). После очищения крови пациента отработанный РПД и ультрафильтрат поступают в диализатор (экстракорпоральный контур), где осуществляется очищение раствора посредством трансмембранных переноса накопленных метаболитов в диализирующий раствор. Далее очищенный РПД снова поступает в брюшную полость пациента.

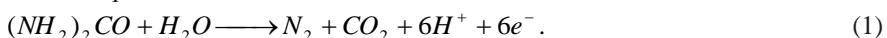
Транспортирование диализирующего раствора осуществляется только в экстракорпоральном контуре. Вначале раствор поступает в диализатор, где осуществляется перенос метаболитов и ультрафильтрата из РПД в диализирующий раствор. Затем отработанный диализат перемещается в контур регенерации диализирующего раствора.

Контур регенерации диализата (рисунок 2) состоит из двух сорбционных колонок (модулей пред- и доочистки) и электролизёра.

Вначале диализирующий раствор поступает в модуль предочистки. Сорбционная колонка поглощает такие метаболиты как мочевая кислота, билирубин, креатинин и т.д. Поскольку сорбенты при нормальных условиях обладают низкой поглощающей способностью по мочевине (активированный уголь может эффективно элиминировать мочевину только в условиях холодного диализа [14, 15]), следующим этапом регенерации диализирующего раствора является электрохимическое разложение мочевины в электролизёре.

Процессы разложения органических метаболитов в растворе могут быть описаны следующими выражениями [16].

Основной анодной реакцией является разложение мочевины:



Протекание анодных процессов окисления органических компонентов отработанного диализата сопряжено с разрядом хлор-ионов с образованием хлора



а так же с выделением кислорода



Основной катодной реакцией является выделение водорода



и незначительное восстановление в диализате мочевины и других органических соединений, следствием чего является появление в растворе аммиака.

Появление в растворе свободного хлора сопряжено с его гидролизом и

образованием гипохлорита (ОСІ[–]), который в ходе последовательных реакций в присутствии натрия образует гипохлорит натрия (NaOCl):



В диализате также протекает химическое взаимодействие мочевины и гипохлорит-иона по реакции:



Однако скорость этой реакции на порядок ниже скорости электрохимического окисления мочевины.

Из выражения (1) видно, что окисление мочевины сопровождается выделением азота, диоксида углерода и воды. В ходе электрохимического окисления отработанного диализата в электролизере образуются также побочные продукты электролиза (реакции (2), (5)): хлор, гипохлорит (результат разложения солей диализирующего раствора) и т.п. Электрохимически обработанный диализат поступает в модуль доочистки. Дополнительно очищение диализата с использованием сорбентов возникает в связи с необходимостью обеспечения соответствия очищенного диализата медико-техническим требованиям по составу и концентрации компонентов.

При разработке электролизёра были использованы титан–платиновые электроды, полученные металлургическим способом – методом взрывной контактной сварки с последующим прокатом.

Представленный комбинированный метод искусственного очищения позволяет эффективно удалять из отработанного РПД в процессе диализа продукты жизнедеятельности пациента.

Библиографический список

1. Земченков А.Ю., Герасимчук Р.П., Костылева Т.Г., Виноградова Л.Ю., Земченкова И.Г. Жизнь с хроническим заболеванием почек. — СПб., 2008, с. 56 – 57 .
2. Moran J, Kraus M. Starting a home hemodialysis program. *Semin Dial* 2007; 20: 35–39
3. Blagg CR. Home haemodialysis: ‘home, home, sweet, sweet home!’. *Nephrology (Carlton)* 2005; 10: 206–214.
4. Claudio Ronco, Luciano Fecondini. The Vicenza Wearable Artificial Kidney for Peritoneal Dialysis (ViWAK PD). *Blood Purification*, 2007; 25:383–388.

5. Victor Gura, Edmond Rambod. Wearable Continuous Renal Replacement Therapy Device. US Patent № 7,896,829 B2, Mar. 1, 2011.
6. Andrew Davenport, Victor Gura, Claudio Ronco, Masoud Beizai, Carlos Ezon, Edmond Rambod. A wearable haemodialysis device for patients with end-stage renal failure: a pilot study. *Lancet*, 2007; 370: 2005–10
7. N.J. Ofsthun, A.K. Stennett. An Integrated Membrane/Sorbent PD Approach to a Wearable Artificial Kidney. *IFMBE Proceedings*, Vol. 25, №7, pp. 729–732, 2009.
8. Andrew Davenport, Victor Gura, Claudio Ronco, Masoud Beizai, Carlos Ezon, Edmond Rambod. A wearable haemodialysis device for patients with end-stage renal failure: a pilot study. *Lancet*, 2007; 370: 2005–10.
9. Wojciech Simka, Jerzy Piotrowski, Ginter Nawrat. Influence of anode material on electrochemical decomposition of urea. *Electrochimica Acta*, 52: 5696 – 5703, 2006.
10. Wei Yan, Dang Wang, Gerardine G. Botte. Electrochemical decomposition of urea with Ni-based catalysts. *Applied Catalysis B: Environmental* 127 (2012) 221– 226
11. Alexander Thomas Miller, Brian Lloyd Hassler, Gerardine G. Botte. Rhodium electrodeposition on nickel electrodes used for urea electrolysis. *J Appl Electrochem* (2012) 42:925-934
12. Gongming Wang, Yichuan Ling, Xihong Lu, Hanyu Wang, Fang Qian, Yexiang Tong, Yat Li. Solar driven hydrogen releasing from urea and human urine. *Energy & Environmental Science*, 2012, 5, 8215–8219
13. Jungwon Kim, Won Joon K. Choi, Jina Choi, Michael R. Hoffmann, Huynwoong Park. Electrolysis of urea and urine for solar hydrogen. *Catalysis Today* 199 (2013) 2–7
14. Ji Hyun Kim, Jeong Chul Kim, Jin-Hee Moon, Joong Yull Park, Kyoung Kap Lee, Eungtaek Kang, Hee Chan Kim, Byoung Goo Min, Claudio Ronco. Development of a Cold Dialysate Regeneration System for Home Hemodialysis. *Blood Purification* 2009; 28:84–92.
15. Ki Moo Lim, Ji Hyun Kim, Eun Bo Shim. Mathematical Analysis of the Long-Term Efficacy of Daily Home Hemodialysis Therapy with a Cold Dialysate Regeneration System. *Blood Purification* 2009; 29:27–34.
16. V. M. Grinval'd, G. M. Leshchinskii, V. V. Rodin, S. I. Strelkov, A. A. Yakovleva. Development and testing of Unit for Electrochemical Oxidation of Products of Hemodialysis. *Biomedical Engineering*, Vol. 37, No. 2, 2003, pp. 67 – 72.

APPARATUS FOR PERITONEAL DIALYSIS WITH DIALYSATE REGENERATION SYSTEM

Bazaev N.A., Grinvald V.M., Putrya B.M., Selishchev S.V.

National Research University of Electronic Technology

e-mail: PutryaBM@gmail.com

In modern artificial kidneys health-improving effect is attained during one-time using of dialysate (without regeneration), which is poured into canalization after interaction with human blood. 150 liters of dialysate are spent on one procedure of hemodialysis which restricts patient's habit of life. Peritoneal dialysis is used for chronic kidney disease treatment along with hemodialysis. During peritoneal dialysis patient's peritoneum serves as a dialyzer semipermeable membrane. Hemodialysis with dialysate regeneration system is an alternative blood purification method. Dialysate regeneration provides new opportunities for modern clinical blood purification, improves biocompatibility of procedure and reduces amount of used dialysate by 20 – 30 times. Development of space-saving peritoneal dialysis system with intracorporeal (within peritoneal cavity) and extracorporeal (through regeneration system) solution circulation circuits allows constructing of portable wearable artificial kidney. In the work a wearable artificial kidney on the basis of peritoneal dialysis with combination of methods of dialysis regeneration is disclosed.

УСТАНОВКА ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ КРОВИ ULT-5 НА ОСНОВЕ ПРОГРАММИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ НА КРИСТАЛЛЕ

Урлапов О.В., Черторийский А.А., Шорин А.А.

Ульяновский филиал института радиотехники и электронике им. В.А.Котельникова РАН

o.urlapov@gmail.com, a-tchertor@yandex.ru, anshant@yandex.ru

Внутривенное лазерное облучение крови (ВЛОК) - современный физиотерапевтический метод, который оказывает выраженное противовоспалительное действие, улучшает микроциркуляцию в тканях и улучшает их насыщение кислородом.

Эффективность ВЛОК доказана для целого ряда заболеваний. В акушерстве и гинекологии лазерная терапия широко применяется в лечении осложнений гнойно-септического характера. ВЛОК применяется при гипертонической и ишемической болезнях, инфаркте миокарда и других заболеваниях. В случае наличие тромбов нижних конечностей под влиянием ВЛОК улучшается микроциркуляция, расширяются сосуды. ВЛОК показал свою эффективность, при заболеваниях желудочно-кишечного тракта при язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, острой кишечной

непроходимости, вирусном гепатите, остром и хроническом холецистите и панкреатитах, циррозе печени. Широко применяется ВЛОК в лечении неврологических заболеваний. В случае ишемического поражения головного мозга за счет использования ВЛОК снижается смертность в 1,5-2 раза. Применяется ВЛОК и в лечение больных бронхиальной астмой. Еще одно применение ВЛОК - анестезиология, предотвращая стресс пациента связанный с операцией, состояние наркоза протекает более гладко и существенно сокращается время послеоперационного восстановления [1]. Противопоказания ВЛОК в клинической практике: пеллагра, фотодерматозы, повышенная чувствительность к солнечным лучам, гипогликемия, гемолитическая анемия, геморрагический инсульт, почечная недостаточность, гемобластозы в терминальной стадии, крайне тяжелые септические состояния, выраженная артериальная гипотония, гипокоагуляционный синдром и застойная кардиомиопатия [2].

Ульяновским филиалом ИРЭ им В.А. Котельникова РАН был разработан ряд приборов для ВЛОК, в состав программного обеспечения которых заложены широкие возможности по выбору параметров процедуры облучения [3]. Одной из отличительных особенностей приборов является использование в их составе пульсоксиметра. Наличие пульсоксиметра, осуществляющего выделение пульсовой волны и измерение насыщенности крови кислородом, позволяет реализовать режим привязки мощности облучения к сердечному ритму пациента, а также отслеживать состояние пациента во время проведения процедуры ВЛОК. В течение 10 лет приборы проходили апробацию в ряде медицинских учреждениях г. Ульяновска, где получили положительные отзывы. Научно-исследовательская направленность данных приборов несколько усложняет их использование в медицинских учреждениях рядовым персоналом. В связи с этим, а также исходя из опыта эксплуатации приборов и отзывов медработников, начата разработка нового варианта прибора – ULT 5. Основными задачами при разработке прибора являлись упрощение его эксплуатации, повышение надежности конструкции и снижение себестоимости при сохранении функциональных возможностей. Структурная схема прибора приведена на рис. 1.

Новый вариант прибора состоит из следующих функциональных элементов: блока управления, датчика пульса, сменных излучателей, дисплея и емкостной клавиатуры. Основу блока управления прибора составляет микросхема PSOC 5LP, реализующая принцип программирования системы на кристалле. В состав микросхемы входят микроконтроллер на основе ядра Cortex - M3 с аналоговой частью и элементами ПЛИС. Важной особенностью такой системы является то, что можно построить аналоговые элементы схемы, используя внутреннюю структуру микросхемы, программно настраивая и управляя нужными элементами, представленными в графическом виде в программном пакете Creator. Такой подход позволяет полностью избавиться от какой-либо внешней аналоговой периферии (за исключением схем питания и тактирования) и гибко, программными способами изменять алгоритм работы прибора.

Особенность использования медицинской аппаратуры требует проведения периодической обработки поверхности корпуса дезинфицирующими средствами. В связи с этим корпус прибора должен быть по возможности герметичным. С учетом данного требования при разработке прибора решено вместо обычных механических кнопок использовать сенсорную панель. Принцип работы кнопок сенсорной панели основан на измерении емкости и последующей интерпретации полученных результатов. Испытания сенсорной кнопочной панели показали, что она чувствительна к прикосновениям пользователя даже в резиновой медицинской перчатке, что заметно упрощает работу с установкой и увеличивает срок ее службы.

В приборе предусмотрено многострочное меню, позволяющее гибко изменять режимы работы прибора. При этом все команды и пункты меню отображаются на дисплее. В качестве дисплея используется жидкокристаллический четырехстрочный знакосинтезирующий индикатор. Пункты меню позволяют

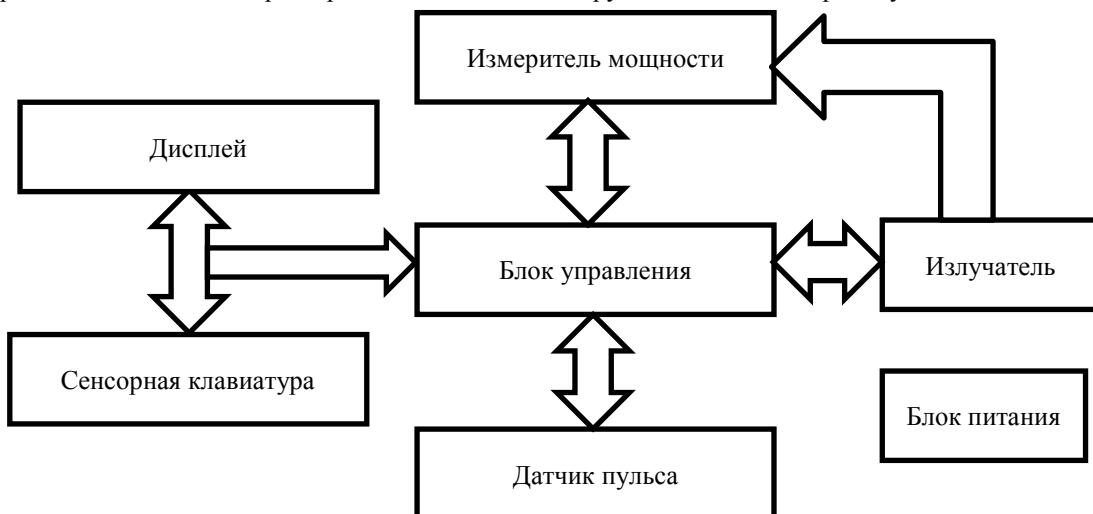


Рис.1 Структурная схема прибора ULT-5

настраивать такие режимы, как мощность облучения, длительность процедуры, тип используемого для процедуры лазера, а также ряд других служебных функций. В качестве излучателей предусмотрено использование лазерных диодов с тремя основными длинами волн: 650 нм (красный), 530 нм (зеленый) и 410 (синий). Именно данные длины волн излучения применяются чаще всего в медицинской практике ВЛОК.

Важная особенность прибора – это возможность синхронизации мощности излучения лазера с пульсовой волной пациента. Для реализации данного режима совместно с прибором предусмотрено использование стандартного датчика от пульсоксиметра. Принцип синхронизации заключается в следующем: электрический сигнал, соответствующий пульсовой волне пациента, с датчика пульсоксиметра передается на вход трансизмпедансного усилителя, входящего в состав системы на кристалле. Затем с помощью демодулятора и компаратора выделяются моменты начала и окончания пульсовой волны. В момент начала пульсовой волны мощность излучения лазера увеличивается, а в момент окончания пульсовой волны мощность оптического излучения возвращается к исходному значению. Глубина модуляции мощности может устанавливаться через меню прибора.

Для подведения излучения к пациенту существуют специальные одноразовые световоды с иглами КИВЛ-01. Перед началом процедуры ВЛОК необходимо установить заданную мощность излучения на выходе одноразового световода. Для этого предусмотрен режим «Измерение мощности», выбираемый в меню прибора. Следуя указаниям на индикаторе необходимо установить иглу световода (не снимая защитный колпачок с иглы) в разъем измерителя мощности и запустить процесс измерения. При этом происходит плавное увеличение мощности излучения. И при достижении заданного значения мощности на выходе световода в памяти прибора сохраняется соответствующий данной мощности ток через излучатель. В результате, при последующем размещении световода в вене пациента и начале процедуры мы получаем на выходе световода необходимую мощность излучения.

В настоящее время ведутся испытания действующего макета прибора. Работы проводятся при поддержке «Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» по программе У.М.Н.И.К.

Библиографический список

1. Москвин, С.В. Основы лазерной терапии / С.В. Москвин, Буйлин В.А. - Тверь, ООО «Издательство «Триада», 2006. - 256 с.
2. Гейниц, А.В. Внутривенное лазерное облучение крови / А.В. Гейниц, С.В. Москвин, Г.А. Азизов. – М.; Тверь: Триада, 2008. – 144 с.
3. Сергеев, В.А. Установка для низкоинтенсивной светотерапии крови / В.А. Сергеев, А.А. Черторийский, А.А. Широков и др. // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника.-№ 5.-2008.-С. 29

UNIT ULT-5 FOR LASER BLOOD THERAPY WITH PROGRAMMABLE SYSTEM-ON-CHIP

Urlapov O.V., Chertoriiski A.A., Shorin A.A.

Ulyanovsk branch of Institute of radio engineering and electronics of the name of V.A. Kotelnikov RAS
0.urlapov@gmail.com, a-tchertor@yandex.ru, anshant@yandex.ru

Intravenous laser irradiation of blood (ILIB) - modern physiotherapeutic method that has a pronounced anti-inflammatory action, improves microcirculation in the tissues and improves oxygen saturation. The Ulyanovsk branch of the IRE of the name of VA Kotelnikov RAS has developed a few instruments for ILIB, the software which contains a wide variety of parameters of radiation procedures.

ОБОБЩЕННАЯ СТРУКТУРА КОНТУРА САМОДИАГНОСТИКИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРЕНАЖЕРАХ ДЫХАТЕЛЬНОЙ МУСКУЛАТУРЫ

Ивахно Н.В.

ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет», natalia_iv@list.ru

Известно, что в последние десятилетия отмечается рост заболеваемости хроническим обструктивным бронхитом и бронхиальной астмой, а сердечно-сосудистые заболевания остаются на сегодняшний день ведущей причиной смертности во всем мире. Одной из первостепенных задач отечественного и мирового здравоохранения является поиск эффективных немедикаментозных методов лечения заболеваний дыхательной системы, а также восстановления пациентов, перенесших инфаркт миокарда [1]. Поэтому возрастает значимость реабилитационных программ, компонентом которых являются дыхательные упражнения, реализуемые с помощью специальной аппаратуры - дыхательных тренажеров (ДТ) [2]. Проведенные специалистами-медиками исследования сыграли значительную роль в определении показаний к применению ДТ, методов их использования в огромном разнообразии практических ситуаций. Однако, сама аппаратура

рассмотрена ими только описательно. Существующие модели ДТ не в полной мере обеспечивают настройку режимов функционирования в зависимости от типа заболеваний пациента и возможных областей применения. Также не обеспечивают формирование оптимальной нагрузки при корректирующем воздействии на дыхательную и сердечно-сосудистую систему на основании анализа параметров биотехнической системы «ДТ-пациент». Совершенствование дыхательных тренажеров, обеспечение всего разнообразия областей применения в медицине с соответствующими характеристиками, потребовало проведение анализа медицинских и технических требований, отыскания общих закономерностей построения аппаратуры такого типа, а также решения задачи целесообразного распределения функциональных возможностей тренажеров при различных медицинских показаниях и обеспечении безопасности корректирующих воздействия на организм пациента.

Установлено, что безрезультатная остановка в каком-либо фрагменте алгоритма обработки данных и управления может привести либо к остановке всего алгоритма в целом, либо к значительному искажению содержания и темпов выдачи результатов исследования дыхания, что нарушает условия функционирования тренажеров и может привести к негативным воздействиям на пациента.

Оценка надежности выполнения функций, реализуемых алгоритмом управления, позволяет выработать общие критерии для сравнения различных способов повышения надежности, основанных на использовании структурной, временной, информационной, функциональной и алгоритмической избыточности, применительно ко всем возможным причинам нарушения процесса управления.

В процессе работы с ДТ одним из основных блоков [3,4] является подсистема самодиагностики, реализуемая аппаратно-программными методами, которая должна обеспечивать своевременную оценку и корректировку работы основных составляющих блоков тренажера, отказоустойчивость функционирования, с сохранением и восстановлением способности к выполнению основных функций в требуемом объеме в течение заданной наработки при наличии определенного количества отказов, что обеспечивает исключение возможности появления баротравмы пациента и негативного воздействия на дыхательную систему [5].

Разработанная модель процесса диагностирования, определяющая необходимое и достаточное условие для оценки текущего технического состояния элементов или подсистем образца (без учета ошибок различного рода), в общем виде записывается как

$$\sum_{z=1}^k \sum_{i=1}^N p(c_i) \sum_{j=1}^m p(\Delta y_j / c_i) \log \frac{p(c_i) p(c_i / \Delta y_j)}{p(c_i)} = - \sum_{i=1}^N p(c_i) \log p(c_i), \quad (1)$$

где $p(c_i)$ – априорная вероятность появления c_i -го состояния объекта ($i = \overline{1, N}$); N – число возможных состояний; $p(\Delta y_j / c_i)$ – вероятность появления значения параметра в Δy_j -ом интервале при условии, что объект находится в c_i -ом состоянии. k – число точек съема диагностической информации; m – число диагностических подинтервалов возможных значений параметра y ; $p(c_i / \Delta y_j)$ – вероятность нахождения объекта в c_i состоянии при условии, что параметр y принял одно из значений интервала Δy_j .

В частном случае, когда условие (1) выполняется, т.е. полученная информация I_k полностью снимает априори существовавшую неопределенность $H(c)$ (на практике это соответствует условиям, когда отказы явные или по всем неисправностям имеется полная исходная диагностическая информация $H(c) = I_k$), задача диагностирования будет решена однозначно. Однако в общем случае, когда $I_k < H(c)$, в результате обработки информации, «снимаемой» с соответствующих точек, локализованная область блоков будет включать, кроме отказавших, и исправные элементы. Следовательно, решить задачу оценки реального технического состояния и определения области отказа без дополнительных проверок элементов структуры объекта технического диагностирования (ОТД) с возможной разборкой отдельных подсистем не представляется возможным. В этом случае выход состоит в последовательном поэтапном снятии неопределенности состояния отказавшего объекта [5]. Для этого разработана структурно-логическая схема процесса выработки решения на проведение контрольно-проверочных операций с использованием диагностической информации, оценку количества которой формализует разработанная модель. Результаты практической реализации модели при разработке диагностических структур подсистем интеллектуальных тренажеров дыхательной мускулатуры показывают, что построенная модель адекватно и с контролируемой точностью отображает информационную сущность процесса диагностирования. Структурно блок самодиагностики представлен на рис.1

Импульсный усилитель построен по мостовой схеме на полевых транзисторах, его питание осуществляется через датчик тока, который совместно с датчиком температуры, установленным на корпусе электродвигателя, обеспечивают защиту двигателя от перегрузки и перегрева и позволяют экстраполировать его отказ.

Блок управления (БУ) формирует ШИМ сигнал на управление двигателем, который приводит в движение дроссельную заслонку для реализации разных режимов функционирования дыхательных тренажеров. К дроссельной заслонке для определения текущего угла и скорости ее перемещения подключен синусно-косинусный вращающийся трансформатор (СКВТ), текущие значения $\sin \alpha$ и $\cos \alpha$ которого, промодулированные $\sin \omega t$, поступают на АЦП ВТ, его функции в цифровом виде выполняет БУ, где происходит выделение значения угла α дроссельной заслонки и величины скорости перемещения.

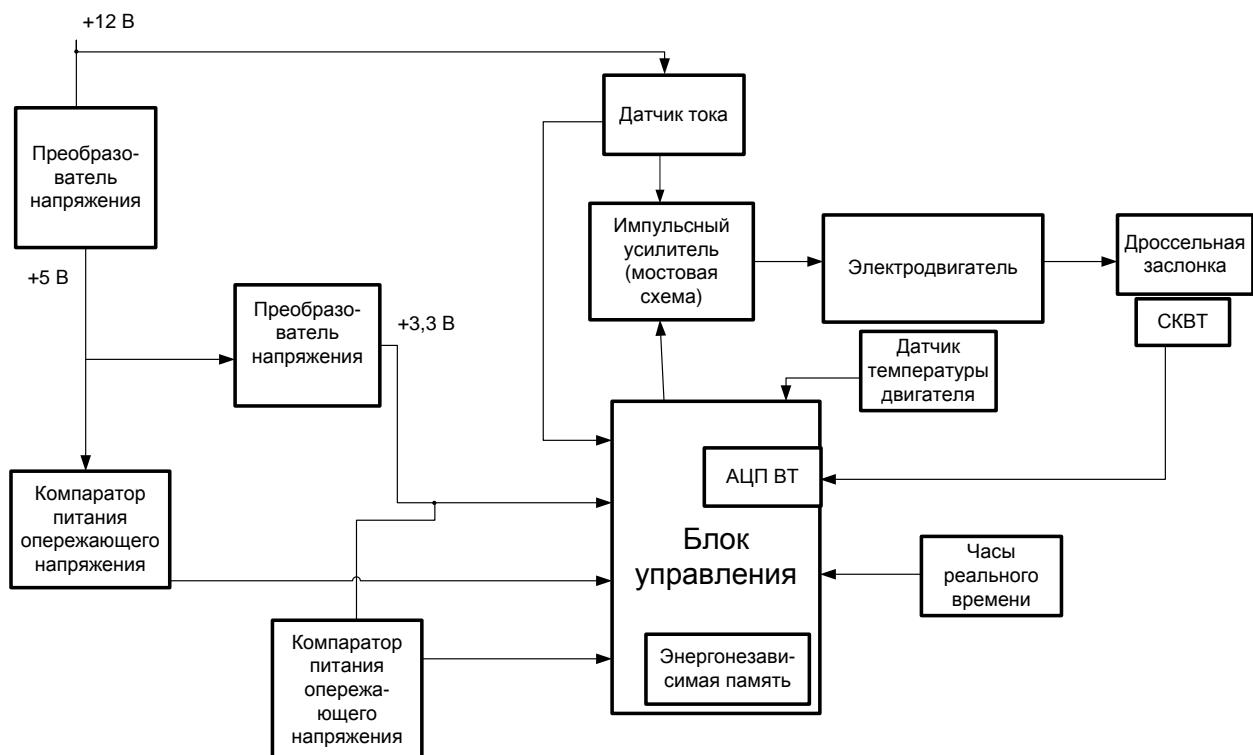


Рис. 1 - Обобщенная структурная схема блока самодиагностики.

Блок оценки питания опережающего оповещения, в состав которого входит компаратор, настроенный на предельное минимальное питающее напряжение, заблаговременно оповещает блок управления о сбое первичного электропитания, что позволяет в энергонезависимой памяти сохранить текущие данные о положении дроссельной заслонки a , ω , величины ШИМ, значения давления с датчиков, значение энергонезависимого таймера. При срабатывании блока оповещения кратковременного снижения питания БУ ниже уровня требующего питающего напряжения в течение 1 мс произойдет перезагрузка БУ и восстановление текущих значений a , ω , величины ШИМ, значения давления с датчиков. Если значение энергонезависимого таймера будет превышать заданный порог ($> 1\text{c}$), то БУ будет выполнять циклограмму работы с исходного состояния.

Подход к построению такой системы реализуется алгоритмическими и аппаратными методами, использующими для достижения поставленной цели функционирования различные комплексы управляющих воздействий и управляемых переменных системы, а также процедуры целенаправленного изменения (реконфигурации) алгоритма управления в процессе накопления нарушений. В свою очередь, формирование алгоритмов управления с заданной степенью отказоустойчивости требует решения целого комплекса задач, связанных с необходимостью учета разнообразных типов отказов в условиях высокой степени неопределенности условий функционирования и характеристик надежности и, кроме того, обусловленных многообразием форм и способов дыхания человека [5].

Проведение исследований в области построения систем самодиагностики различных биотехнических комплексов является актуальной научной и инженерной задачей, решение которой предлагается осуществить за счет программной, алгоритмической и аппаратной автоматической коррекции. Применение рассмотренной структуры в аппаратуре тренажерного воздействия на дыхательную систему пациента позволяет повысить отказоустойчивость, исключить возможность баротравмы пациента и обеспечить быстрое восстановление системы при возникновении кратковременных возмущающих воздействий.

Библиографический список

1. Федоров С.Ю., Цкипури Ю.И., Хадарцев В.А. Тренировка дыхательной аппаратуры // Вестник новых медицинских технологий. Тула – 2009 – Т. XVI, № 2 – С.154 -156.
2. Колесникова Е.А. Эффективность тренировок дыхательной мускулатуры в комплексной терапии больных инфарктом миокарда в остром периоде и на различных этапах реабилитации. Автореферат дис-и на соискание степени канд. мед. наук, Москва, 2009 г.
3. Ивахно Н.В., Меркулова О.В. Дыхательный тренажер. Пат. РФ № 115668 от 20.09.2011 г.
4. Ивахно Н.В. Использование сглаживающих сплайнов при обработке сигналов биотехнической системы «тренажер дыхательной мускулатуры - пациент». //Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2013. № 11. С. 98-101.

5. ГОСТ 20911-89 Техническая диагностика. Термины и определения.

**GENERALIZED STRUCTURE CIRCUIT DIAGNOSIS IN INTELLIGENCE TRAINER
RESPIRATORY MUSCLES**

Ivakhno N.V.

Tula State Univirsity , natalia_iv@list.ru

The principle of building blocks self breathing simulators, based on a combination of software, hardware and algorithmic correction of possible failures or improper operation. A mathematical model of the process of diagnosis, determining the necessary and sufficient condition to assess the current state of technical elements or subsystems airway simulators.

**БИОТЕХНИЧЕСКИЙ СКАНЕР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА СОДЕРЖАНИЯ
СВОБОДНОЙ ВОДЫ В БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТКАНИ**

Смолин В.А.

Смоленский филиал «Национального Исследовательского Университета «МЭИ», smolin.vofka@yandex.ru

Вода обеспечивает всасывание и механическое передвижение питательных веществ, продуктов обмена в организме, является прекрасным растворителем. Вода, участвуя в процессах набухания, осмоса и др., создает определенную величину онкотического давления в крови и тканях. Высокие теплоемкость, теплопроводность и удельная теплота испарения воды способствуют поддержанию температуры у теплокровных животных. Являясь высокополярным соединением, вода вызывает диссоциацию электролитов, принимает непосредственное участие в гидролитическом распаде веществ, реакциях гидратации и во многих других физико-химических процессах.

Органы и ткани живого организма в зависимости от структуры и функционального состояния могут содержать от 50 до 95 процентов воды. Вода в живом организме содержится в двух видах: свободная (жидкоплавленная) вода и связанная (структурированная) вода. Связанная вода образует прочные связи с органическими молекулами. Свободная вода подвижна, ее количество может заметно изменяться в зависимости от функционального состояния организма и определяет степень гидратации тканей.

В реальной клинической практике существующие технические возможности определения степени гидратации биологических объектов ограничены и практически не применяются, любые заключения о причинах смерти из-за отека не являются достаточно и количественно обоснованы. Создание прибора, который позволял бы быстро, просто, точно определять степень гидратации биологических тканей, полученных при патологоанатомических и судебно-медицинских вскрытиях, а также при гистофизиологических исследованиях лекарственных препаратов, направленных на уменьшение степени гидратации тканей, весьма актуально. Предлагаемый подход продолжает изыскания проекта РФФИ №94-04-13544 и №96-04-50991.

Целью работы является: разработка и доказательство работоспособности способа определения степени гидратации биологических тканей на основе эффекта изменения объема системы биологическая ткань – этанол в процессе их взаимодействия; изучение содержания свободной воды (степени гидратации) в плотных и жидких образцах биологических тканей организма, без разрушения анатомической структуры последних, в норме и при различных патологиях.

Из органической химии известен следующий факт: "При смешивании спирта с водой происходит уменьшение общего объема: так, как при смешивании 52 объемов спирта и 48 объемов воды получается не 100, а 96,3 объема разбавленного спирта" [1]. По Ромейсу [2], "фикссирующее действие спирта основано, прежде всего, на отнятии воды. ...химическое строение белков нарушается спиртом минимально".

Таким образом, при погружении кусочка органа, изолированного из организма, в спирт, последний будет отнимать воду из этого кусочка органа и проникать внутрь. При этом должен происходить эффект, описанный выше, т.е., вследствие смешивания спирта с водой, должно произойти уменьшение их общего объема и, следовательно, объема всей фиксирующей системы.

В 90-х годах XX века группа ученых, проведя ряд экспериментов [3], доказала, что при взаимодействии спирта и биологических тканей, происходит изменение объема фиксирующей системы, причем основное изменение происходит в течении первых 2-3 часов.

Обнаруженное явление использовано при создании измерительных приборов (рис. 1) для определения содержания свободной воды (степени гидратации) в плотных и жидких биологических тканях без их анатомического разрушения, действие которых основано на регистрации динамики изменения объема системы биологическая ткань – этанол в результате физико-химической реакции взаимной диффузии этанола в биологическую ткань и свободной воды из последней в этанол, вследствие чего формируется бинарная смесь вода – этанол, которая и дает нарушение аддитивности объема системы. Идеи этих изобретений были положены в основу разработки действующего макета прибора для определения содержания свободной воды

(степени гидратации) в жидким и плотных образцах биологических тканей, без разрушения последних, получившего рабочее наименование "Аквант

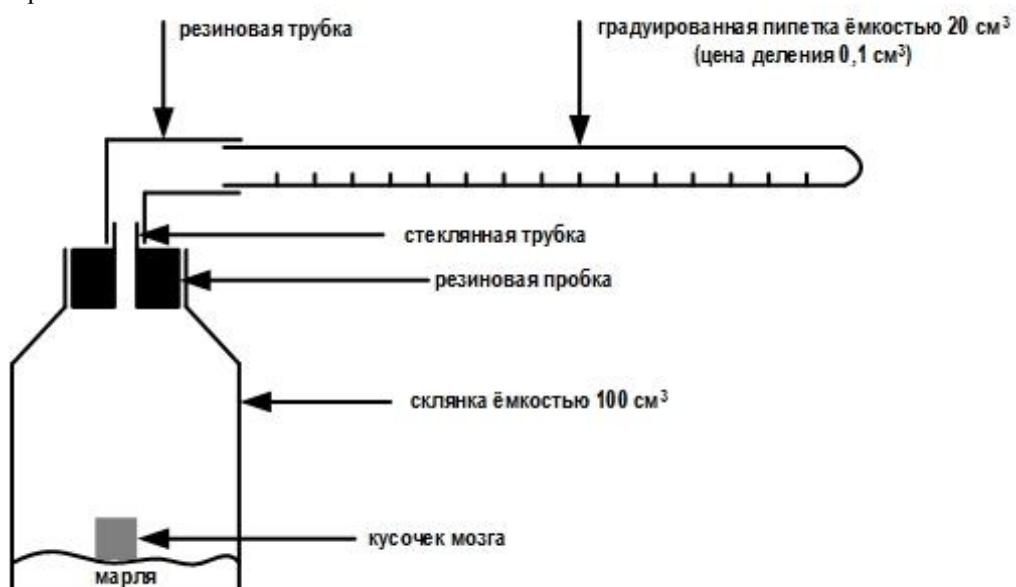


Рисунок 1 – Система для фиксации

".

Окончательного решения проблемы в указанных проектах получено не было, в связи с тем, что эти исследования были сопутствующими основному проекту и уводили проект от генерального направления. За прошедший период новых попыток решить эту проблему не предпринималось из-за технических трудностей, т.к. первоначально эту разработку вели медики без соответствующей инженерно-технической подготовки с эпизодическим привлечением инженеров и технологов (отсутствие финансирования).

В настоящее время было решено возобновить исследования и используя современное развитие техники создать сканер, который позволит в автоматическом режиме производить анализ всего организма человека для определения причины смерти при судебно-медицинских и патологоанатомических исследованиях, а также производить фармакологические исследования влияния разрабатываемых лекарственных препаратов, направленных на изменение гидратации органов.

Биотехнический сканер содержит в себе большое число реакторов (рис. 2), состоящих из металлического резервуара с герметично закрывающейся крышкой и дилатометрического емкостного датчика. Стандартные биологические образцы из разных органов и тканей трупа помещаются в реакторы. Затем в автоматическом режиме происходит герметизация реакторов, заполнение этанолом до определенного уровня и включение модуля регистрации изменения объемов системы образец биологической ткани – этанол. Для исключения влияния на результат измерения температуры окружающей среды применяется система терmostатирования.

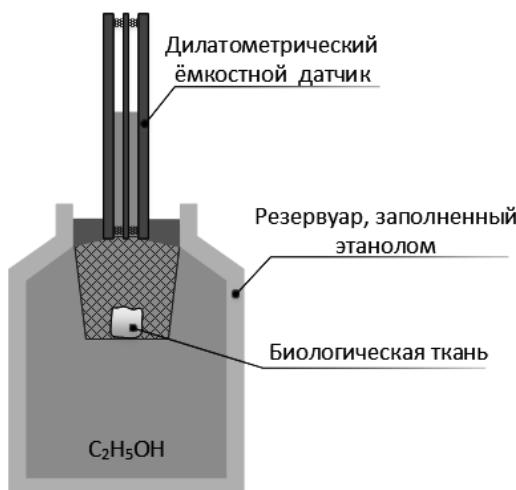


Рисунок 2 – Устройство реактора

Математическая модель реактора (рис. 3) показывает изменение электрической емкости дилатометрического датчика в зависимости от уровня этанола в нем. В ходе математического моделирования было показано, что изменение емкости такого датчика составляет десятки и сотни пикофарад, что, при

современном развитии техники, не составляет больших затруднений. При использовании схемы, разработанной Троицким, точность измерения будет достигать единиц пикофарад, что позволит с большой точностью определить количество свободной воды в исследуемом образце.

В ходе экспериментальных исследований смешения различного количества спирта с одинаковым объемом воды было показано, что изменение объема происходит на одну и ту же величину, вне зависимости от взятого объема спирта. Этот факт позволяет взять необходимое количество этанола, при котором биологическая ткань будет полностью погружена в спирт, что увеличит скорость реакции.

При добавлении к одинаковым объемам спирта различных объемов воды было показано, что зависимость уменьшения суммарного объема близка к линейной, что позволит автоматизировать процесс обработки получаемых данных.

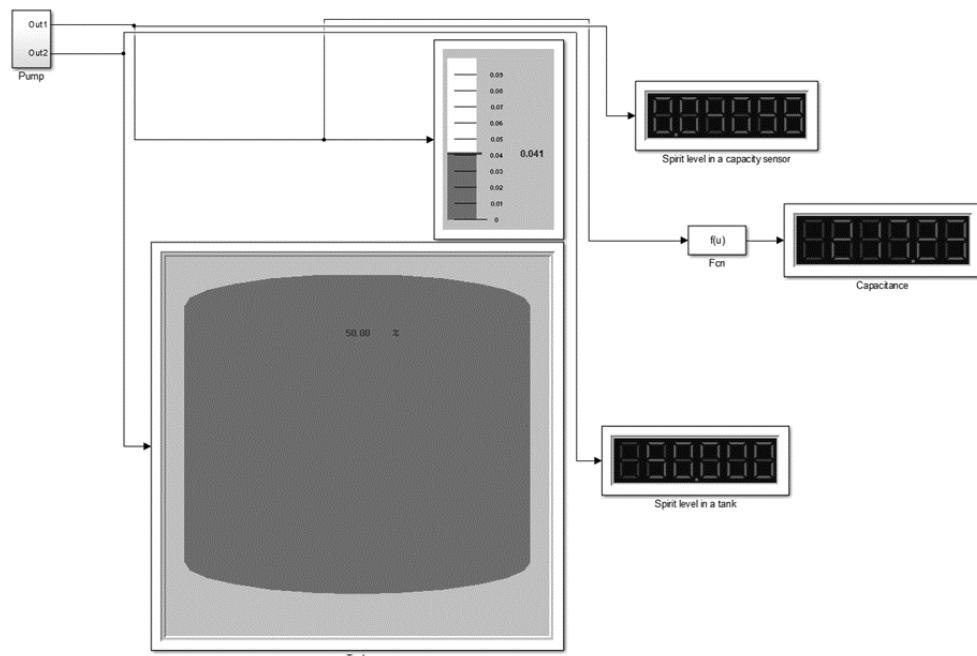


Рисунок 3 – Математическая модель реактора

Напряжение с емкостных датчиков подается на вход прецизионного 24-х разрядного аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Так как скорость проводимых измерений большого значения не имеет, использование аналогового мультиплексора, который последовательно подключает емкостные датчики к измерительному входу АЦП в значительной степени упрощает схему. Сигнал с АЦП подается на миниатюрный компьютер Raspberry Pi (RP), который обрабатывает полученные данные, строит необходимые диаграммы и выводит необходимую информацию на монитор или передает на персональный компьютер (ПК) для дальнейшей обработки и систематизации человеком.



Рисунок 4 – Функциональная схема биотехнического сканера

Представленный сканер позволит количественно изучить содержание свободной воды в различных органах человека в зависимости от различных заболеваний, что поможет судмедэкспертам с большой точностью, технически обоснованно делать заключения о причине смерти, а в фармакологических исследованиях получать точные данные о влиянии лекарственных препаратов, направленных на борьбу с гипергидратацией различных органов (отек мозга, отек легких, сердечная недостаточность).

Библиографический список

1. Степаненко, Б.Н. Курс органической химии. – М.: Высшая школа, 1966. – 552 с.

2. Ромейс, Б. Микроскопическая техника. пер. с нем.; под ред. И.И. Соколова. - М.: Иностранная литература, 1953. – 720 с.
3. Глотов, В.А. Геометрия биологического тканевого пространства // Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал. – Смоленск, СГМА. – 1997. – Т. 2. – Вып. 2. URL: <http://www.smolensk.ru/user/sgma/MMORPH/N-3-html/10.htm>.

**BIOTECHNICAL SCANNER TO DETERMINE THE AMOUNT OF CONTENT
OF FREE WATER IN BIOLOGICAL TISSUE**

Smolin V.A.

Smolensk branch of National Research University Moscow Power Engineering Institute, smolin.vofka@yandex.ru

This paper examines the scanner to determine the amount of content of free water in biological tissue body in norm and pathology, the principle of which is based on the use of the phenomenon of violations of additivity of the extent of the tissue sample - ethanol in their interaction. The scanner is a complex reactors, each of which defines the degree of hydration in a certain area of the body (tissue or organ). In the process of designing and mathematical modeling of individual elements of the scanner is fulfilled their optimal design and create a virtual model of the scanner for the subsequent physical realization of the products and their testing in clinical settings. The generated scanner will allow to solve important scientific and engineering task parallel determination of the degree of hydration of various biological tissues of the body in norm and pathology.



**МИКРОМАШИННЫЕ МИКРОПОТОЧНЫЕ КИБЕРНЕТИЧЕСКИЕ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ
КУЛЬТИВИРОВАНИЯ САМОРАЗВИВАЮЩИХСЯ И ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ ЭНДОТЕЛИАЛЬНЫХ
КАПИЛЛЯРНЫХ СЕТЕЙ IN VITRO: КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ
В САПР И СКМ**

Найдёнов Е.В.¹, Якименко И.В.¹, Глотов В.А.²

1 -Смоленский филиал «Национального исследовательского университета «МЭИ», nzettez@gmail.com

2 - Смоленская государственная медицинская академия Минздрава России, forssma@yandex.ru

В исследованиях ангиогенеза *in vitro* установлено, что эндотелиальные клетки при определенных условиях могут самопроизвольно организовываться в 3D капиллярные сети, которые при сопряжении с организованными в пространстве микропотоками питательной среды канализируются и приобретают способность к массопереносу. Гемодинамический фактор *in vivo* – играет решающую роль в развитии микрососудистых капиллярных сетей. Включение гидродинамического фактора в культуру эндотелиальных клеток и получение искусственных тканеподобных образований *in vitro* – сложнейшая научно-техническая задача [1].

Начиная с 90-х годов XX века крупнейшие лаборатории мира, занимающиеся проблемой эндотелия, включились в гонку, целью которой является достижение первенства в воспроизведении *in vitro* феномена функционирующих саморазвивающихся капиллярных сетей. Устойчивое воспроизведение этого феномена *in vitro* и расшифровка алгоритмов управления этим процессом – ключ к решению фундаментальной биологической проблемы клеточной и тканевой инженерии: созданию искусственных органов *in vitro*. Лаборатории ведущих исследовательских центров США, Кореи, Японии, Израиля и др. развернули работы по созданию микропоточных технологий, позволяющих получить тканеподобные биологические образования *in vitro* [2].

Целью работы является разработка микромашинных микропоточных кибернетических платформ для культивирования саморазвивающихся и функционирующих эндотелиальных капиллярных сетей *in vitro*, сопряжённых с микропотоками питательной среды, включающая: проектирование, моделирование, сборку и испытание экспериментального биологического реактора для воспроизведения в культуре эндотелиальных клеток *in vitro* феномена самопроизвольно развивающихся капиллярных сетей; изучение и поиск алгоритмов управления развитием капиллярных сетей *in vitro* путем введения в культуру факторов роста [3,8].

Процесс проектирования сложных устройств, состоящих из десятков отдельных функциональных узлов и модулей, имеющих гибкую систему управления в настоящее время не мыслим без предварительного компьютерного моделирования. Создание качественных компьютерных моделей (КМ) разрабатываемого объекта или системы позволяет заменить предварительные макетные испытания моделированием и сэкономить средства на разработку готового изделия. В настоящее время, инженеру-конструктору доступны самые различные методы создания КМ: функциональные электрические схемы в схемотехнических САПР, системные математические модели в системах компьютерной математики (СКМ), программирование и кодирование, 3D-проектирование [4].

В работе применяются следующие пакеты: Autodesk 3Ds Max для создания трёхмерных элементов корпуса и узлов устройства, а также анимации пошагового процесса функционирования аппаратной платформы в реальной среде; Matlab&Simulink – для разработки полной функциональной КМ устройства и кода

управления микропроцессорной СУ; Cadence OrCAD – КМ электрических схем узлов биологического реактора. СКМ Matlab&Simulink, являясь гибкой средой интеграции со схемотехнической САПР OrCAD, позволяет с учётом влияния силовых компонентов проводить анализ адекватности КМ в стационарных так и не в стационарных режимах. В настоящее время разработаны имитационные математические модели и принципиальные электрические схемы отдельных модулей экспериментального реактора для культивирования ЭК с применением систем математического моделирования и инженерного проектирования; в соответствии с постоянно усовершенствующимися техническими заданиями и техническими условиями, отработана оптимальная структура функциональных модулей реактора и систем управления; изготовлены модули, проведена сборка и испытания физической модели экспериментального реактора; проводятся биологические эксперименты по культивированию трёхмерных капиллярных сетей. На рис. 1 представлена КМ модель биореактора, выполненная в СКМ. Код управления каждого блока КМ сформирован с использованием алгоритмов нейронных сетей. Время расчёта КМ согласовывается со скоростью анимации Autodesk 3ds Max, в среде которой сформирована трёхмерная модель устройства, содержащая полный набор необходимых блоков (рис. 2). Благодаря совмещению двух КМ появляется возможность наглядно воспроизводить процессы, происходящие в биологической среде. Таким образом, ещё перед сборкой реальной установки, разработчик имеет комплект КМ, необходимый для тестирования и представления данных. Единая блок-структура биореактора, содержащая описание всех входящих в него узлов и систем представлена на рис. 3. При реализации, настоящее устройство будет обладать высокой автономностью, прочным герметичным корпусом, независимым электропитанием, системой автостерелизации и терmostатирования, системой технического зрения, выделенным защищённым радиоканалом для передачи данных и удалённого управления. В будущем аппаратная платформа биореактора будет оптимизирована и миниатюризована, габариты которой могут быть сходными с обычной книгой. Такие преимущества повышают мобильность реактора и позволяют проводить исследования в любых условиях. Эскиз макетного образца аппаратной платформы биореактора приведён на рис. 4. Развитие современной микроэлектроники, уникальные материалы и структуры, а также элементная база позволяют сегодня с минимальным количеством материальных затрат разработать такую аппаратную платформу [5, 6, 7].

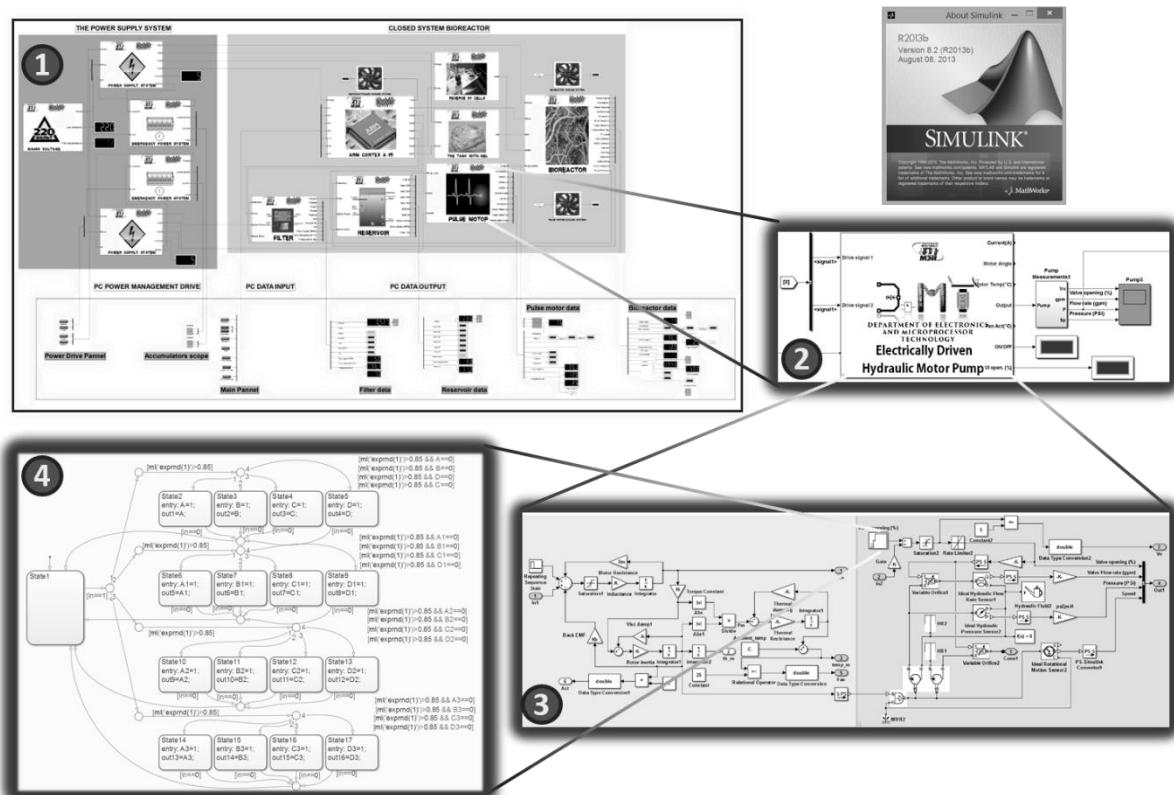


Рисунок 1 – Математическая модель биореактора

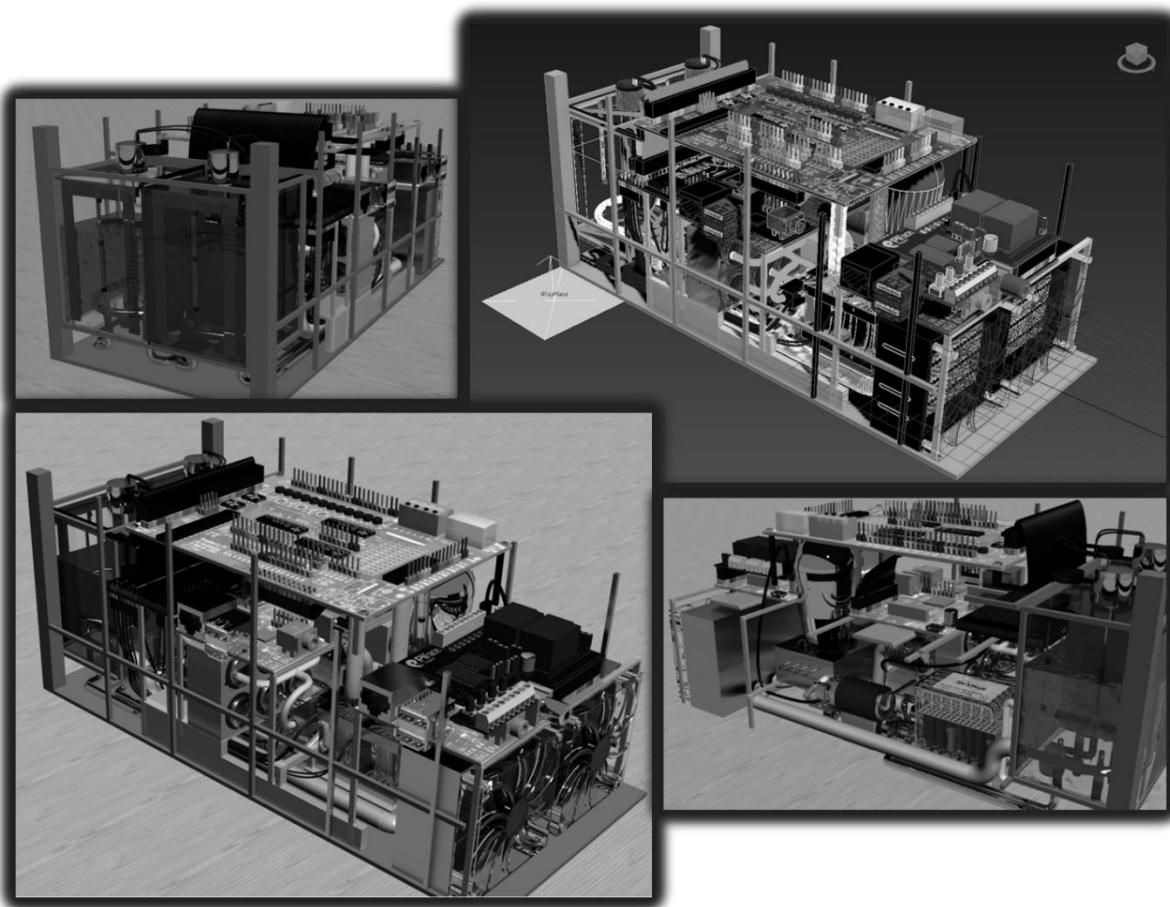


Рисунок 2 – Трёхмерная модель биореактора

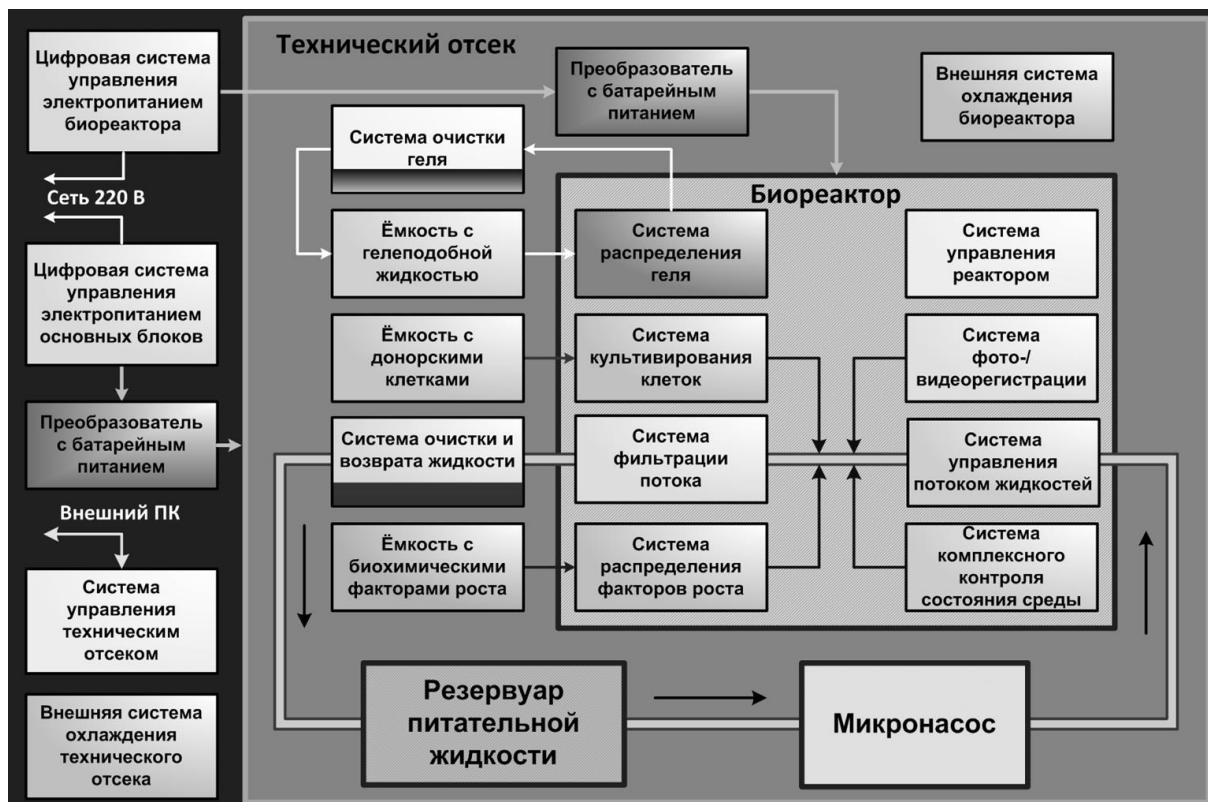


Рисунок 3 – Блок-структура биореактора

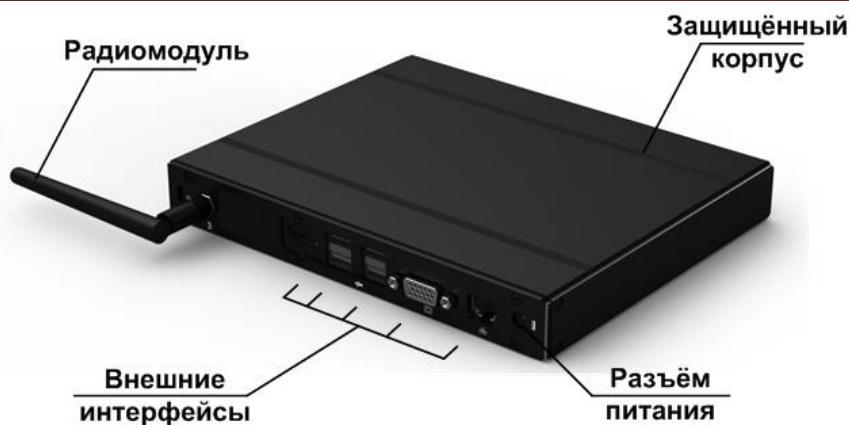


Рисунок 4 – Эскиз макетного исполнения аппаратной платформы биореактора

Постоянно развивающиеся техническая элементная база, системы компьютерного проектирования и моделирования позволяют с минимальными затратами средств разрабатывать совершенные кибернетические аппаратные платформы для проведения сложных исследований в области клеточной и тканевой инженерии эндотелия. Аппаратное культивирование саморазвивающихся эндотелиальных капиллярных сетей *in vitro* даст возможность перейти к созданию искусственных тканеподобных образований с заданными биологическими свойствами, что в перспективе приведёт к решению фундаментальной задачи современной биологии и медицины – созданию искусственных органов.

Предлагаемый подход создания тканеподобных образований с заданными биологическими свойствами на основе клеточной и тканевой инженерии эндотелиальных капиллярных сетей *in vitro* является новым научным направлением в области клеточной и тканевой инженерии.

Предлагаемый подход является научно-инженерным продолжением и развитием проектов РФФИ №94-04-13544 и №96-04-50991.

Библиографический список

- Глотов В.А. Тканеподобные образования с заданными биологическими свойствами на основе клеточной и тканевой инженерии *in vitro* эндотелиальных капиллярных сетей // Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии: Доклады 10-й межд.научн.-техн.конф. Книга 3. – Владимир: 2012. – С. 37-42.
- Глотов В.А., Найдёнов Е.В., Якименко И.В. От моделирования ангиогенеза IN VITRO к созданию искусственных биологических образований с заданными свойствами на основе технологии саморазвивающихся капиллярных сетей. Материалы, направленные на IV Съезд Российского общества патологоанатомов (Белгород, 4-7 июня 2013 г.) // Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал. – Т. 12. – Вып. 2. – Смоленск, СГМА. – 2013. – URL: <http://www.smolensk.ru/user/sgma/MMORPH/N-38-html/glotov/glotov.htm>
- Найдёнов Е.В., Андрейкин С.А., Прокофьева П.А., Якименко Ю.И. Клеточная и тканевая инженерия эндотелия IN VIVO и IN VITRO (инженерные подходы) // Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал. – Т. 12. – Вып. 2. – Смоленск, СГМА. – 2013. – URL: <http://www.smolensk.ru/user/sgma/MMORPH/N-38-html/naydenov/naydenov.htm>
- Найдёнов Е.В., Прокофьева П.А., Якименко Ю.И. Разработка универсальной архитектуры биореактора с цифровой системой управления на основе искусственного интеллекта // Материалы всероссийской научной интернет-конференции с международным участием «Современные системы искусственного интеллекта и их приложения в науке». – Казань, Сервис виртуальных конференций Pax Grid. – 2013 – с.94-97.
- Найдёнов Е.В. Система комплексного контроля параметров окружающей среды в технологическом процессе // Материалы международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные науки сегодня». – International Conference on Fundamental and applied sciences today Vol.1. – CreateSpace 4900 LaCross Road, North Charleston, SC, USA 29406 – 2013.– Р. 145–148.
- Найдёнов Е.В., Якименко И.В. Автоматическая система инъекции факторов роста // Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал. – Т. 12. – Вып. 4. – Смоленск, СГМА. – 2013. – URL: <http://www.smolensk.ru/user/sgma/MMORPH/N-40-html/naydenov/naydenov.htm>
- Найдёнов Е.В., Якименко И.В., Глотов В.А. Система распределения факторов роста биологического реактора с микропроцессорной системой управления // Материалы III международной научно-технической конференции «Энергетика, информатика, инновации – 2013» Т.1 – Смоленск: Издательство «Универсум», филиал НИУ МЭИ в г. Смоленске, 2013. – с. 474-477.
- Найдёнов Е.В. Разработка технической платформы многофункционального биологического реактора // Тезисы докладов XX Международной научно-технической конференции студентов и аспирантов «Радиоэлектроника, электротехника и энергетика». Т. 1. М.: Издательский дом МЭИ, 2014. – с. 215.

MICROMACHINES MICROFLOW CYBERNETIC PLATFORM FOR CULTIVATION SELF-DEVELOPING AND OPERATES ENDOTHELIAL CAPILLARY NETWORKS IN VITRO: COMPUTER DESIGN AND MODELING IN CAD AND SYSTEM COMPUTER MATHEMATIC

Naidyonov E.V.¹, Yakimenko I.V.¹, Glotov V.A.²

Smolensk Branch of the National Research University Moscow Power Engineering Institute¹, nzettez@gmail.com

Smolensk state medical academy², forssma@yandex.ru

Being developed micromachines microflow cybernetic platforms for the cultivation of self-developing and functioning endothelial capillary networks in vitro, coupled with microflow medium. In this paper, the following software packages System Works Computer Mathematics and professional circuit design CAD. Presented: a complete mathematical model, three-dimensional model, a block structural model of the hardware platform bioreactor sketch mock execution hardware platform bioreactor. Hardware cultivation of self-developing endothelial capillary networks in vitro will enable start creating artificial cloth-like formations with prescribed biological properties that in the future will lead to the solution of the fundamental problem of modern biology and medicine – creation of artificial organs.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕЛИНЕЙНЫХ ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ МЕТОДОМ Z-СКАНИРОВАНИЯ

Антаков М.А., Родионова Е.В., Савельев М.С.

Национальный исследовательский университет «МИЭТ», bmsmiet@mail.ru

Поиск и исследование эффективных ограничителей интенсивного лазерного излучения являются одной из основных проблем, возникших при широком использовании лазерной техники во все сферы науки и техники [1-3].

Ограничение интенсивности мощного лазерного излучения может быть достигнуто многими способами. На практике более удобны ограничители, в состав которых входят органические и неорганические материалы, затемняющиеся под действием мощного оптического излучения или резко усиливающие рассеяние проходящего излучения. В качестве материалов ограничителей обычно используются жидкостные растворы, полимерные блоки и пленки органических красителей и фуллеренов, а также растворы углеродных микро- и наночастиц и нанотрубок [4].

Одним из способов нахождения нелинейного показателя преломления и нелинейного коэффициента поглощения исследуемой нелинейной оптической среды является метод z-сканирования. Он основан на исследовании изменения интенсивности лазерного излучения при перемещении образца вдоль продольной оси пучка Z в области фокусирования падающего лазерного излучения. Данный метод получил широкое распространение в исследованиях по измерению нелинейных оптических свойств ограничителей интенсивного лазерного излучения, поскольку позволяет одновременно определить изменения нелинейного показателя преломления и нелинейного коэффициента поглощения.

В первую очередь это связано с простотой технической реализации, а также простотой интерпретации результатов. Тем не менее, необходимо отметить, что данный метод является чувствительным ко всем нелинейным оптическим явлениям, которые приводят к изменению результатов экспериментов по определению показателя преломления и/или коэффициента поглощения, так что определение данных показателей методом z-сканирования в общем случае (без применения специальных моделей для описания процесса взаимодействия излучения с веществом) невозможно [5].

Если полученные кривые зависимостей пропускания от положения образца будут выпуклыми, то нелинейный показатель преломления проходящего излучения отрицательный, в случае, если кривые вогнуты, то знак положительный.

Были исследованы нелинейно-оптические параметры растворов многослойных углеродных нанотрубок (МУНТ) в диметилформамиде (ДМФА) на основе метода z-сканирования, геометрия которого представлена на рис. 1.

Измерения проводились с использованием лазера ИАГ: Nd с генерацией второй гармоники на кристалле ADP на длине волны $\lambda = 532\text{ нм}$ с длительностью импульсов $\tau = 350\text{ пс}$. Толщина слоя рабочего вещества составляла 5 мм.

В отличии от стандартной схемы экспериментального измерения выходной характеристики ограничителя (зависимости энергии выходящего излучения от энергии падающего излучения) мощного лазерного излучения, которая требует использования лазера большой переменной мощности, более совершенная схема z-сканирования (рис.1) предусматривает использование фокусирующей линзы. Это позволяет применять лазеры с фиксированной и меньшей мощностью для определения коэффициента нелинейного поглощения [6].

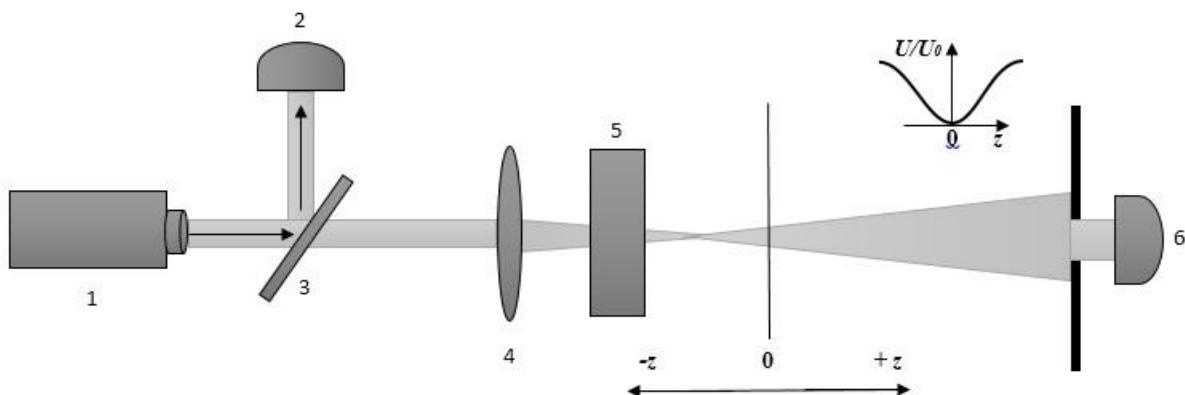


Рис.1. Экспериментальная геометрия метода Z-сканирования. 1 – источник лазерного излучения, 2 – датчик энергии U_0 входного импульса, 3 – светоотделительная пластина, 4 – линза, 5 – образец рабочего вещества ограничителя (кувейта с рабочим веществом), 6 – датчик энергии U выходного импульса, z – смещение образца относительно фокуса линзы.

При осуществлении измерений излучение лазера проходило через разделительное стекло, после чего лазерный пучок попадал на кремниевый фотодатчик для измерения интенсивности входного излучения. После прохождения разделительного стекла пучок фокусировался линзой над подвижным столиком, управляемым с помощью шагового двигателя, на котором располагалось исследуемое вещество в кювете. Далее излучение попадало на датчик, использовавшийся для измерения энергии выходного излучения. Отношение показателей двух датчиков характеризует пропускание кюветы с исследуемым веществом.

В предложенной схеме z-сканирования использовалась линза с фокусным расстоянием 100 мм, шагом перемещения кюветы с исследуемым веществом 2 мм. Измерения в каждой точке повторялись 20 раз, после чего вычислялось среднее арифметическое значение выходной энергии излучения.

По результатам z-сканирования были получены зависимости относительного пропускания растворов МУНТ в ДМФА (при 53% и 70% начальном пропускании образцов на длине волны 532 нм) от положения кюветы с раствором относительно фокуса линзы (рис.2 и рис.3).

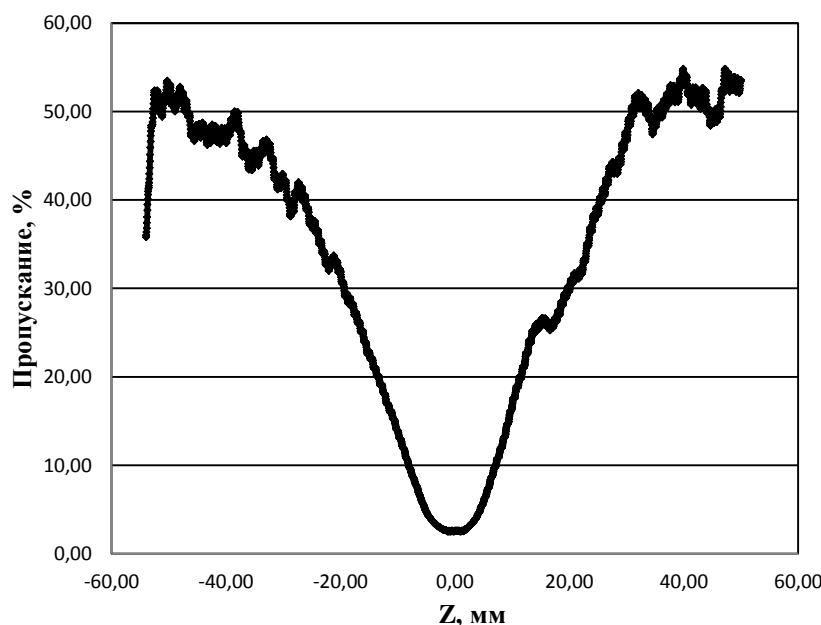


Рис.2. Рассчитанная зависимость относительного пропускания раствора МУНТ в ДМФА (53 %) от положения кюветы с раствором z .

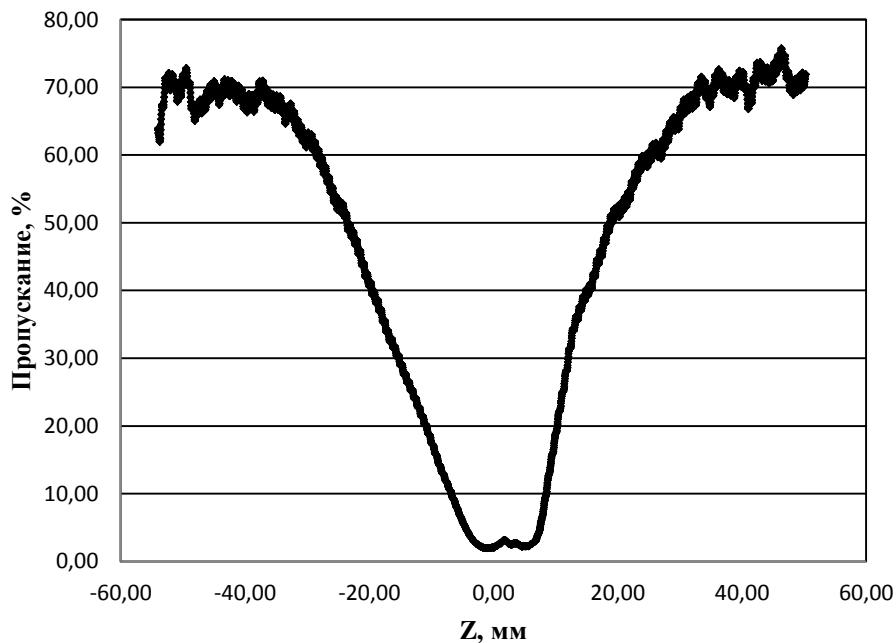


Рис.3. Рассчитанная зависимость относительного пропускания раствора МУНТ в ДМФА (70 %) от положения кюветы с раствором z .

Для данных растворов были определены нелинейные коэффициенты поглощения в точке $z = 0$, которые составили $\beta_1 = 52 \text{ см} \cdot \text{Вт}^{-1}$ и $\beta_2 = 69 \text{ см} \cdot \text{Вт}^{-1}$ [7].

Библиографический список

1. Федоров Б.Ф. Лазеры. Основы устройства и применения, Москва: ДОСААФ, 1988
2. Авдеев П.С., Березин Ю.Д., Волков В.В. Лазер в лечении стромальных заболеваний роговицы// Вестник офтальмологии, 1981
3. Степанов А.Г. Техника безопасности при эксплуатации лазерных установок, Киев: Техника, 1989
4. Т.Н. Копылова, А.П. Луговский, В.М. Подгаецкий, О.В. Пономарева, В.А. Светличный, "Ограничитель интенсивности лазерного излучения на основе полиметиновых красителей", Квант. электроника, 2006, 36 (3), 274–279.
5. Sheik-Bahae M., Stryland E.W. Z-Scan Measurements of Optical Nonlinearities
6. Терещенко С.А., Подгаецкий В.М., Герасименко А.Ю., Савельев М.С. Исследование нелинейных характеристик ограничителей интенсивности мощного оптического излучения// Оптика и спектроскопия, 2014, 116, №3
7. Gerasimenko A.Y., Saveliev M.S., "The research of nonlinear characteristics of polymethine, pyran and dyphthalocyanine dyes by the Z-scan technique", Biomedical Radioelectronics, No. 1, 81-82 (2013).

INVESTIGATION OF SCATTERING LIMITERS OPTICAL PROPERTIES WITH Z-SCAN TECHNIQUE

Antakov M.A., Rodionova E.V., Saveliev M.S.

National Research University "MIET"

The search and investigation of scattering limiters of power laser radiation is actual problem nowadays. Z-scan technique is one of the most simple and convenient tools for optical nonlinearity measurement of scattering media. It is based on high sensitive single-beam method for measuring the nonlinear refractive index and nonlinear absorption coefficient of the investigated scattering medium.

With z-scan technique there were investigated nonlinear optical parameters of multilayer carbon nanotubes solutions in dimethylformamide (DMF) at a wavelength of power laser radiation 532 nm and pulse duration 350 ps.

АППАРАТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ВЕГЕТАТИВНОГО СТАТУСА: ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ

Степанова Е.Ю., Прыгунова Т.М., Радаева Т.М., Фомин Л.Б., Чижиков Д.А., Монахов А.А., Борисов В.И.
Россия, Нижний Новгород, ГБОУ ВПО НижГМА, lenushka2004@yandex.ru, p-tanchita@yandex.ru,
radaeva50@mail.ru, reff@pochta.ru, Dmach@yandex.ru, vborissov@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ. Вегетативная нервная система выполняет адаптационно-трофические функции, активно поддерживая гомеостаз, и при первых же симптомах патологии видоизменяется и фактически сигнализирует нам о развитии разной степени дисфункции. С целью оценки деятельности данной системы необходимо использование такого аппаратного комплекса, который позволил бы проводить мониторирование в разных временных диапазонах, имел возможность обследования с проведением нагрузочных проб и был максимально приближен к пациенту, для проведения исследования в привычных условиях без дополнительного воздействия незнакомой обстановки.

Нами было показано, что специальные устройства для оценки вегетативного статуса и вегетативной реактивности, а также параметров деятельности сердечно-сосудистой системы могут быть с успехом использованы в детской неврологии и разных разделах внутренних болезней, в частности в кардиологии и гастроэнтерологии. Очень важно, особенно для пациентов детского возраста, что разработанные аппаратные комплексы позволяют судить о состоянии кровообращения и деятельности вегетативной системы опосредованно по уровню управляющих сигналов на генерацию автокоелебательных процессов в сердце, то есть не инвазивно, без прямого измерения параметров кровообращения. Данную информацию можно получить по специфическим параметрам, записываемой электрокардиограммы (ЭКГ) и и нейрокардиоритмограммы. [1, 2, 3, 4, 5 и др.].

ЦЕЛЬ. Оценить эффективность работы аппаратных комплексов реального времени в режиме мониторирования и проведения нагрузочных проб.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. При нашем участии были разработаны специальные кардиомониторы (СКМ), которые и использовались для реализации поставленной цели. В данных СКМ использовались элементы искусственного интеллекта для выявления и предотвращения различных состояний, особенно, угрожающих жизни и здоровью пациентов. В отличие от применяемых в практической медицине приборов-регистраторов с длительным временем записи ЭКГ в память устройства в течение от нескольких часов до нескольких суток, разработанные аппаратные комплексы позволяют не только осуществлять запись данных, но и проводить одновременную автоматическую обработку полученного сигнала и оповещать о неблагополучных реакциях. Использование описанных возможностей позволяет избежать критической ситуации или максимально ее спрогнозировать, скорректировав тактику лечения и осуществив необходимые меры профилактики. Разработка таких приборов в реальном времени очень актуальна, особенно для больных требующих ежечасной и ежеминутной оценки статуса деятельности органов и систем и постоянного наблюдения врача. В связи с этим аппаратные комплексы данного ряда успешно используются в медицине в отделениях реанимации и интенсивной терапии, но все они являются стационарными приборами.

В разработанных СКМ слежение проводится за ЭКГ-сигналом с определением его основных характеристик (интервал R-R, сдвиги сегмента ST, интервала QT), изменений параметров сердечного ритма (частота сердечных сокращений, вариабельность длительности кардиоинтервалов, наличие аритмических сокращений) и параметров нейроинтервалограммы (мода, амплитуда моды, вариационный размах, индекс напряжения Баевского). Описанная логика была реализована при создании аппаратно-программных комплексов (АПК) «Риттерм», «Кардиотестер», «МАВРС». Обобщенная блок схема АПК (на примере АПК «Риттерм») (Рис.1).

АПК «Риттерм» представляет собой мобильную установку, предназначенную для оценки состояния в ходе моделирования простейших жизненных ситуаций (положения лежа, сидя, стоя, ходьба на месте) и при проведении дозированных нагрузок (VELOЭргометрия, стресс-ЭхоКГ), лекарственных проб и терапии. Таким образом прибор может быть использован, как для начальной оценки состояния, так и для оценки динамики при проведении тестов и мониторирования статуса.

Для контроля состояния пациента в амбулаторных условиях или в условиях свободного передвижения по стационару был разработан в «карманном» виде АПК «Кардиотестер», с возможностью использования в режиме мониторирования и холтеровской регистрации сигнала.

Особую значимость имеет разработка компактного полифункционального и многопользовательского АПК «МАВРС» для оперативной регистрации электрокардиосигнала и оценки вегетативного статуса.

Для оценки функциональности, разработанных приборов проводились многократные исследования разных категорий пациентов. В кардиологической практике для оценки состояния больных было обследовано 753 человека в возрасте от 17 до 86 лет, из них мужчин – 657, женщин – 96. Больше половины больных (454 человека) были в возрасте от 34 до 82 лет и страдали ишемической болезнью сердца (ИБС).

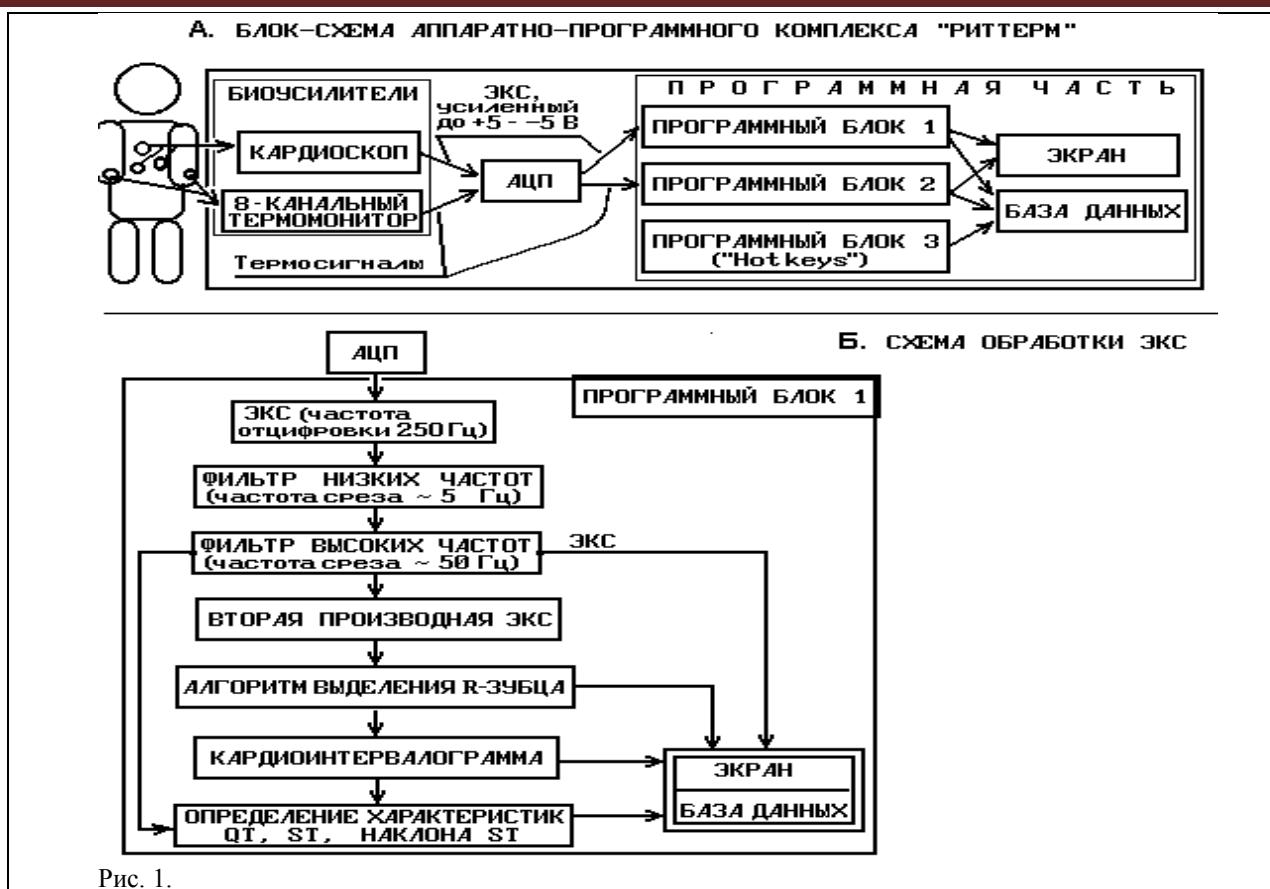


Рис. 1.

Контрольную группу для пациентов с нарушениями коронарного и системного кровообращения и поражениями сердца составили 77 здоровых мужчин. Оценка мониторирования при проведении нагрузочных диагностических тестов и тренирующей терапии проводилась у 56 кардиологических и кардиохирургических больных для оценки эффективности применения АПК. В процессе исследований больные были разделены на две группы, при этом в первой группе следящие приборы работали как регистраторы, а во второй как мониторы с использованием интеллектуальных возможностей АПК.

В гастроэнтерологической практике было обследовано 275 человек, из них женщин – 153 и мужчин – 122 с использованием электрокардиографа «ВНС-Ритм» программы «Поли-Спектр». Возраст пациентов – от 10,5 до 88 лет. Большинство из них (209 человек) имело подозрения на патологию пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки, 66 человек проходило осмотр по другим причинам: профосмотры, обследование при направлении на операцию (гинекология, коронарография и т.п.). В группу контроля (220 человек) были включены лица у которых по клинико-инструментальным данным не была выявлена язва двенадцатиперстной кишки. Лица с подозрением на патологию желудочно-кишечного тракта (209 человек) были осмотрены эндоскопически.

Для оценки работы АПК «МАВРС» было проведено более 1000 исследований у детей разных возрастных групп с патологией центральной нервной системы. Особое внимание уделялось возможности многократного проведения исследования и использования нагрузочных проб. Для оценки состояния вегетативной нервной системы была набрана группа из 20 детей подросткового возраста от 10 до 16 лет, поступивших в неврологический стационар с синдромом вегетативных дисфункций. Оценка состояния пациентов проводилась при поступлении в стационар и после курса стандартной фармакотерапии пиразетамом и витаминами группы В. Оценивалась также вегетативная реактивность после проведения нейропсихологического тестирования, которое расценивалось как нагрузочная проба. [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ. Использование программных возможностей мониторирования и оповещения позволило значительно снизить частоту нежелательных эффектов диагностических и тренирующих нагрузок в кардиологической группе пациентов. Мониторинг такого рода обеспечил более оптимальные уровни нагрузок во 2-й группе по сравнению с 1-й группой. Нежелательные эффекты у пациентов 2-й группы (предшественники угрожаемых жизни осложнений) возникали в 2,2 раза реже ($P_{\chi^2}=0,0001$) (Рис. 2).



Рис. 2.

Учет полученных данных позволило модифицировать стандартные методики физической реабилитации больных с ИБС для достижения индивидуальных допустимых уровней физической активности при устраниении потенциально опасных побочных эффектов тренировки, с учетом тяжести заболевания и толерантности к физическим нагрузкам (ФН). Метод был эффективен и при коррекции двигательного режима и фармакотерапии.

При анализе данных вегетативного статуса, а именно индекса симпатико-парасимпатического баланса (LF/HF) выявлены явные различия между группой контроля и пациентами с язвенной болезнью, подтвержденной эндоскопически (Рис. 3).

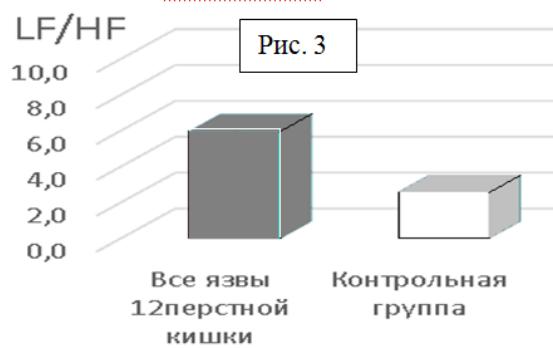


Рис. 3

Анализ полученных данных в результате неоднократного мониторирования показал, что показатель LF/HF является наиболее информативным при проведении анализа вегетативной нервной системы у больных с язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки в связи с тем, что он отражает симпатико-парасимпатический баланс и уровень стрессорной реакции пациента. Увеличение данного показателя положительно коррелирует с наличием язвы двенадцатиперстной кишки.

При анализе показателей в детской группе, была выяснена положительная динамика в виде уменьшения жалоб, улучшения общего самочувствия. По данным НКИГ при первичном осмотре по состоянию исходного вегетативного тонуса преобладающее число детей имели ваготонию (в) – 70%, остальные эйтонию (э). После фармакотерапии заметна умеренная положительная динамика с переходом детей в эйтонию и отрицательная динамика с переходом в симпатотонию (с), в результате группа с ваготонией составила 60%, с эйтонией и симпатотонией по 20% (рис. 4).

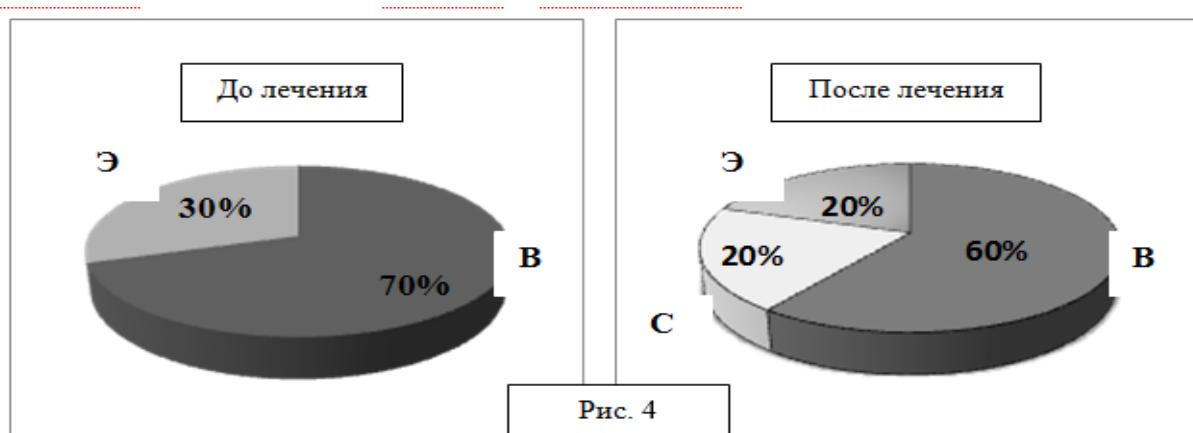


Рис. 4

В детской группе показана эффективность работы АПК «МАВРС» для мониторирования вегетативного тонуса в покое двухкратно, при проведении нагрузочных проб и для оценки эффективности фармакотерапии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. В работе показана высокая практическая значимость АПК для клинической оценки состояния больных с различной патологией и разных возрастных групп. Разработанные методики позволяют в режиме реального времени проводить регистрацию и мониторирование заданных параметров электрокардиограммы и нейрокардиоинтервалограммы, то есть фактически изменяющегося состояния пациентов. Возможности предложенных АПК обширны. Как нами показано, их можно использовать для оценки больного не только в покое, но и при проведении нагрузочных тестов (on line); а также режимах анализа получаемой терапии (off line), то есть в различных временных режимах. Таким образом, по нашему мнению, оценивать работу сердечно-сосудистой и вегетативной систем стало проще, быстрее и, возможно, эффективнее.

Библиографический список

1. Королев В.И., Борисов В.И., Максина И.В., Пасека А.А., Фомин Л.Б. Электрическая модель клетки синусового узла. - Нижний Новгород: Нижегородский университет, 1999. - 22 с.
2. Борисов В.И., Мудрова Л.А. Стандартные методики оценки регуляции синусового ритма сердца: Метод. рек. – Нижний Новгород: Изд-во НГМА, 1997. - 16 с.
3. Борисов В.И., Матусова А.П., Мудрова Л.А., Рейман А.М. Значение изучения парасимпатической активности для оценки состояния больных инфарктом миокарда //Нижегородский мед. ж. – 1998. - N 2. - С. 15 - 20.
4. Проблема создания портативных кардиомониторов. / Сидоренко Г.И., Якубович В.М., Никитин Я.Г., Усачев О.И. //Кардиология. - 1980. - N 12. - С. 30-33.
5. Кардиомониторы. Аппаратура непрерывного контроля ЭКГ: Учеб. пособие для вузов / А. Л. Барановский, А. Н. Калиниченко, Л. А. Манило и др.; Под ред. А. Л. Барановского и А. П. Немирко.. - М.: Радио и связь, 1993. - 248 с.
6. Вейн А.М. Вегетативные расстройства. Клиника, диагностика, лечение. М.: Медицинское информационное агентство, 2003: 752 с.
7. Mathias CJ. Disorders of the Autonomic Nervous System in Childhood. In: Principles of Child Neurology by B.O. Berg. NY: McGraw-Hill, 1996: 413-436.
8. Нестеровский Ю.Е., Петрухин А.С., Горюнова А.В. Дифференциальная диагностика и лечение головных болей детского возраста с учетом состояния церебральной гемодинамики. Журн. неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2007; 107 (1): 11-15.
9. Бизюк А. П. Компендиум методов нейропсихологического исследования. Методическое пособие. – СПб.; Речь, 2005. – 400 с., ил.

REALTIME DEVICES OF MONITORING OF CONDITION OF AUTONOMIC NERVE SYSTEM: ASSESSMENT OF EFFICIENCY

E.Yu.Stepanova, T.M.Prygunova, T.M.Radaeva, L.B.Fomin, D.A.Chizhikov, A.A.Monahov, V.I.Borisov

Summary

The purpose of this study was to evaluate an efficiency of real-time devices for monitoring of dynamics of autonomic tone because of treatment and stress tests. Devices allow estimating the state of autonomic tone by using of different methods of investigation of heart rate variability. More than 1000 patients with some cardiovascular diseases, peptic ulcer disease and in children with the syndrome of autonomic nerve system dysfunction have been checkup. Devices have a possibility of both short-term single-staged as well as repeated investigations in an initial inspection, during stress tests and checking of treatment results. Additional features of devices are the ease of use and the hardware reliability, the self-containment, the non-invasive diagnostic technique, the quickness and the high quality of assessment.

НУЛЕВОЙ РАДИОМЕТР ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Убайчин А.В., Филатов А.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, dualog@mail.ru

В настоящее время широко используется радиофизический подход к изучению физиологических процессов живых организмов, основанный на комплексном измерении физических полей и излучений в процессе жизнедеятельности [1]. Особый интерес представляют развивающиеся методы неинвазивной ранней медицинской диагностики, выполняемые при помощи различных радиоэлектронных средств.

Для исследования процессов скорости метаболизма биологических тканей эффективно используется СВЧ-радиометрический метод. Полученные при помощи этого метода данные позволяют проводить раннюю

диагностику онкологических заболеваний [2]. Однако, как показали проведенные исследования [3], эффективность схемотехнических решений, используемых при реализации применяемых радиометрических систем, не позволяет проводить измерения с высокой абсолютной точностью.

В данной работе приводится описание радиометра, предназначенного для исследования собственного электромагнитного излучения биологических объектов, расположенных в ближней зоне антенны, обладающего повышенной точностью и чувствительностью.

В работе [3] рассмотрен радиометр для исследования объектов, находящихся в непосредственной близости с антенной. В нем для преобразования сигналов с целью выделения информативных уровней напряжения из сложно модулированной последовательности используются различные функциональные аналоговые блоки (синхронные детекторы, фильтры низких частот, сумматоры, делители, вычитающие устройства). Многочисленные процедуры последовательного аналогового преобразования сигналов приводят к дополнительным погрешностям измерений.

В разработанном одноканальном радиометре, для установления режима нулевого приема используется принцип двойной (комбинированной) синхронно выполняемой импульсной модуляции – амплитудной и широтной [4] (см. Рис. 1).

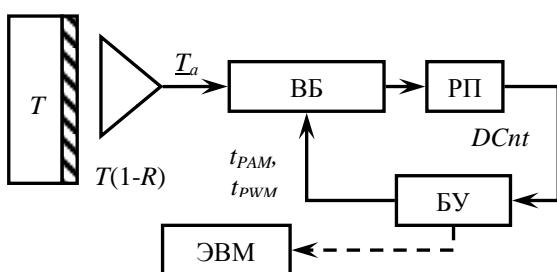


Рис. 1. Структурная схема радиометра: T – температура слоистой биологической среды, R – коэффициент отражения мощности на границе раздела двух сред, A – аппликаторная антenna, ВБ – входной блок, РП – радиометрический приемник, БУ – цифровой блок управления радиометром, ЭВМ – персональный компьютер, t_{PAM} , t_{PWM} – управляющие сигналы широтной и амплитудно-импульсной модуляции, $DCnt$ – сигнал управления счетом.

Это позволяет измерять сигнал антенны T_a косвенным образом через длительность широтно-импульсного сигнала t_{PWM} без преобразования формы модулированной последовательности и исключить сложные операции по преобразованию сигналов после детектора [5]. Структурная схема специализированного входного блока представлена на Рис. 2. Включение направленных ответвителей выполнено так, что с $DC1$ опорный сигнал T_{NG} генератора шума поступает в сторону антенны, а с $DC2$ – в сторону радиометрического приемника.

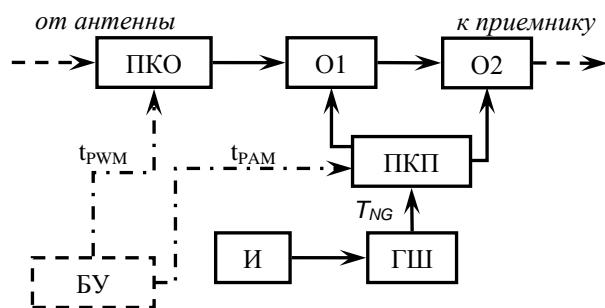


Рис. 2 Структурная схема входного блока: ПКО – микроволновый переключатель отражающего типа, $O1$ – направленный ответвитель 1, $O2$ – направленный ответвитель 2, ПКП – поглощающий микроволновый переключатель, ГШ – генератор шума, ИТ – источник тока, T_{NG} – сигнал генератора шума.

Структурная схема радиометрического приемника представлена на Рис. 3. В качестве радиометрического приемника может быть использован приемник прямого усиления. При исследовании биологических объектов для измерения глубинных температур применяется коротковолновая часть дециметрового диапазона. Элементная база хорошо этого спектрального диапазона хорошо отработана и ее применение не вызывает технологических сложностей.

Принцип работы радиометра [6] поясняется временными диаграммами, представленными на Рис. 4. Сигналы логического уровня t_{PAM} и t_{PWM} управляют переключателями во входном блоке и синхронным фильтром в приемнике. В зависимости от требуемых параметров чувствительности длительность сигнала t_{PAM} (период модуляции) от сотен микросекунд до единиц миллисекунд.

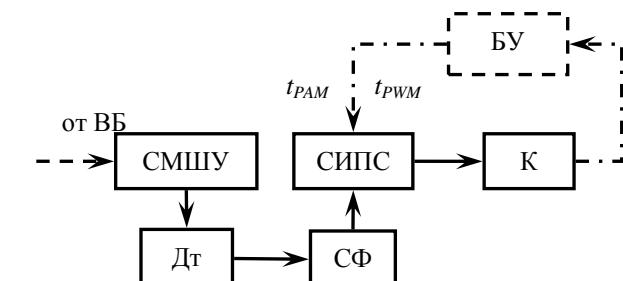


Рис. 3 Структурная схема радиометрического приемника: СМШУ – специализированный малошумящий усилитель, Дт – блок детектора и усилителя низкой частоты, СИПС – система исключения постоянной составляющей, СФ – синхронный фильтр, К – компаратор нулевого уровня.

Если ПКО включен ($t_{PAM}=1$), при $t_{PWM}=0$ на вход приемника радиометра поступает сумма сигналов $T \cdot (1-R) + T_{NG}R$, при $t_{PWM}=T \cdot (1-R) + T_{NG}$.

На Рис. 4а приведена временная диаграмма для случая установленного нулевого баланса в радиометре, когда на входе компаратора нулевое напряжение при отключенном антенне. При выключенном модуляторе ($t_{PAM}=0$) на вход приемника поступает сигнал T_{NG} генератора шума, отраженный от выхода закрытого ПКО. Индикатором баланса является нулевое напряжение на входе компаратора в этот момент времени. При изменении сигнала антенны нулевой баланс регулируется соответствующим изменением длительности широтно-импульсного сигнала t_{PWM} .

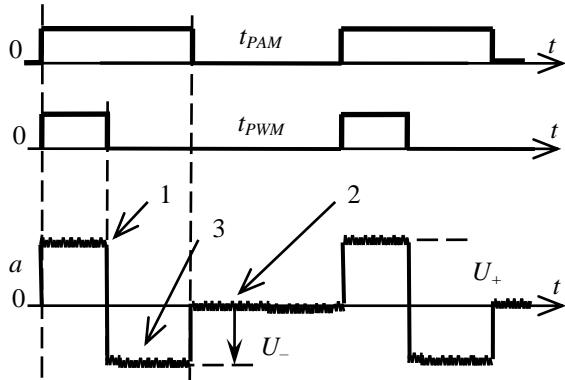


Рис.4 Временные диаграммы работы радиометра:
а – сигнал на входе компаратора, Уровень "1" ~ $T \cdot (1-R) + T_N + T_{NG}$, Уровень "2" ~ $T_N + T_{NG}$, Уровень "3" – $T \cdot (1-R) + T_N$.

Так как модуляция имеет периодический характер и в сигналах на входе компаратора исключена постоянная составляющая, тогда для одного периода выполняется равенство вольт-секундных площадей положительного U_+ и отрицательного U_- импульсов: $U_+ t_{PWM} = U_- (t_{APM} - t_{PWM})$

$$\text{или } Gkdf \cdot \{ [T(1-R) + T_{NG} + T_N] - (T_{NG} + T_N) \} \cdot t_{PWM} = \\ = Gkdf \cdot \{ (T_{NG} + T_N) - [T(1-R) + T_{NG}R + T_N] \} \cdot (t_{APM} - t_{PWM}) \text{ где } G - \text{коэффициент передачи}$$

измерительного тракта, k - постоянная Больцмана, df - полоса частот приемника, T_N - эффективная температура собственных шумов, приведенная к входу приемника, откуда $t_{PWM} = (T_{NG} - T) \cdot \frac{t_{APM}}{T_{NG}}$.

Из последнего равенства следует линейная зависимость длительности t_{PWM} от исследуемого сигнала объекта T . Следовательно, через эту длительность можно косвенным образом определить усредненную глубинную температуру объекта. На t_{PWM} не влияют изменения собственных шумов T_N и коэффициентов G и R .

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации по контракту № 02.G25.31.0091.

Библиографический список

1. Годик Э.Э., Гуляев Ю.В. Человек "глазами радиофизики" // Радиотехника. – 1991. - №8. – С. 51-62.
2. Гуляев Ю.В., Креницкий А.П., Бецкий О.В., Майбородин А.В., Киричук В.Ф. Терагерцевая техника и ее применение в биомедицинских технологиях // Успехи современной радиоэлектроники. – 2008. - №9. – С. 8-16.
3. А.С. 1626210 СССР. МКИ5 G01R 29/26. Модуляционный радиометр / В.С. Гаевский, С.В. Маречек, Ю.В. Мешков, Ю.Н. Муськин, В.М. Поляков. Опубл. в Б.И. №5, 1991.
4. Filatov A.V., Ubaichin A.V. The dynamic properties of a digital radiometer system and its operating efficiency // Measurement Techniques. - 2012. - Vol.54. - № 10.-P. 1-6.
5. Filatov A.V., Ubaichin A.V., Bombizov A.A. A two-receiver microwave radiometer with high transfer characteristic linearity // Measurement Techniques. - 2013. -Vol. 55. -№ 11. -P. 1281-1286.
6. Филатов А.В., Убайчин А.В., Жуков Н.О. двухканальный микроволновый радиометр повышенной точности // Радиотехника. - 2011.- № 1. - С. 47-55.

ZERO RADIOMETER FOR MEDICAL APPLICATION

Ubaichin A.V., Filatov A.V.

Tomsk State University of Radio electronics and Control Systems

e-mail: dualog@mail.ru

Block diagram of the microwave radiometer designed for biological application is developed. The Radiometer can significantly reduce the effect of changes the transmission coefficient of the radiometric receiver, drift noise temperature and antenna mismatch with biological object at the measurement results.

НАНОЭМИТТЕР НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Глухова О.Е., Фадеев А.А., Колесникова А.С., Слепченков М.М.
 НИУ СГУ им. Н.Г. Чернышевского, graphene@yandex.ru, fadeeff.sanya@yandex.ru,
kolesnikova.88@mail.ru, slepchenkovm@mail.ru

Углеродные нанотрубки широко применяются в эмиссионных вакуумных приборах, микроволновых устройствах [1] и источниках рентгеновского излучения [2]. Однако, по-прежнему, остается актуальным вопрос оптимизации параметров катода на углеродных нанотрубках. Наиболее важной особенностью углеродных нанотрубок с точки зрения их эмиссионных свойств является их аспектное отношение (отношение длины к диаметру УНТ) [3]. Благодаря этой особенности величина напряженности электрического поля вблизи наконечника вертикально ориентированной индивидуальной УНТ во много раз превышает среднее значение этого параметра E_o , определяемое как отношение приложенного напряжения U к расстоянию между наконечником нанотрубки и анодом D . Способность эмиттера к усилению электрического поля характеризуется коэффициентом полевого усиления β , определяемым как отношение истинного значения напряженности электрического поля E к среднему значению E_o :

$$\beta = \frac{E}{E_o} = \frac{ED}{U}.$$

Это открывает возможность разработки нового поколения электровакуумных приборов, отличающихся пониженным значением напряжения питания и потребляемой мощности. Недавно были разработаны методики получения автокатодов, в которых размеры нанотрубок, как и их расположение на подложке, одинаково и регулярно. Следует отметить, что в данном случае автокатод представляет собой упорядоченную матрицу, состоящую из расположенных на катоде (подложке) полых одностенных углеродных нанотрубок. Таким образом, с учетом данных замечаний, поставленную задачу можно решать не для всего катода в целом, а для его элементарной ячейки, состоящей из одной нанотрубки и окружающего пространства, характерный размер которого соответствует расстоянию между соседними элементами. Таким образом, решалась следующая задача:

Для различных длин и диаметров УНТ моделировалось пространство вакуума между катодом и анодом. Также было рассмотрено два различных размера катода и анода – 0,5 мкм и 1 мкм. Таким образом, рассматривалось две модели электродов с различными размерами УНТ. Схематическое представление модели изображено на рисунке 1.

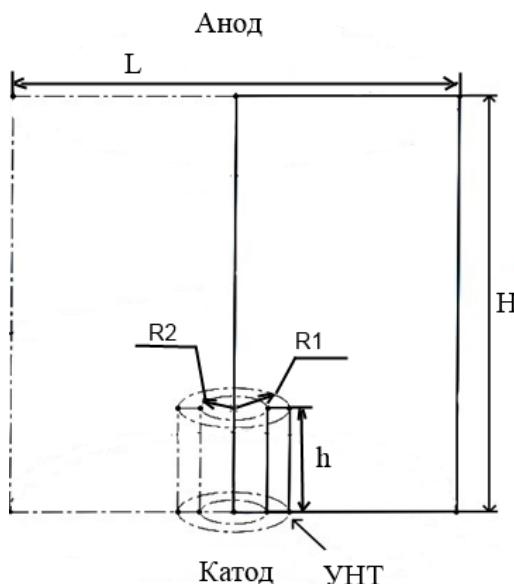


Рис.1 Схематическое представление модели наноэмиттера, где H -расстояние между катодом и анодом, L -длина катода и анода, $R1$ – внешний радиус нанотрубки, $R2$ – внутренний радиус нанотрубки.

Нижняя часть представляет катод (подложку) на которой размещена углеродная нанотрубка, верхняя – анод. Пространство между анодом и катодом моделировалось в виде вакуума, как отмечалось ранее. На всей поверхности катода, в том числе и на поверхности нанотрубки, задавался нулевой потенциал. На аноде, расположенном на расстоянии $H=1$ мкм от катода, потенциал составляет 30 В. В таблице 1 приведены основные параметры – длина и диаметр УНТ.

Таблица 1. Размеры нанотрубок, где h – длина УНТ, R_1 – внешний радиус нанотрубки, R_2 – внутренний радиус нанотрубки.

	h (мкм)	R_1 (мкм)	R_2 (мкм)
1)УНТ	0,1	0,001172	0,000829
2)УНТ	0,2	0,001671	0,001329
3)УНТ	0,3	0,002671	0,002329

В силу сложности геометрии построенного пространства данная задача решалась численно, методом конечных элементов. Для этого был использован программный пакет ANSYS, позволяющий рассчитывать, в том числе и электростатическое поле с варьируемыми граничными условиями. На рисунке 2 продемонстрирована модель наноэмиттера в разрезе.

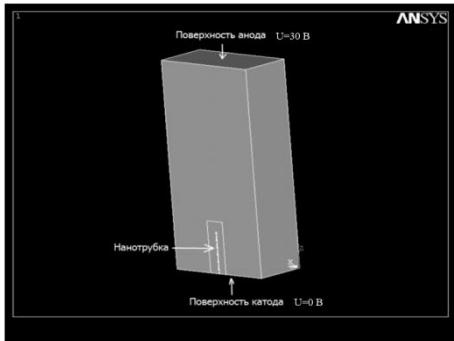


Рис.2 Вид модели в разрезе.

Необходимо получить распределение напряженности электрического поля между катодом и анодом. Наиболее интересная область конец нанотрубки, где напряженность поля должна быть максимальна. На рисунке 3 изображено распределение напряженности на поверхности нанотрубки длиной 0,1 мкм, для случая первой модели (длина катода и анода – 0,5 мкм).

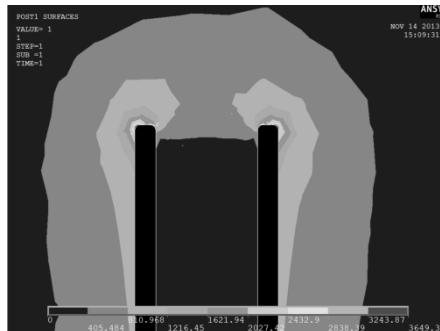


Рис.3 Картина распределения напряженности на поверхности нанотрубки (длина УНТ - 0,1 мкм).

Далее представлена таблица максимальных значений напряженности (U) для разных длин нанотрубок и для двух моделей (модель 1 – 0,5 мкм, модель 2 – 1 мкм).

Таблица 2. Максимальные значения напряженности без заряда плазмы для разных длин нанотрубок

	Модель 1	Модель 2
U_1 , В/м (Длина УНТ 0,1 мкм)	$3,6 \cdot 10^9$	$3,56 \cdot 10^9$
U_2 , В/м (Длина УНТ 0,2 мкм)	$5,3 \cdot 10^9$	$5,44 \cdot 10^9$
U_3 , В/м (Длина УНТ 0,3 мкм)	$5,9 \cdot 10^9$	$6,3 \cdot 10^9$

Как видно из таблицы, с увеличением длины и диаметра нанотрубки, растет и напряженность. Также можно видеть, что с увеличением модели в 2 раза, во втором и третьем случае, где УНТ равны соответственно 0,2 и 0,3 мкм, напряженность на конце нанотрубки тоже увеличивается, кроме 1 случая (длина 0,1 мкм). В процессе эмиссии электронов с поверхности катода образуются частицы плазмы. Далее определение максимального

значения напряженности на УНТ проводилось с наличием атомов плазмы. Атомы плазмы моделировалось как точечные заряды величиной $+1 e$. Ниже представлены картины распределения напряженности для первой модели (длина катода и анода – 0,5 мкм) с частицами плазмы. Первый случай соответствует наличию одной частицы плазмы.

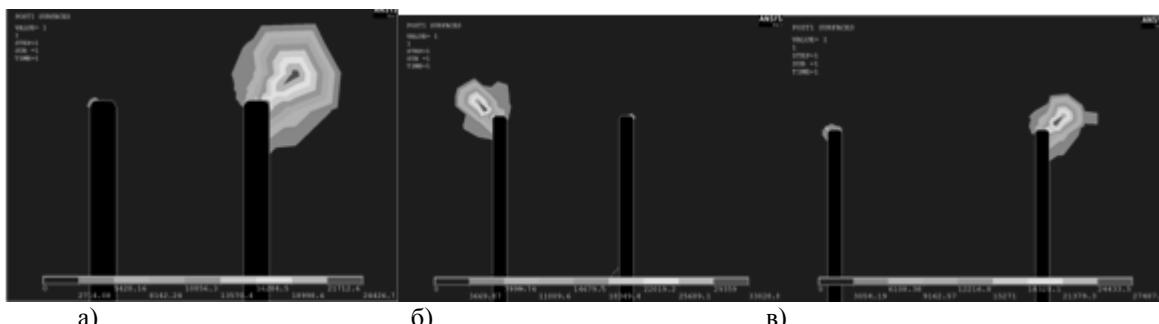


Рис.4 Картина распределения напряженности на поверхности нанотрубки с одним зарядом плазмы для первой модели (длина катода и анода – 0,5 мкм); а) длина УНТ 0,1 мкм; б) длина УНТ 0,2 мкм; в) длина УНТ 0,3 мкм.

Второй случай соответствует наличию двух частиц плазмы.

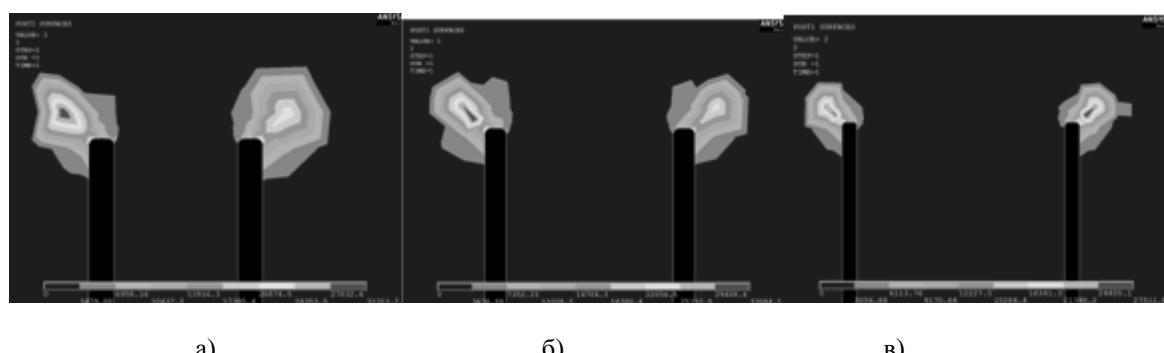


Рис.5 Картина распределения напряженности на поверхности нанотрубки с двумя зарядами плазмы для второй модели (длина катода и анода – 0,5 мкм); а) длина УНТ 0,1 мкм; б) длина УНТ 0,2 мкм; в) длина УНТ 0,3 мкм.

Таблица 3. Максимальные значения напряженности при наличии одной частицы плазмы для разных длин нанотрубок и разных размеров катода и анода

	Модель 1 (0,5 мкм)	Модель 2 (1 мкм)
U1 ,V/m (Длина УНТ 0,1 мкм)	$24,4 \cdot 10^9$	$27,5 \cdot 10^9$
U2 ,V/m (Длина УНТ 0,2 мкм)	$33 \cdot 10^9$	$26,6 \cdot 10^9$
U3 ,V/m (Длина УНТ 0,3 мкм)	$27,4 \cdot 10^9$	$25,4 \cdot 10^9$

Таблица 4. Максимальные значения напряженности при наличии двух частиц плазмы для разных длин нанотрубок и разных размеров катода и анода

	Модель 1 (0,5 мкм)	Модель 2 (1 мкм)
U1 ,V/m (Длина УНТ 0,1 мкм)	$31,3 \cdot 10^9$	$29,5 \cdot 10^9$
U2 ,V/m (Длина УНТ 0,2 мкм)	$33 \cdot 10^9$	$26,6 \cdot 10^9$
U3 ,V/m (Длина УНТ 0,3 мкм)	$27,5 \cdot 10^9$	$27,6 \cdot 10^9$

В ходе исследований выявлено, что с увеличением длины УНТ и катода, напряженность на эмиттере, без учета частиц плазмы, так же увеличивается. Установлено, что при наличии частиц плазмы напряженность на УНТ резко увеличивается. Также разработана методика расчета напряженности распределения электрического поля на поверхности углеродной нанотрубки в наноэмиттере.

Библиографический список

1. *Teo K.B.K., Minoux E., Hudanski L. et al. // Nature. 2005. V. 437. P. 968.*
2. *Yue G.Z., Qiu Q., Gao B. et al. // Appl. Phys. Lett. 2002. V. 81. P. 355*
3. Елецкий А.В., “Холодные полевые эмиттеры на основе углеродных нанотрубок” // Успехи физических наук. 2010. Том 180, № 9.

NANO EMITTER BASED ON CARBON NANOTUBES

Gluhova O.E., Fadeev A.A., Kolesnikova A.S., Slepchenkov M.M.

Netional Research Saratov State University named after N.G. Chernyshevsky, graphene@yandex.ru,
fadeeff.sanya@yandex.ru, kolesnikova.88@mail.ru, slepchenkovm@mail.ru

Carbon nanotubes are widely used in emissive vacuum devices. However, the question of optimizing the parameters of the cathode carbon nanotube is still actual. The most important feature of carbon nanotubes in terms of their emissive properties is their aspect ratio (ratio of length to diameter of the CNT). This opens the possibility of developing a new generation of electronic devices with low voltage value and power consumption. Recently, techniques of producing cathodes, in which the size of the nanotubes, as well as their location on the substrate, is the same and regular have been developed. Thus, this problem may be solved not for the whole cathode, but for its unit cell consisting of a single nanotube and the surrounding space, the characteristic dimension of which corresponds to the distance between adjacent elements. Thus, we solved the following problem. For different sizes of the cathode and anode with also variable length and diameter of the CNT the space of the vacuum between the electrodes was simulated. On the entire surface of the cathode including the surface of nanotubes the ground potential was set. At the anode, which is located at a distance of 1 μ m from the cathode potential is 30 V. The presence of plasma atoms was modeled as a point charge valued +1e. Because of the complexity of the geometry of constructed space this problem was solved numerically by finite element method. For this software package ANSYS was used. During the studies it was found that with increasing of the length of CNT and of cathode, emitter voltage, excluding plasma particles also increases. It was found that in the presence of plasma particles on CNT tension increases dramatically. Also a method of calculating of the intensity distribution of the electric field on the surface of the carbon nanotubes in nano-emitters was developed.

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИПОИ ДЛЯ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ
БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТКАНИ**

Герасименко А.Ю., Ичкитидзе Л.П., Подгаецкий В.М., Селищев С.В.

Национальный исследовательский университет «МИЭТ», МИЭТ, Зеленоград, Москва
leo852@inbox.ru

Применения лазеров в хирургической практике дают ряд преимуществ, обусловленных спецификой воздействия лазерного излучения (ЛИ) на БТ. Возможность высокой концентрации световой энергии в малых объёмах позволяет избирательно воздействовать на БТ и дозировать степень этого воздействия от коагуляции до их испарения и разреза, бесконтактное удаление БТ с минимальной травматизацией и с высокой точностью. Хороший гемостаз в зоне воздействия ЛИ приводит к тому, что практически отсутствует отёк в области раны, а, следовательно, послеоперационный период протекает малоболезненном режиме [1]. Проникая глубоко в БТ, ЛИ активирует клетки, в результате чего ускоряются процессы заживления лазерных ран.

В общем, лазеры имеют многофункциональные назначения в медицине, в том числе соединения рассечённых БТ повреждённых органов. Существующие традиционные способы восстановления целостности ткани с использованием швовых материалов, сшивающих аппаратов, клеевых композиций и других средств не совершенны: они сложны, болезнены, и не всегда являются надежными по прочности соединения. ЛС является новым направлением, позволяющий значительно улучшить традиционные методы соединения и восстановления БТ. При этом получений шов, т.е. так называемый ЛШ практически не имеет грубых и сильно заметных рубцов.

ЛС осуществляется путем нанесения на поверхность будущего шва специального БП, интенсивно поглощающего ЛИ. БП является основным элементом в ЛС. В ранних работах вместе ЛИ использовался высокочастотное излучение, а в качестве БП использовался заполняющий материал, содержащий в составе коллаген, желатин или их смесь [2]. Однако, последние исследования показали, что в составе БП для ЛС наиболее подходящими являются коллоидные водные дисперсии белка альбумина. ЛС с использованием БП из БСА проводились на различные ткани (например, мозговая оболочка [3], мочеточник [4]) и гистологическое исследование через 1 месяц после процедуры показало нормальную эпителизацию и ни в одном случае не было выявлено осложнений. Тем не менее, прочность на разрыв $\sigma < 0,1$ МПа для ЛШ являлся низкой относительно

прочности соединения традиционными методами: сшивание, медицинские клеи (например, сульфакрилат – $\sigma \sim 0,5$ МПа [5]).

Различные добавки к БСА существенно влияют на конечный результат ЛС – на прочность и качество ЛШ. Действительно, достигается усиления эффекта поглощения ЛИ в БП (матрица из БСА) с наполнителем из ряд органических красителей (индоцианин зелёный ICG или жирные кислоты [6]), и в результате упрочняется ЛШ. Однако предложенные биприпои при ЛС имеют недостатки: низкая прочность ЛШ ($\sigma \sim 0,02-0,5$ МПа) соединения в первые 10 дней после операции по сравнению с традиционными методами соединения тканей; сопутствующие термические повреждения близлежащих тканей; плохая повторяемость (непоследовательность) результатов [7-9]. При ЛИ с длиной волны генерации $\lambda_{\text{ген}} = 970$ нм подходящим поглотителем является полимерный фталоцианин магния (ПФМ). ЛС с БП из БСА+ПИФ позволял соединять хрящевые БТ, но σ для такого соединения низкая ($\sigma \leq 0,5$ МПа).

Сильный эффект увеличения прочности шва соединяющий ткани при использовании БП на основе БСА и углеродных нанотрубок (УНТ) [10,11]. БП представлял собой водную ультрадисперсию: матрица – 25 мас.% БСА и наполнитель – наночастицы виде УНТ. При концентрациях $C \sim 0,1-0,2$ мас.% УНТ (ОУНТ или МУНТ) для ЛШ достигалась увеличения σ много раз. В частности, при оптимальном значении температуры ($t \sim 60-65$ °C) свариваемого участка БТ достигнуты максимальные значения относительной прочности $\sigma/\sigma_m \sim 23-32$ % для бычий хрящ, и 10-15 % для свиной кожи, где σ_m – прочность сплошной ткани. При этом в случае БП из чистого БСА (без добавками УНТ) получены $\sigma/\sigma_m \sim 0,15-0,3$ %. Контрольными образцами служили ЛШ на основе БП, содержащих сажу или активизированный уголь, и полученных в идентичных условиях БП на УНТ. В них наблюдалась уменьшения значении σ/σ_m на 30-50% относительно БП из чистого БСА.

В настоящей работе продолжены исследования прочности лазерных шов, при различных режимах лазерной сварки, биологических припоев, типов углеродных нанотрубок и биологических тканей.

Процессы приготовления образцов и проведения эксперимента подробно описаны в работах [10,11], а здесь рассмотрим сокращенное их описание. В качестве основного материала БП был взят БСА 98 % чистоты (HEAT SHOCK ISOLATION) фирмы «AMRESCO» USA. Водный раствор 25 мас. % БСА перемешивали на протяжении 3 час, осуществляя при этом контроль t раствора, которая не превышала $t \leq 30$ °C. Рабочие БП получали после добавления к описанному выше раствору нескольких типов УНТ. Дисперсии озвучивали в ультразвуковом бане. Контроль t воды в бане, фильтрование и декантирование производились аналогично процедурам приготовления растворов БСА.

В экспериментах использовались следующие виды УНТ: МУНТ типа «МУНТ-МД» «Таунит» тамбовского завода «Комсомолец» [12], и ОУНТ карбоксилированные типа «Паста к-ОУНТ-90» фирмы ООО «Углерод ЧГ» [13].

В качестве объектов исследований служили БТ: плоские образцы хрящей бычьей трахеи и свиной кожи, имевшие длину 25-30 мм, ширину 4-8 мм и толщину 0,5-1,5 мм. Перед началом ЛС образцы прикрепляли к специальной платформе, которая позволяла вращать и равномерно облучать их со всех сторон. В середине полоски образца делался сплошной поперечный прорез, поверхности которого смазывались БП, и они фиксировались на прежних местах под лицо. Для усиления соединения БТ в некоторых образцах на место шва накладывалась хирургическая сетка типа «Prolene» (рис. 1, 3а).

Источником ЛИ служил непрерывный диодный лазер «Скальпельный лазер» фирмы ООО НТО Иреполюс с оптоволоконным выводом излучения (длина волны генерации $\lambda_{\text{ген}} = 970$ нм). Процедура ЛС состояла в размещения на БП лазерного пятна, передвигаемого вдоль линии припоя (рис. 1, 4). В зависимости от состава припоя менялась продолжительность облучения (20-200 сек) при мощности излучения на волокне 10-20 Вт. Оптимальная t свариваемого участка тканей составляла 61-65 °C.

После проведения ЛС производились измерения прочности образцов на разрыв. Их концы закреплялись при помощи зажимов, на внутреннюю поверхность которых были приклеены наждачные бумаги, не допускающих выскользывание образцов. Приложенная сила измерялась цифровым динамометром типа AIGUZP-500N с разрешением 0,1 Н. Для каждого типа БП (например, БСА+МУНТ-МД, БСА+ОУНТ) измерение прочности проводились не менее, чем на 5 идентичных образцах одной и тоже БТ. Результатом измерения считался усредненное значение σ .

Величины σ сравнивались к прочности на разрыв σ_m соответствующих сплошных БТ. Для этого использовались контрольные образцы, которым придавались гантелевидная форма, что облегчало измерение их σ . Находилась относительная прочность ЛШ на разрыв как σ/σ_m . На рис. 1 представлена схема последовательных шагов при типичной ЛС БТ из свиной кожи, где в качестве БП была водная дисперсия: 25 мас.%БСА+0,1 мас.% МУНТ-МД. В таб. 1 приведены средние значения σ лазерных шов для различных БП и

БТ. Указаны также значения σ / σ_m . Во всех случаях мощность облучения была ~ 5 Вт/см², время облучения ЛИ варьировалось в интервале 50-200 с, а температура на ЛШ удерживалась на уровне 62 ± 1 °С.

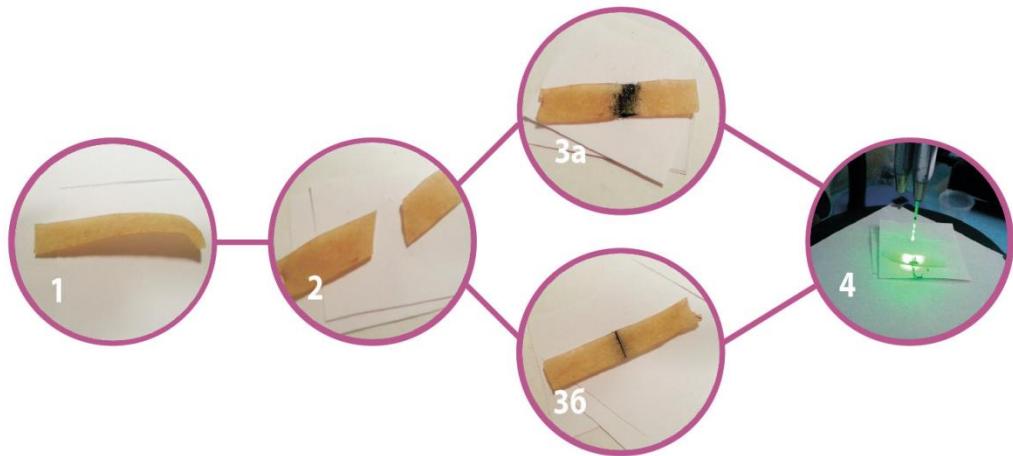


Рис. 1. Схема последующих шагов при ЛС БТ: свиная кожа, 1 – сплошной образец, 2 - разрезанный образец, 3а - ЛШ полученный при ЛС в случае использования БП и хирургической сеткой «Prolene», 3б - ЛШ полученный без применения хирургической сетки; 4 - вид процесса ЛС (зеленый цвет пилотного луча лазера).

Черный цвет на месте шва обусловлен естественным цветом припоя.

Из табл.1. видно, что измеренные σ , σ / σ_m свидетельствуют о значительном повышении прочности ЛШ при БП с УНТ. При этом литературные данные тех же величин на основе БП 47 мас. % БСА (свиная кожа *in vivo* [14]), 50 мас. % БСА (собачий кишечник *in vitro* [15]) многократно ниже значениям полученных нами. Видимо, такое сильное различие связано тем обстоятельством, что для ЛС нами были применены БП с УНТ, так как в цитируемых источниках они не были использованы.

Таблица 1

Составы лазерных БПев	Прочность на разрыв			
	Свиная кожа		Бычий хрящ	
	$\sigma_m = (12 \pm 4)$ МПа	$\sigma / \sigma_m, \%$	$\sigma_m = (6 \pm 2)$ МПа	$\sigma / \sigma_m, \%$
25 мас. % БСА	$0,25 \pm 0,1$	2,1	$0,3 \pm 0,1$	5
25 мас.% БСА + + 0,3 мас.% МУНТ	$1,8 \pm 0,3$	15	$1,9 \pm 0,6$	32
25 мас.% БСА + + 0,3 мас.% МУНТ + + хирург. сетка	$2,2 \pm 0,6$	18	$2,1 \pm 0,6$	35
25 мас.% БСА+ + 0,3 мас.% ОУНТ	$2,1 \pm 0,6$	17	$1,8 \pm 0,6$	30
25 мас.% БСА + + 0,3 мас.% ОУНТ + + хирург. сетка	$2,2 \pm 0,5$	18	$2,3 \pm 0,6$	38
БСА [14]	0,025-0,05	0,15-0,3	–	–
БСА [15]	0,43 (кишечник собаки)	–	–	–

В медицинской практике часто применяются хирургические сетки для повышения прочности соединения БТ. Аналогичный подход в случае ЛС дал незначительное дополнительное упрочнение на 3-8% соединения ткани. Один из разных причин такого слабого прироста σ , по-видимому, является недостаточная адгезия водной дисперсии БСА+УНТ на хирургическом сетке. Этот вывод подтверждается в картинках место шва, где использовалась сетка (рис. 2).

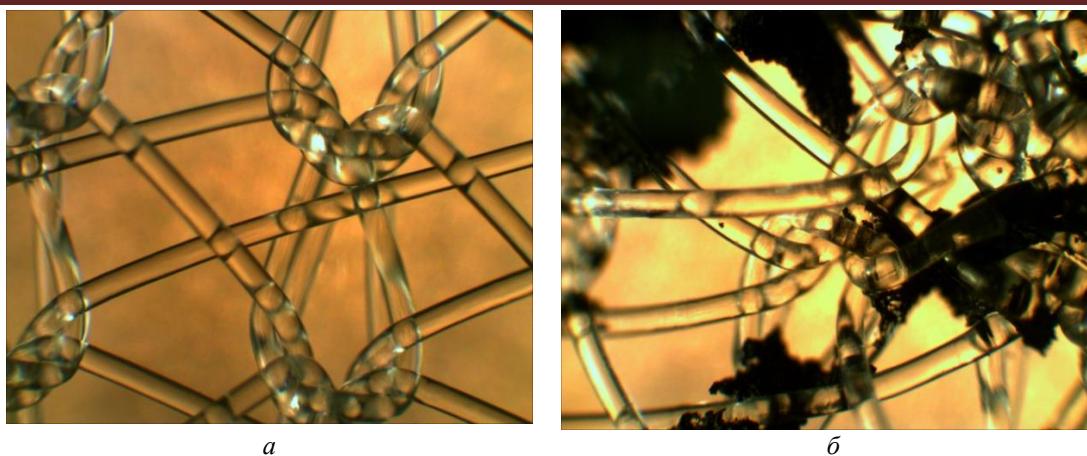


Рис. 2. Вид хирургической сетки «Prolene» (линейный размер ячейки сетки ~ 300 мкм): *а* – сетка до нанесения БП; *б* – сетка после ЛС с нанесенным БП.

Показанные нами положительные результаты можно отнести к режиму *in vitro*, но мы полагаем, что аналогичные опыты *in vivo* с БП содержащих наночастицы УНТ также дадут увеличение прочности ЛШ. Действительно, опыты подобные с нашими, показали что прочность ЛШ свиной кожи *in vivo* в значительно возросла через несколько недель после операции, приближаясь к прочности неповрежденной кожи, причем восстановление свойств кожи шло лучше, чем использовании обычной шовной техники [14].

Упрочнение материалов с помощью добавок УНТ хорошо известный факт, однако физическую картину упрочнения не всегда удается выяснить. В нашем случае упрочнение ЛШ при использовании УНТ связано с образованием в них нанокомпозита БСА+УНТ, механические свойства которого значительно выше, чем у альбуминовой матрицы. Исследования показали, что за счет небольшой добавки УНТ ($\sim 0,3$ мас.%) в качестве наполнителя в матрице БСА и после лазерной обработки водной дисперсии БСА+УНТ, создается композиционный наноматериал [16-18]. Этот 3D наноматериал со своими механическими и другими показателями (твердость по шкале Виккерса $H_v \sim 300 \div 350$ МПа, прочность на разрыв $\sigma \sim 30$ МПа) приближается к свойствам человеческой губчатой костной ткани ($H_v \sim 500$ МПа, $\sigma \sim 15 \div 50$ МПа).

По-видимому, физическая картина упрочнения материала определяется структурированием УНТ под действием лазерного излучения и, следовательно, образованием прочного нанотрубочного каркаса, на котором прикрепляются молекулы альбумина. Возможно, такой механизм действует при получении лазерного шва при лазерной сварке с применением биологических припоев на основе водной дисперсии альбумина и углеродных нанотрубок.

Таким образом, результаты работы демонстрируют потенциальные возможности применения лазерных биологических припоев для лазерной сварки биологических тканей и представляет большой интерес в медицинской практике.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке стипендии Президента Российской Федерации (СП-2477.2012.4).

Библиографический список

1. Omi T., Kawana S., et al. Lasers in Surgery and Medicine, 2003, 32, p. 46.
2. Sawyer P.N. Method for welding biological tissue. - US Patent No. 5,824,015.
3. Forer B., Vasilyev T., et al. Lasers in Surgery and Medicine, 2005, 9999, p. 1.
4. Shumalinsky D., Lobik L., et al. Journal of endourology, 2004, 18 (2), p. 177.
5. Марченко В.Т. Дис. на соис. уч. степ. д.м.н. Новосибирск. 2004. – 212 с.
6. Агеева С.А., Медведева В.А., Подгаецкий В.М., и др. Материалы XVIII международной научно-технической конференции «Лазеры в науке, технике, медицине», Москва, 2007, 18, с. 96.
7. Simhon D., Ravid A., Halpern M., et al. Lasers in Surgery and Medicine, 2001, 29, p. 265.
8. Mcnally K.M., Sorg B.S., Chan E.K. Lasers in Surgery and Medicine, 2000, 26, p. 346.
9. Bleustein C.B., Felsen D., Poppas D. P. Lasers in Surgery and Medicine, 2000, 27, p. 82.
10. Герасименко А.Ю., Губарьков О.В., Ичкитидзе Л.П. и др., Изв. Вузов Электроника. 2010, 4, с. 33.
11. Ичкитидзе Л.П., Комлев И.В., Подгаецкий В.М., и др., Патент РФ №2425700.
12. www.nanotam@yandex.ru
13. Krestinin A.V., Kharitonov A.P., et al. Nanotechnologies in Russia, 2009, 4 (1-2), p. 60.
14. Simhon D., Halpern M., et al. Annals of surgery, 2007, 245 (2), p. 206.
15. Bleustein C.B., Felsen D., et al. Lasers in Surgery and Medicine, 2000, 27(2), p. 82.
16. Ичкитидзе Л.П., Подгаецкий В.М., Пономарева О.В., Селищев С.В. Изв. вузов. Физика, 2010, № 3/2, с. 125.

17. Герасименко А.Ю., Дедкова А.А., Ичкитидзе Л.П., Подгаецкий В.М. Оптика и спектроскопия, 2013, 115(2), с. 326.
18. Ичкитидзе Л. П., Рындина Т.С., Селищев С. В., м др. Нано- и микросистемная техника, 2012, № 3, с. 13.

**BIOLOGICAL SOLDERS FOR LASER WELDING
OF BIOLOGICAL TISSUE**

Gerasimenko A.Y., Ichkitidze L.P., Podgaetsky V.M., Selishchev S.V.

National Research University of Electronic Technology “MIET”, MIET, Zelenograd, Moscow

The properties of biological solders (BS) for laser welding (LW) to compound biological tissues was investigated. As objects of cartilage tissue were tracheal samples of bovine and porcine skin. tensile strength of the laser seam (LS), ie splices biological tissues (BT) using BS and LW were measured. The BS based on aqueous dispersions of bovine serum albumin (BSA) as a template and with single-walled (SWCNTs) or multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs) with drugs allow to significantly increase the strength σ of the LS. BS composition of 25 wt.% BSA + 0.3 wt.% MWCNTs and 25 wt.% BSA + 0.3 wt.% SWCNTs provides $\sim \sigma / \sigma_m \sim 33\%$, where σ_m – solid strength fabric that is several times higher strength ($\sigma / \sigma_m \leq 5\%$) LS based on traditional BS to BSA. Surgical mesh type «Prolene» further increased σ to 10%.

The results demonstrate the potential of the use of laser biological solders for compounds of biological tissues.

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ МИКРОСКОПИИ ЦИТОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ**

Самородов А.В.

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, avs@bmstu.ru

Число онкологических больных неуклонно возрастает как во всем мире, так и в России. В 2012 году общее число стоящих в России на учете онкологических больных составило 2,1 % населения страны. Основную их долю составляют больные раком молочной железы (РМЖ). Среди женского населения России РМЖ является основной онкологической патологией по уровню заболеваемости и основной причиной смертности среди опухолей других локализаций [5].

Наиболее ответственным этапом предоперационной диагностики, как РМЖ, так и опухолей других локализаций, является цитологическое исследование, которое оказывает определяющее влияние на выбор метода лечения и прогноз [1]. В ходе цитологического исследования выполняются этапы взятия материала у пациента (как правило, методом аспирационной тонкоигольной биопсии), приготовления цитологического препарата (ЦП) и его микроскопического анализа, результатом которого является цитологическое заключение. В зависимости от задачи цитологического исследования цитологическое заключение включает морфологическое подтверждение рака, определение гистологического типа опухоли, степени ее дифференцировки, гормонального статуса рака.

В настоящее время критерии дифференциальной цитологической диагностики, используемые для формирования цитологического заключения, основаны на визуальной оценке морфологии биологических микрообъектов (БМО) под микроскопом. Описательный характер данных критериев, недостаточное количество анализируемых клеток, трудоемкость и, в результате, существенная зависимость результатов от квалификации цитолога, нехватка высококвалифицированного персонала являются основными причинами снижения достоверности цитологического заключения на практике.

Вопросы методологии проектирования аппаратно-программных комплексов для лабораторного анализа, формализации процесса интерпретации медицинских изображений и результатов измерений количественных параметров биопроб частично освещены в научно-технической литературе [4, 6, 7, 11, 13, 16]. J. Buttner выделены три уровня лабораторного исследования: технический, связанный с измерением количественных параметров биопробы, биологический, связанный с установлением факта наличия отклонений полученных результатов от нормы, и нозологический, не являющийся составной частью собственно лабораторного анализа, а связанный с клинической интерпретацией результатов биологического уровня. Отличительными особенностями автоматизированного микроскопического анализа ЦП являются наличие дополнительного этапа оценки качества ЦП, постановка задачи классификации отдельных БМО, включение нозологического уровня в качестве составной части микроскопического анализа (рисунок 1).



Рисунок 1 – Обобщенная функциональная схема биотехнической системы автоматизированной микроскопии цитологических препаратов (БТС АМЦП)

Достоверность цитологического заключения определяется качеством выполнения всех функций технического, биологического и нозологического уровней. При этом определяющее влияние на нее оказывает размер выборки БМО. В предположении, что цитологическое заключение представляет собой результат решения задачи бинарной классификации, в которой используется вектор признаков, подчиняющийся многомерному нормальному распределению, зависящие от размера выборки корреляционные матрицы признаков распознаваемых классов C_1 и C_2 при заданных уровнях ошибок 1-го (α) и 2-го (β) рода должны удовлетворять условию:

$$\Delta^T C_{12}^{-1} \Delta = z_\alpha \sqrt{\Delta^T C_{12}^{-1} C_1 C_{12}^{-1} \Delta} + z_\beta \sqrt{\Delta^T C_{12}^{-1} C_2 C_{12}^{-1} \Delta}, \quad (1)$$

где $C_{12} = C_1 + C_2$, Δ – вектор разностей средних значений векторов признаков распознаваемых классов.

Предположение о многомерном нормальном распределении вектора признаков часто является оправданным в случае использования в качестве признаков средних значений и СКО морфологических характеристик БМО, а также относительных концентраций БМО разного типа. Соотношение (1) позволяет определить размер выборки БМО N для решения конкретной диагностической задачи с учетом погрешностей оценки морфологических характеристик и вероятностей ошибочной классификации БМО, учитываемых в C_1 и C_2 .

Автоматизация микроскопического исследования ЦП предполагает автоматическую оценку качества анализируемого ЦП и выбор его области, пригодной для анализа. Качество ЦП определяется качеством мазка (качеством распределения клеток по поверхности предметного стекла с учетом качества взятия пробы) и качеством окрашивания. Указанные факторы могут быть автоматически оценены по результатам проверки пространственной стационарности изображений, представляющих собой профили распределения концентраций красителей в ЦП. Указанные профили являются результатом применения к регистрируемым микроскопическим изображениям ЦП метода цветовой деконволюции [14]. Пространственная стационарность проверяется по значению площади автокорреляции:

$$\hat{S}_{corr} = \frac{\iint_{\Omega} \hat{R}(x, y) dx dy}{\hat{R}(0,0)}, \quad (2)$$

где $\hat{R}(x, y)$ – автоковариационная функция изображения, Ω – область интегрирования.

В случае использования современных методов нанесения и распределения клеток по поверхности стекла – методов жидкостной цитологии, соблюдения методик окрашивания и использования калиброванной по цветопередаче видео-микроскопической системы, математическое ожидание значения площади автокорреляции

определяется областью интегрирования Ω , поверхностной плотностью БМО в монослое ЦП H_n , площадью ЦП на изображении (площадью «поля зрения») $A_{n.z.}$, средней площадью БМО $A_{БМО}$. В таблице 1 приведены автоматически проверяемые критерии качества ЦП и влияние результатов их проверки на возможность автоматического анализа ЦП («+» – критерий выполнен, «–» – критерий не выполнен).

Таблица 1.

Возможные результаты автоматической проверки качества ЦП

Критерий	Возможен автоматический анализ ЦП	Возможен автоматизированный анализ ЦП	Автоматизированный анализ ЦП невозможен			
Пространственная стационарность $\hat{S}_{corr} (\Omega = A_{n.z.})$	+	+	+	+	–	–
$E[\hat{S}_{corr}] = H_n A_{n.z.} A_{БМО} (\Omega = A_{n.z.})$	+	+	–	–	–	–
$E[\hat{S}_{corr}] = A_{БМО} (\Omega = 2A_{БМО})$	+	–	+	–	+	–

Одной из основных проблем автоматического обнаружения объектов на изображениях, является существенная нелинейность разделяющих классы «объект» и «не объект» поверхностей. В ранее проведенных исследованиях был предложен метод классификации FuzzyBoost, обеспечивающий итерационное построение квазилинейной алгоритмической композиции и пригодный для применения в указанных условиях [15]. Данный алгоритм включает в себя в качестве частных случаев такие алгоритмы, как AdaBoost, «наивный» Байесовский классификатор, линейный дискриминантный анализ и может также использоваться для решения задач классификации клеток и распознаваемых состояний на нозологическом уровне автоматизированного микроскопического анализа [8].

Обычным ограничением на применение аппаратно-программных комплексов (АПК) АМЦП в практике лечебно-диагностических учреждений является время автоматизированного анализа. С целью оперативного сбора выборки БМО нужного объема при проектировании АПК АМЦП выполняется оптимизация аппаратных и программных средств сканирования ЦП, включая параметры алгоритма автофокусировки [12].

В МГТУ им. Н.Э. Баумана с 2006 года был создан ряд АПК АМЦП. Их исследования совместно с ведущими научно-медицинскими организациями позволили сформировать комплексы морфологических характеристик исследуемых БМО, предложить алгоритмы формирования цитологических заключений и, в целом, автоматизировать решение таких задач, как определение гормонального статуса РМЖ по ЦП, подготовленным методом иммуноцитохимии [9], морфологическое подтверждение рака почки [2, 10] и определение степени дифференцировки РМЖ [3] по ЦП, окрашенным на области ядрышкового организатора, скрининг анемии по мазкам крови и др. Текущей задачей в данной области является решение вопроса метрологического обеспечения АПК АМЦП, а также развитие областей применения не только в цитологии, но и в гистологии, создание интегрированных систем поддержки врачебных решений.

Библиографический список

1. Волченко Н.Н. Цитологический метод в диагностике опухолей и опухолеподобных процессов. URL: <http://www.oncology.ru/specialist/anatomy/cytology/cytometod/index.htm>
2. Волченко Н.Н., Мельникова В.Ю., Спиридовон И.Н., Самородов А.В., Славнова Е.Н. Значение аргентофильных белков областей ядрышковых организаторов в цитологической диагностике рака почки // Российский онкологический журнал. 2007. №5. С.37-39.
3. Волченко Н.Н., Спиридовон И.Н., Славнова Е.Н., Самородов А.В., Полянская М.Г. Компьютерный анализ текстуры изображений ядер в определении степени дифференцировки инвазивного протокового рака молочной железы. Медицинская технология. М.: ФГУ «МНИОИ им. П.А. Герцена Росмедтехнологий», 2009. 14 с.
4. Ершов Ю.А., Щукин С.И. Основы анализа биотехнических систем. Теоретические основы БТС: учеб. пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. 526 с.
5. Злокачественные новообразования в России в 2012 году (заболеваемость и смертность) / Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. М.: ФГБУ «МНИОИ им. П.А. Герцена» Минздрава России, 2014. 250 с.
6. Медовый В.С., Парпара А.А., Соколинский Б.З., Демьянов В.Л. Состав оборудования и системная платформа комплексов автоматизированной микроскопии. // Медицинская техника. 2007. № 2. С.29-36.
7. Попечителев Е.П. Системный анализ медико-биологических исследований. Саратов: Науч. книга, 2009. 366 с.
8. Самородов А.В. Особенности построения мультиклассификаторов на основе методов интеграции решений // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение. Спец. выпуск № 3 «Биометрические технологии». 2012. С.94-104.

9. Самородов А. В., Артюхова О. А., Добролюбова Д. А., Клименко Н. С., Амелькина Е. Ю., Войнова Н. А., Славнова Е. Н. Автоматизированный комплекс определения гормонального статуса рака молочной железы методом иммуноцитохимии // Наука и образование: электронное научно-техническое издание. Эл № ФС 77-48211. 2013. № 12. URL: <http://technomag.bmstu.ru/doc/628098.html>.
10. Симонова К.С., Самородов А.В., Спиридовон И.Н. Система вычислительной диагностики на основе анализа изображений цитологических препаратов почечного эпителия в онкоцитологии // Наука и образование. Электронное научно-техническое издание. 2011. №10. С.1-11. (№77-30569/259835)
11. Спиридовон И. Н. Особенности проектирования систем дешифрирования медицинских изображений // Биомедицинская радиоэлектроника. 1999. №6. С.26-38.
12. Artyukhova O.A., Samorodov A.V. Investigation of image sharpness characteristics in the field of automated microscopy of cytological preparations // Pattern Recognition and Image Analysis. 2011. Vol.21, No.2. P.171-175.
13. Buttner J. Laboratory findings: structure, validity and significance for medical cognitive processes. // Eur. J. Clin. Chem. Clin. Biochem. 1991. Vol.29, No.8. P.507-519.
14. Ruifrok A.C., Johnston D.A. Quantification of histochemical staining by color deconvolution // Anal Quant Cytol Histol. 2001. No.4. P. 291-299.
15. Samorodov A.V. Application of a fuzzy integral for weak classifiers boosting // Pattern Recognition and Image Analysis. 2011. Vol.21, No.2. P.206–210.
16. Samorodov A.V. Building intelligent systems for the analysis of microscopic images in medicine and biology // Pattern Recognition and Image Analysis. 2013. Vol.23, No.4. P.508-511.

ASPECTS OF BIOTECHNICAL SYSTEMS FOR AUTOMATED MICROSCOPY OF CYTOLOGICAL PREPARATIONS DESIGN

Samorodov A.V.

Bauman Moscow State Technical University, avs@bmstu.ru

Problems of accuracy increase in cytological diagnostics and of hardware-software complexes for automated microscopy analysis of cytological preparations design are considered. Formula defining relationship between sample size and diagnostic errors of the first and second kind rates is deduced. Method for automated cytological preparation quality control by captured microscopic images is suggested. Short summary of results of BMSTU developments in the field of microscopic analysis of cytological preparations automation is given.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДАТЧИКИ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ (≤ 10 пТл) В МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ

Ичкитидзе Л.П.¹, Преображенский Р.Ю¹, Гаврюшина М.Л.²

1 - Национальный исследовательский университет «МИЭТ», МИЭТ, Зеленоград, Москва,

2 - ОАО «Базовые технологии», ул. Ивана Франко, д.4, 121108, Москва

leo852@inbox.ru

Биомагнитные поля, генерируемые органами человеческого организма, в основном лежат в области 10 пТл – 1 фТл, являются ультраслабыми, и регистрируются сверхчувствительными ДМП. В настоящей работе рассматриваются наиболее перспективные ДМП в области медицинской диагностики. ДМП систематизированы по двум типам: работающие при комнатных температурах – I тип, и требующие криогенного охлаждения – II тип. Вкратце описаны физические принципы работы и возможности их использования, а также приведены некоторые расчетные и экспериментальные характеристики: разрешение по магнитному полю δB , разрешение по магнитному потоку $\delta\phi$, энергетическое разрешение ε , динамический диапазон измерения D_r и др.

I тип

1.1. В начале этого века на коммерческой основе начали выпускаться атомные МЛН объемом рабочей ячейки порядка 1 см³. Для МЛН с объемом ячейки 4×19×40 мм³, содержащего атомы калия, и при использовании циркулярно-поляризованных лазерных диодов, достигнуто разрешение на уровне собственных магнитных шумов $B_n \sim 7$ фТл/Гц^{1/2}, $\varepsilon \approx 7 \times 10^{-29}$ Дж/Гц в конфигурации «магнитометр» и $B_n \sim 0,54$ фТл/Гц^{1/2}, $\varepsilon \approx 7 \times 10^{-31}$ Дж/Гц в конфигурации «градиентометр» [1]. В обеих конфигурациях пространственное разрешение $\delta l \sim 1,5$ см.

Наиболее чувствительными являются МЛН с атомами со свободной спин-обменной релаксацией [2]. Было продемонстрировано $B_n \sim 1$ фТл/Гц^{1/2} с возможностью уменьшения собственного шума до фундаментальной границы 0,01 фТл/Гц^{1/2}. Применение атомных магнитометров для биомедицинских исследований возможно в двух конфигурациях. Первая предполагает помещение человека в экранированную среду, как описано в [3]. Вторая конфигурация - использование миниатюрных интегральных атомных

магнитометров [4]. Системы этого типа не требуют экранирования среды и позволяют реализовать высокое пространственное разрешение за счет малого размера датчика.

1.2. Разработаны и выпускаются многочисленные датчики магнитного поля на эффектах магнитосопротивления, например: анизотропное магнитосопротивление (АМС), гигантское магнитосопротивление (ГМС), туннельное магнитосопротивление (ТМС), экстраординарное магнитосопротивление (ЭМС) и др. Коммерческие датчики НМС1001 (фирма «Honeywell», [5]), имеют $\delta B \sim 3$ нТл, $D_r \sim 100$ дБ и пригодны для неинвазивного обнаружения ферромагнитных предметов в биомедицинских объектах, однако для регистрации биомагнитного поля их разрешения δB недостаточны.

На эффекте ЭМС продемонстрирован датчик, в котором в качестве источников основных шумов допускаются только тепловые шумы Джонсона [6]. Эти датчики имеют размеры меньше, чем $50 \times 50 \text{ мкм}^2$, их разрешения $\delta \phi \sim 10^{-6} \phi_0$ и $\delta l < 50 \text{ мкм}$. Здесь $\phi_0 \approx 2 \cdot 10^{-15} \text{ Вб}$ – квант магнитного потока. Планируется уменьшение собственного шума до уровня $B_n \leq 1 \text{ пТл}/\text{Гц}^{1/2}$, что позволит их использовать как ДМП в магнитокардиографии.

1.3. Уровни $\delta B \sim 100$ пТл, $D_r \sim 70$ дБ достигаются в феррозондовых ДМП с МЧЭ из однодоменного монокристаллического пермаллоя. Они непосредственно измеряют абсолютные значения проекции магнитного поля, и их значения позволяют регистрировать скопления ферромагнитных частиц в биомедицинских объектах [7]. К недостаткам таких ДМП можно отнести большие размеры и ограниченный динамический диапазон.

II тип

2.1. В СКВИДах на основе высокотемпературных сверхпроводящих (ВТСП) материалов системы Y-Ва₂Си-О с рабочей температурой $T_w \sim 77$ К реализованы разрешения $\delta \phi \sim 10^{-5} \div 10^{-6} \phi_0$, $\delta B \sim 10^{-14} \div 10^{-13}$ Тл и $\varepsilon \sim 10^{-27}$ Дж/Гц, что в несколько раз хуже, чем в СКВИДах на основе низкотемпературных сверхпроводящих материалов (НТСП). Например, на основе ниobia Nb с $T_w \sim 4$ К: $\delta \phi \sim 10^{-6} \div 10^{-7} \phi_0$, $\delta B \sim 10^{-15}$ Тл, $D_r \geq 140$ дБ. Для них расчетное ε достигает рекордно низкого значения $\sim 10^{-32}$ Дж/Гц, а опытное $\varepsilon \sim 10^{-30}$ Дж/Гц.

Коммерческие СКВИДы имеют разные показатели: шумовые, т.е. разрешения по магнитному полю и по магнитному потоку (B_n и $\delta \phi_n$), размеры (площадь поверхности $\geq 30 \text{ мм}^2$, пластинки толщиной $\leq 4 \text{ мм}$), рабочие температуры, число проекций регистрируемого магнитного поля, материалы исполнения и ценовой диапазон (таб.1). Как обычно ВТСП СКВИДы в несколько раз дороже, чем НТСП СКВИДы. Эта разница в цене существенно сказывается в системах, в которых количество СКВИДов может достигать нескольких сотен (коммерческий магнитоэнцефалограф Elekta Neuromag, число СКВИДов более 300 [8]).

2.2. Магнитомодуляционные магнитометры (МММ) подобны феррозондовым датчикам, но в качестве МЧЭ имеют стержни из керамических ВТСП-материалов в виде «Джозефсоновская среда». МММ при $T_w \sim 77$ К характеризуются приемлемой абсолютной магниточувствительностью ($\geq 10^5$ В/Тл), значениями $\delta B \geq 10^{-13}$ Тл и $\delta \phi \geq 10^{-4} \phi_0$, но уступают СКВИДам. Однако они значительно дешевле, чем СКВИДы, могут непосредственно измерять абсолютное значение магнитного поля, чего не делают СКВИДы.

Таблица 1.

Параметр/ Наименование	Tri stan LSQ/20 [9]	Tr istan HTM-8 [9]	Cry o GA1165 [10]	Cryo M100 0 [10]
$B_n, \text{ фТл}/\text{Гц}^{1/2}$	<1	50	2	100
$\delta \phi_n, \text{ мкФо}/\text{Гц}^{1/2}$	1	8	2	10
Размеры, мм	7.2 x 7.2	8x 8	6x6	9x9
$T_w, \text{ К}$	0 – 7	77	0 – 6	77
Материал	Nb- Al-AlOx- Nb	Y BCO	Nb- Al-AlOx- Nb	YBC O
Стоимость, \$	350 0	35 00	1645	2510

Дальнейшее совершенствование технологии материалов в форме «Джозефсоновская среда» и дизайна МММ приблизит их параметры к параметрам СКВИДов.

2.3. Активно разрабатываются комбинированные ДУСМП на основе материалов «сверхпроводник (концентратор магнитного поля КМП)/несверхпроводник (МЧЭ)», в частности: ВТСП/ГМС, НТСП/ГМС и т.д. (рис. 2). В комбинации «пленка НТСП /ГМС» реализовано $\delta B \sim 1 \text{ фТл}$ при $T_w \sim 4 \text{ К}$ [11], что заметно лучше по сравнению с разрешением ВТСП СКВИДов.

2.4. В работах [12,13] предложено наноструктурирование сверхпроводящих пленочных активных полос КМП в комбинированном ДМП. При разбиении активной полосы КМП в виде параллельных сверхпроводящих ветвей и прорезей с ширинами в диапазоне 20-1400 нм (рис. 1), значительно улучшаются параметры комбинированного ДМП. Например, δB уменьшается более чем на порядок, а D_r расширяется в несколько раз

по сравнению с ДМП со сплошными (неструктурированными) КМП. Он может иметь параметры на уровне ВТСП СКВИДов ($\varepsilon \sim 10^{-27}$ Дж/Гц), близок к параметрам НТСП СКВИДов ($B_n \sim 1$ фТл/Гц $^{1/2}$), а цена такого ДМП в несколько раз меньше.

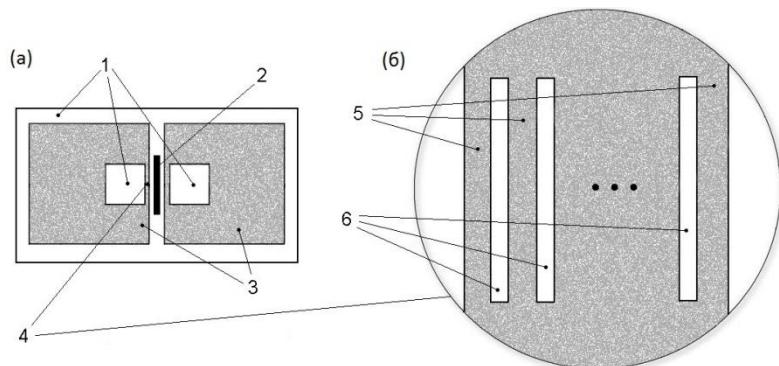


Рис.1. Типичный вид комбинированного ДМП: (а), 1 – подложка, 2 – МЧЭ, 3 – сверхпроводящее кольцо, 4 – активная полоса КМП; (б), активная полоса КМП, 5 – сверхпроводящие ветви, 6 – разрезы.

Таким образом, из I типа ДМП подходящими являются атомные магнитометры с лазерной накачкой в магнитокардиографии, а из II типа ДМП – СКВИДы как в магнитокардиографии, так и магнитоэнцефалографии. Ожидается появление коммерческих комбинированных ДМП сnanoструктурными элементами и параметрами, не уступающими ВТСП СКВИДам, но более надежных и дешевых.

Библиографический список

1. Kominis I.K., T. W. Kornack T.W. *Nature*, 2003, 422, p. 596.
2. Wikswo J.P. *Phys. Today*, 2004, 57, p. 15.
3. Budker D., Romalis M. *Nature Physics*, 2007, 3(4), p. 227.
4. Sander T.H., Preusse J., et al. *Biomedical optics express*, 2012, 3(5), 981.
5. Маргелов А. Новости электроники, 2006, 10, 1, с. 2006.
6. Möller C.H., Kronenwerth O., et al. *Appl. Phys. Lett.*, 2004, 84(17), p. 3343.
7. Пришепов С.К, Власкин К.И. Научное приборостроение, 2011, 21, с. 151.
8. supracon.com
9. tristantech.com
10. starcryo.com
11. Pannetier-Lecoeur M., Parkkonen L. et al. *Appl. Phys. Lett.*, 2011, 98, p. 153705.
12. Ichkitidze L.P. *AIP Advances*, 2013, 3(6), p. 062125.
13. Ichkitidze L.P, Mironyuk A.N. *Physica C*, 2012, 472(1), p. 55.

PROMISING MAGNETIC FIELDS (≤ 10 pT) SENSORS IN MEDICAL DIAGNOSTICS

Ichkitidze L.P.¹, Preobrazhensky R. Y.¹, Gavrushina M.L.²

¹National Research University of Electronic Technology “MIET”, MIET, Zelenograd, Moscow

² Bazovye Technologii JSC, Ivana Franko str., 4, Moscow

Magnetic field sensors (MFS) promising for medical diagnostics are considered. MFS are grouped into two types: I – sensors working at room temperature; II – sensors needing for a cryogenic cooling. It was noted that the optical pumped atomic magnetometers have the most appropriate parameters among sensors of type I, and SQUIDS have such parameters among sensors of type II. It was also emphasized that combined MFS composed of a superconducting film as a magnetic field concentrator (MFC) and a giant magnetoresistive (GMR) structure as a magnetosensitive element (MSE).



АВТОМАТИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КУЛЬТУР КЛЕТОК, ИНФИЦИРОВАННЫХ ХЛАМИДИЯМИ, ВО ФЛУОРЕСЦЕНТНОМ МИКРОСКОПЕ

Артюхова О.А.¹, Самородов А.В.¹, Кост Е.А.², Диденко Л.В.², Зигангирова Н.А.²

1 - Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана,

2 - НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи Минздрава РФ

artyukhova@bmstu.ru, avs@bmstu.ru, lkostt@gmail.com, lyubov_didenko@mail.ru, zigangirova@mail.ru

Хламидийная инфекция, вызываемая *Chlamydia trachomatis*, занимает первое место в общей структуре заболеваемости инфекциями, передаваемыми половым путем, являясь причиной более 100 млн. новых случаев заболевания ежегодно во всем мире. Помимо чрезвычайно высокого уровня распространенности урогенитального хламидиоза (УГХ), ситуация осложняется тем, что это заболевание часто имеет бессимптомное течение, в результате чего переходит в хронические формы и приводит к различным осложнениям, таким как бесплодие, внутриутробное инфицирование и патология плода, синдром Рейтера и пр. [1, 2]. Успешная организация борьбы с данным заболеванием возможна лишь при условии его своевременного выявления и правильного подбора медикаментов. Учитывая многообразие клинических форм УГХ, порой протекающих без специфической симптоматики, выявление инфекционного процесса и выбор антибактериальных препаратов представляют значительные трудности. В этой связи решающее значение приобретают методы лабораторной диагностики [1, 3].

Использование активно развивающихся в настоящее время молекулярно-генетических методов, в частности ПЦР-анализа, не обеспечивает решения таких задач, как определение чувствительности бактерий к антибиотикам, и не всегда позволяет получить точную информацию об эффективности применяемой терапии. Это связано с невозможностью однозначной оценки жизнеспособности и патогенности микробной клетки на основании выявления фрагмента ее генома в биопробе, что приводит к неадекватной интерпретации результатов ПЦР анализа в клинической практике [4].

Одним из основных методов диагностики хламидиоза и анализа действия антибактериальных веществ, включая подбор терапии, является культуральный метод [1, 3]. Он заключается в пассаже возбудителя в культуре клеток (КК) (обычно фибробластов) и последующем выявлении хламидий методом прямой иммунофлуоресценции с использованием видоспецифических моноклональных антител к главному белку внешней мембраны (major outer membrane protein, MOMP), меченных флуоресцентным красителем – флуоресцеин изотиоцианатом (ФИТЦ). Исследование препаратов проводится с помощью светового микроскопа с флуоресцентной приставкой или реже конфокального микроскопа.

В настоящее время исследование препаратов инфицированных культур клеток осуществляется визуально врачом-лаборантом. При решении задач диагностики определяется факт наличия или отсутствия хламидийных включений в клетках, при этом для постановки диагноза достаточно обнаружения одного включения в препарате. При оценке эффективности действия антибактериальных веществ исследуется серия препаратов, приготовленных при различных дозах и сроках введения лекарственного вещества. По каждому препарату проводится анализ степени инфицирования клеток путем подсчета количества включений единиц (ВОЕ) в единице объема пробы на основе расчета доли инфицированных клеток в препарате и путем качественной оценки размеров хламидийных включений. Указанные показатели позволяют охарактеризовать эффективность антибактериального вещества в зависимости от дозы и сроков его введения.

Несмотря на то, что культуральное исследование на сегодняшний день является одним из основных методов решения большинства задач изучения хламидийной инфекции, его результаты, полученные в ходе визуального микроскопического анализа препаратов, не могут быть признаны достоверными. Основная причина этого заключается в малой выборке визуально анализируемых клеток, в первую очередь, из-за негативного воздействия флуоресценции на зрение проводящего исследование врача-лаборанта, а также из-за высокой трудоемкости и большого времени анализа одного препарата.

Разработка автоматизированных методов исследования препаратов инфицированных культур клеток по их микроскопическим изображениям позволит повысить достоверность результатов культурального анализа, сократить время исследования и тем самым расширить сферу его практического применения.

Для решения этой задачи ранее нами был разработан алгоритм автоматической сегментации зарегистрированных во флуоресцентном микроскопе изображений культуры клеток, инфицированных хламидиями, и проведено его исследование [5, 6]. Данный алгоритм заключается в локальной адаптивной пороговой бинаризации по методу Ниблэка изображения клеток, построенного в канале V цветового пространства HSV, и изображения включений внутриклеточных паразитов, построенного по модифицированному методу цветовой деконволюции.

В исследовании были использованы препараты инфицированных хламидиями клеточных культур, приготовленные в лаборатории хламидиозов ФГБУ НИИЭМ им. Н.Ф. Гамалеи МЗ РФ (зав. лабораторией – д.б.н., проф. Н.А. Зигангирова). Изображения данных препаратов регистрировались во флуоресцентном микроскопе в лаборатории анатомии микроорганизмов НИИЭМ им. Н.Ф. Гамалеи (зав. лабораторией – д.м.н., проф. Л.В. Диденко). Пример результатов сегментации данных изображений с использованием предложенного алгоритма приведен на рисунке 1. Поскольку исследуемые клетки – фибробlastы – на препарате зачастую расположены вплотную друг к другу, а их форма и размер могут существенно изменяться в зависимости от их физиологической активности, подсчет единичных клеток в поле зрения препарата невозможен. Между тем, хламидийные включения располагаются изолированно или с небольшим наложением, обеспечивающим возможность автоматического выделения границ отдельных включений. Таким образом, результатом сегментации изображений исследуемых препаратов является совокупность областей изображения, на которых присутствуют группы соприкасающихся клеток либо единичные клетки, и совокупность отдельных хламидийных включений на изображении поля зрения препарата.



Рисунок 1 – Результаты автоматической сегментации флуоресцентно-микроскопических изображений препаратов хламидий в культуре клеток: а) результат сегментации изображения с клетками, образующими монослой; б) пример результата сегментации препарата с плотно расположенными клетками

Исследование предложенного алгоритма сегментации было направлено на определение относительных погрешностей сегментации клеток и хламидийных включений по площади, а также на расчет обусловленных ошибками сегментации вероятностей обнаружения и ложного обнаружения хламидийных включений. Результаты исследования показали, что относительная погрешность определения площади хламидийных включений не превышает 3 %, а относительная погрешность определения площади клеток не превышает 5,2 % с уровнем доверия 95 %. Обусловленные ошибками сегментации вероятность ложного обнаружения хламидийных включений не выше $P_{ложнобихл}^{сегм} = 0,3\%$, а вероятность обнаружения хламидийных включений – не ниже $P_{обихл}^{сегм} = 99,9\%$.

Таким образом, результаты автоматической сегментации изображений препаратов инфицированных культур клеток позволяют решить диагностическую задачу – достоверно установить факт инфицирования клеток – по наличию в них хламидийных включений. Для оценки эффективности действия антибактериальных веществ в качестве количественных параметров, характеризующих степень инфицирования клеток, нами было предложено использовать следующие:

- среднее значение и среднеквадратичное отклонение площади хламидийных включений;
- поверхностная плотность хламидийных включений в препарате, рассчитываемая как отношение числа присутствующих в препарате хламидийных включений к общей площади клеток в препарате.

При этом предполагалось, что поверхностная плотность хламидийных включений может являться косвенной оценкой количества ВОЕ. Для проверки этой гипотезы по 35 верифицированным изображениям шести препаратов с широким диапазоном доли инфицированных клеток осуществлялся визуальный экспертный подсчет доли инфицированных клеток. Также эти изображения подвергались автоматической сегментации, по результатам которой рассчитывалась поверхностная плотность хламидийных включений в клетках. В Таблице 1 приведены значения доли инфицированных клеток, определенной визуально экспертом, и поверхностной плотности хламидийных включений, автоматически рассчитанной с использованием разработанного алгоритма сегментации.

Таблица 1 – Сравнение результатов визуального и автоматического расчета параметров инфицированных хламидиями культур клеток

№ препарата	Доля инфицированных клеток, определенная визуально, %	Поверхностная плотность хламидийных включений, рассчитанная автоматически, 10^{-4} вкл./мкм ²
1	9,09	2,09
2	45,45	14,02
3	90,53	14,04
4	65,77	13,10
5	63,37	12,27
6	91,60	14,69

Как показал статистический анализ полученных данных, существует значимая корреляция ($r = 0,85$; $\alpha = 0,05$) между результатами визуального экспериментного и автоматизированного анализов препаратов, что подтверждает пригодность поверхностной плотности хламидийных включений для практического применения в качестве косвенной оценки числа ВОЕ.

Предложенные количественные характеристики хламидийных включений использовались в ходе проводимого в лаборатории хламидиозов НИИЭМ им. Н.Ф. Гамалеи эксперимента. Цель эксперимента заключалась в анализе действия на инфицированную культуру клеток низкомолекулярного гетероциклического

соединения, ингибирующего рост *C. trachomatis*, разработка которого проводится в данной лаборатории. На рисунках 2 – 4 представлены зависимости предложенных количественных характеристик: средней площади, СКО площади и поверхностной плотности хламидийных включений от сроков и дозы введения лекарственного вещества.

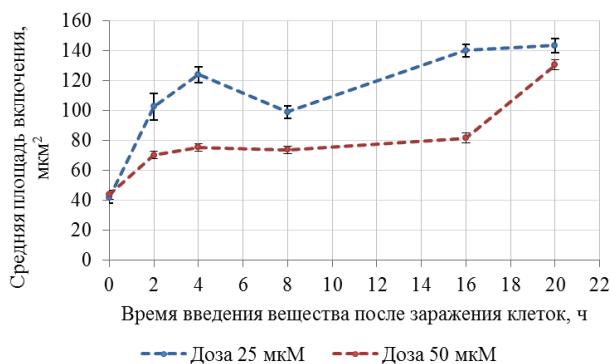


Рисунок 2 – Зависимость средней площади хламидийных включений от времени введения антибактериального вещества после заражения и от дозы введенного антибактериального вещества

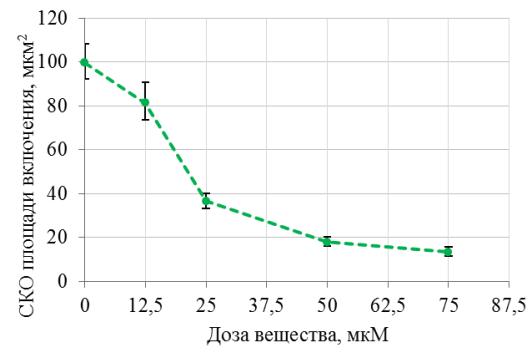
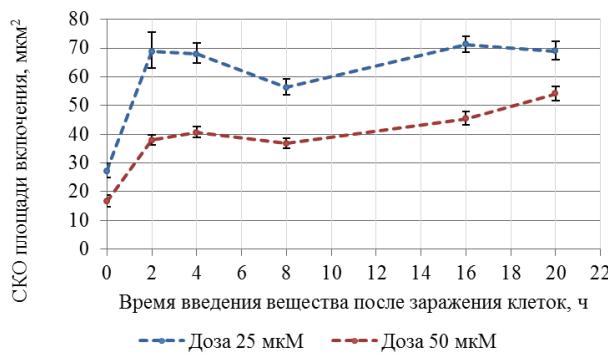
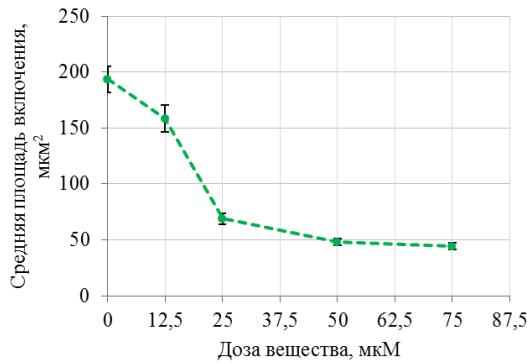


Рисунок 3 – Зависимость СКО площади хламидийных включений от времени введения антибактериального вещества после заражения и от дозы введенного антибактериального вещества

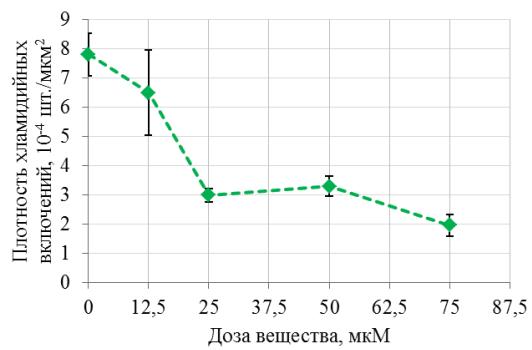
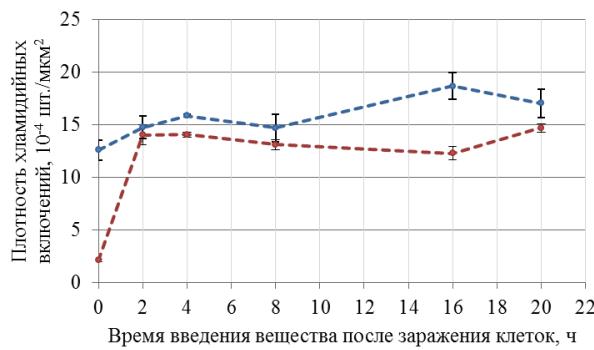


Рисунок 4 – Зависимость поверхностной плотности хламидийных включений от времени введения антибактериального вещества после заражения и от дозы введенного вещества

Приведенные графики иллюстрируют развитие хламидийной инфекции под действием исследуемого антибактериального соединения. Тот факт, что предложенные количественные параметры статистически достоверно изменяются в зависимости от дозы лекарственного вещества и сроков его введения, демонстрирует их информативность и пригодность для количественного описания степени инфицирования клеток в задачах исследования эффективности антибактериальных веществ.

Библиографический список

1. Якубович А. И., Корепанов А. Р. Урогенитальный хламидиоз. – Иркутск: Полиграфический центр «РИЭЛ», 2007. – 108 с.

2. Кубанова А.А. и соавт. Современные подходы к диагностике и терапии латентной хламидийной инфекции урогенитального тракта // Вестник дерматол. и венерол. 2004. -№3. - С.6-10.
3. Гранитов В. М. Хламидиозы. М.: Медицинская книга; Н. Новгород: Изд-во НГМА, 2002. 192 с.
4. Риджуэй Г. Л. Насколько актуальна резистентность Chlamydia trachomatis к антибиотикам? // Клин. микробиол. и антимикробная химиотерапия. 2000. № 2. Т. 2. С. 110.
5. Артюхова О.А., Самородов А.В. Разработка алгоритма автоматической сегментации флуоресцентно-микроскопических изображений препаратов клеточных культур для задач микробиологии // Наука и образование: электронное научно-техническое издание. Эл № ФС 77-48211. – 2013. – № 6. URL: <http://technomag.edu.ru/doc/574140.html>
6. Артюхова О.А., Самородов А.В. Исследование алгоритма автоматической сегментации флуоресцентно-микроскопических изображений препаратов культур клеток, инфицированных хламидиями // «Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине – 2013»: материалы ежегодной Всероссийской научной школы-семинара / под ред. проф. Д.А. Усанова, Саратов (Россия), 6–8 ноября 2013 г. – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2013. – С. 121-124.

AUTOMATION OF RESEARCH OF CELL CULTURES INFECTED WITH CHLAMYDIA USING FLUORESCENCE MICROSCOPE

Artyukhova O.A.¹, Samorodov A.V.¹, Kost E.A.², Didenko L.V.², Zigangirova N.A.²

¹Bauman Moscow State Technical University,

²Gamaleya Research Institute for Epidemiology and Microbiology Ministry of Health of RF,

artyukhova@bmstu.ru, avs@bmstu.ru, lkostt@gmail.com, lyubov_didenko@mail.ru, zigangirova@mail.ru

The paper presents the automated method elaboration results for investigation of cell cultures infected with chlamydia by fluorescent microscopic images. The method employs image segmentation into regions of cells and chlamydial inclusions and calculation of their quantitative characteristics. The obtained results demonstrate the applicability of the developed method for evaluation of drugs effectiveness regarding the suppression of chlamydial growth in vitro.



АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ПОИСК ФРАГМЕНТОВ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ПО ИЗОБРАЖЕНИЯМ УЗИ И ТРУЗИ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Бурмака А.А., Говорухина Т.Н., Разумова К.В., Серегин С.П.

ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет», kstu-bmi@yandex.ru

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время успехи в диагностике и лечении заболеваний предстательной железы обусловлены, в частности, использованием промышленных автоматизированных рабочих мест врача, с помощью которых осуществляется трансабдоминальное ультразвуковое исследование простаты (УЗИ) с использованием конвексного датчика 2-5 МГц или трансректальное ультразвуковое исследование (ТРУЗИ). Развитие наиболее часто встречающихся заболеваний предстательной железы (доброкачественной гиперплазии – ДГПЖ, рака – РПЖ и простатита острого и хронического, кисты, камней в простате) связано с патоморфологическими изменениями в определенных зонах железы, впервые описанными гистологом и урологом J.E. McNeal в 1981 году [1]. Знание врачом зональной анатомии по J.E. McNeal способствует более точной топической и дифференциальной диагностике заболеваний простаты. При этом основными показаниями к исследованию являются:

- ДГПЖ (синоним: аденома предстательной железы), где с помощью трансабдоминального исследования можно определить объем железы, наличие ДГПЖ, направление роста гиперплазированной ткани, объем остаточной мочи (для проведения дифференциального диагноза преренальной или ренальной анурии и острой задержки мочи на фоне инфравезикальной обструкции);

- подозрение на абсцесс предстательной железы.

Относительными показаниями являются [1]: подозрение на РПЖ, простатит, бесплодие, неуточненные по локализации опухоли и воспалительные процессы малого таза.

Более точно в этих случаях диагноз устанавливается с помощью ТРУЗИ.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Повышение достоверности в диагностике текущего состояния предстательной железы при использовании аппаратных средств УЗИ и ТРУЗИ в настоящее время во многом зависит от личного опыта исследователя, умения идентифицировать сложноструктурные статичные изображения простаты и определять наличие и развитие патологии, особенно, на раннем этапе. В то же время многочисленные публикации в этой области теоретической и практической направленности содержат большое число

методического и фактического материала, который может стать основой для построения алгоритмов автоматизации процессов поиска и распознавания ситуаций в каждом конкретном случае исследования состояния предстательной железы.

Распознавание и идентификация ситуации по сложноструктурируемым многоэлементным статичным изображениям УЗИ и ТРУЗИ при использовании существующих приемов [2] требует от исследователя применения глубоких познаний, полученных в результате накопленного опыта, позволяющего по результатам многофакторного анализа изображений принимать решение в данной предметной области. С целью сокращения времени анализа и повышения достоверности информации, как поддержки принятия решения, необходимы поиск и разработка путей и алгоритмов автоматизации процесса исследования с использованием и совершенствованием базы знаний в области заболеваний предстательной железы.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

Одним из путей, позволяющих врачу-урологу поставить верный диагноз, особенно, на ранних стадиях заболевания предстательной железы, может стать автоматизация поиска информативных фрагментов патологических изменений по изображениям, полученным при ультразвуковых исследованиях.

При проведении исследований оценивается множество признаков, которые можно трактовать как отклонение от нормы здоровой ткани и, таким образом, свидетельствовать о наличии факта заболевания предстательной железы. В общем виде анализ изображения простаты проводится по количественным и качественным характеристикам [3]:

- размеры: передне-задний 1,8-2,4 см; поперечный – 2,7 – 4,5 см; верхне-нижний – 2,4-4,1 см; объем – до 20 см³, симметричность, ровность контуров;

- характеристики эхоструктуры: однородность ((рисунок 1 а, б) характерна для железы в нормальном состоянии, но может служить признаком при некоторых заболеваниях); диффузные уплотнения (зоны повышенной эхогенности без четких границ на фоне однородной структуры); очаговые уплотнения (участки с плотностью выше, чем у капсулы железы); зоны сниженной эхогенности (могут быть с четкими и нечеткими границами).

Основными патологиями, в основном качественного характера, которые можно выявить при УЗИ и ТРУЗИ простаты, являются:

- гиперплазия (увеличение железы в размерах из-за распространения её тканей);

- аденома ((рисунок 2) доброкачественная гиперплазия, где помимо увеличения железы отмечается появление в ней аденоматозных узлов);

- камни простаты ((рисунок 3) мелкие конкременты, образующиеся в протоках железы);

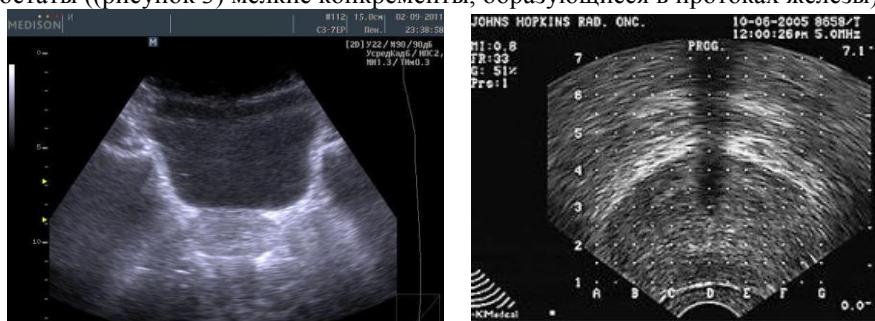


Рисунок 1. - Нормальная ультразвуковая картина предстательной железы

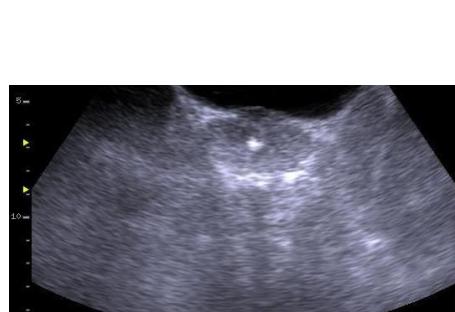
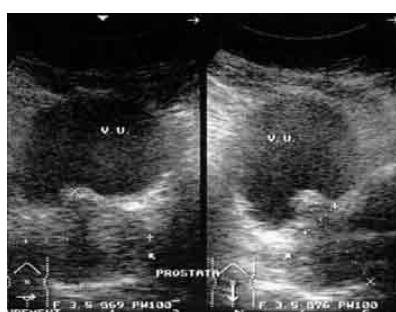


Рисунок 2 - Аденоматозные узлы, оттесняющие стенку мочевого пузыря
- рак г. простаты (рак г. простаты, оттесняющий стенку мочевого пузыря);
- простатит острый и хронический ((рисунок 5) на УЗИ характерные неровные контуры с неоднородной эхоструктурой и повышенной эхогенностью);
- кисты ((рисунок 6) пузьри в простате, наполненные жидкостью).

Рисунок 3- Предстательная железа с четким плотным кальцинатом в центре



Рисунок 4- Рак предстательной железы 2-3 стадии

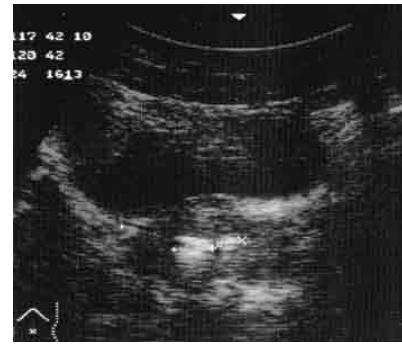


Рисунок 5- Хронический простатит. Очаги повышенной эхогенности - участки склероза



Рисунок 6 – Киста предстательной железы

Из приведенных характеристик и параметров предстательной железы следует, что в ряде случаев изображение УЗИ даже при определенном опыте исследователя не позволяет однозначно определить состояние простаты и характер патологии. Одним из возможных подходов повышения достоверности принятия решения в рассматриваемой предметной области является компьютерная обработка изображений [4] с последующим сравнением результатов обработки с эталонными описаниями, оформленными в виде базы знаний многоуровневого типа. В этом случае в процессе поиска и формирования поддержки принятия решений путем обработки результатов сравнения текущих описаний изображений простаты с эталонными возможны следующие ситуации [5,6]:

- идентификация произошла в детерминированном режиме и соответствующий эталон определен. В этом случае организация режима и, соответственно, подраздела базы знаний осуществляется по принципу матрицы – дешифратора со множеством «строк» и минимумом однозначных (детерминированных) решений;

- идентификация осуществлена в рамках вероятностной (в том числе Марковской) модели. В этом случае принимается решение, обеспечивающее наибольшую вероятность идентификации;

- идентификация не осуществлена ни в детерминированном, ни в вероятностном аспектах, в этом случае осуществляется поиск подходящего фрейма из соответствующего сектора базы знаний; фрейм, как минимально необходимая структурированная информация, однозначно определяющая класс объектов или (и) ситуаций, выбираемый согласно критерию наибольшей «похожести», позволяет достроить данную ситуацию до той степени определенности (достоверности), когда с необходимой уверенностью можно принять решение о завершении процесса идентификации или о формировании нештатной ситуации, относительно которой необходим дополнительный анализ текущей информации с целью оценивания необходимости в расширении набора ситуаций и совершенствовании базы знаний.

Алгоритм идентификации ситуаций и принятия решений показан на рисунке 7,

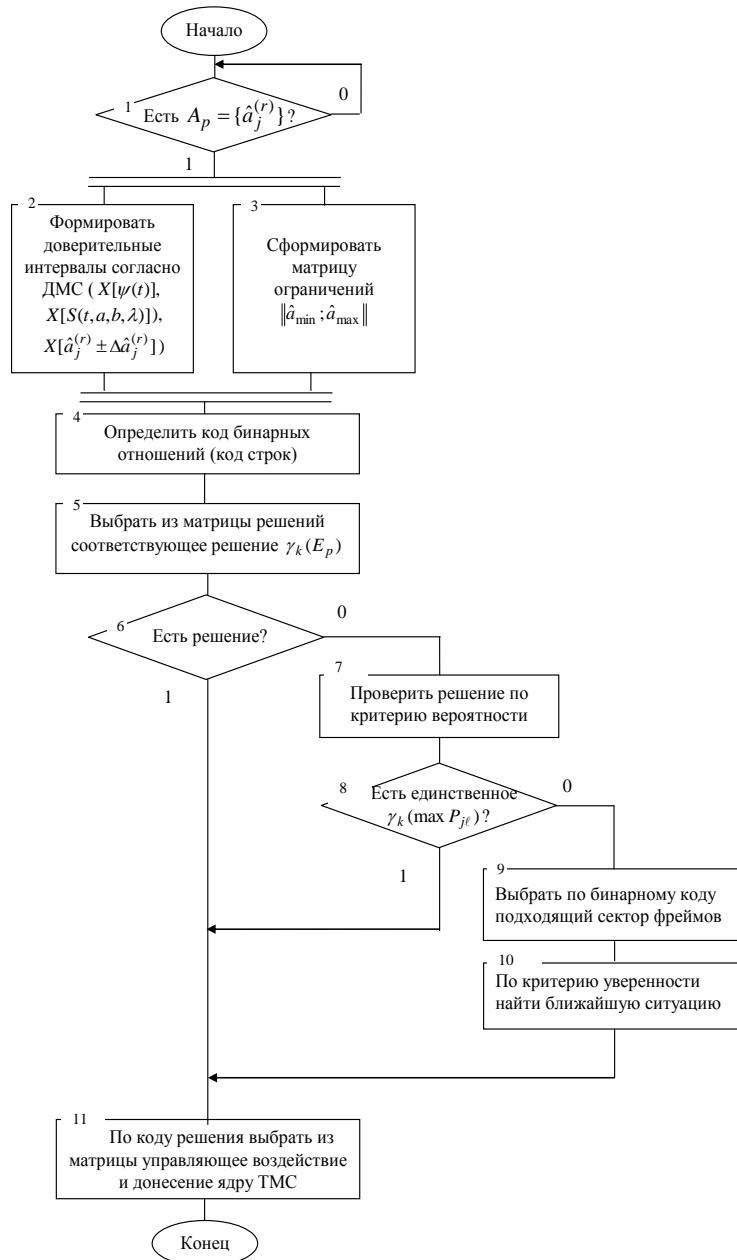


Рисунок 7 - Алгоритм идентификации ситуаций и принятия решений

На рисунке 7:

- A_p - множество параметров $\{a\}$ или их оценок $\{\hat{a}\}$;
- $X[\psi(t)]$ - параметр, описывающий состояние объекта исследования и его текущее состояние (режим);
- $X(t, a, b, \lambda)$ - входное воздействие (изображение) от датчика УЗИ;
- a, b - соответственно информативные и неинформативные параметры изображения в формате цифрового представления;
- λ - интенсивность (в пикселях) информативного кадра УЗИ;
- t - время анализа (обследования) состояния объекта;
- $X[\hat{a}_j]$ - результат обработки выходного воздействия с оцениванием информативных параметров $\{a\}$, r -того пространства, в j -том варианте (сеансе) обследования;
- $\gamma_k(E_p)$ - краткое решение в детерминированном варианте идентификации;
- E_p - оператор преобразования информации;
- P_j - вероятность перехода ситуации из одного класса в другой (l -тый).

Обработка и преобразование входного воздействия $X(t,a,b,\lambda)$ могут быть выполнены одним из известных способов выделения информативных фрагментов (главного плана, контура, конфигурации) из анализируемого статичного кадра [4].

ВЫВОДЫ

1. Достоверность и оперативность идентификации состояния предстательной железы могут быть достигнуты путем реализации автоматизированного процесса сравнения текущей информации (входного оцифрованного и преобразованного воздействия $X(t,a,b,\lambda)$) с эталонным описанием нормального состояния простаты и состояния патологии.
2. Эталонные описания представляют собой многоуровневую структуру с детерминированными, вероятностными и нечеткими подмножествами в общем эталонном пространстве.
3. Результатом процесса автоматизированного анализа изображений УЗИ и их эталонных описаний является принятие решения в соответствии с идентифицируемой ситуацией как следствие применения правил в детерминированном, вероятностном множествах ситуаций, а также как следствие использования базы знаний с фреймовой организацией.

Библиографический список

1. Назаренко Г.И., Хитрова А.Н. Ультразвуковая диагностика предстательной железы в современной практике. М., издательский дом «Видар» - М., 2012 г., 288 с.
2. Урология: учебник / [С.Х. Аль-Шукри, В.Н. Ткачук]; под ред. С.Х. Аль-Шукри и В.Н. Ткачука. - 2012. - 480 с.
3. Лаврова С. А. Ультразвуковая диагностика заболеваний предстательной железы / Лаврова С. А., Ткаченко П. М.// Новости лучевой диагностики. – 1999.- № 1.- С. 11-14.
4. Лукьяница А.А., Шишкун А.Г. Цифровая обработка видео изображений. Издательство «Ай-Эс-Эс Пресс», М., 2004 г., 518 с.
5. Клыков Ю.И. Ситуационное управление большими системами. М., «Энергия», 1974, 136 с.
6. Говорухина Т.Н. Модели, методы и алгоритмы управления и обработки информации адаптивными реконфигурируемыми модулями в телеметрических системах. Кандидатская диссертация, Курск, 2013 г., 132 с.

FRAGMENTS OF AUTOMATED SEARCH PATHOLOGICAL CHANGES PICTURE ULTRASOUND AND TRANSRECTAL ULTRASOUND PROSTATE

Burmaka A.A., Govorukhina T.H., Razumova K.V., Seregin S.P.

Southwest State University, kstu-bmi@yandex.ru

An approach to automate image analysis and transrectal ultrasound of the prostate to determine its current state detect pathological changes, including the nature of cancer. Methodical analysis problem is solved as a process of recognizing situations analyzed by comparing images of the prostate base and filling-in the standard descriptions of the current situation to the most probability.

ВЛИЯНИЕ УЗКОПОЛОСНОЙ ПОМЕХИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ С КОДИРОВАНИЕМ

Полушкин П.А., Синицин Д.В., Мартышевская Д.А.

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых
pap@vlsu.ru

Цифровые сигналы широко используются в различных областях, связанных с передачей информации, в том числе и биомедицинской информации. И так же, как в других областях применения, биомедицинские сигналы подвержены воздействию помех как внешнего, так и внутриаппаратурного происхождения. Любые помехи ухудшают качество передачи информации, для снижения последствий их негативного воздействия в цифровых системах применяются различные виды кодирования, в их числе сверточное кодирование ([1,2]).

К настоящему времени достаточно подробно исследованы характеристики помехоустойчивости сверточных кодов с различными параметрами, определены оптимальные виды структуры кодеров и декодеров ([3,4]). Однако это относится в основном к воздействию аддитивного белого гауссова шума (АБГШ). В то же время структура помех часто достаточно сложная и содержит различные виды помеховых сигналов. Характерной ситуацией является наряду с присутствием шумов и одновременное воздействие узкополосной сосредоточенной по спектру помехи.

Определенная корректирующая способность сверточных кодов сохраняется, однако, поскольку особенности узкополосной помехи значительно отличаются от АБГШ, то и соответствующие характеристики помехоустойчивости также должны изменяться. В частности, они будут определяться не соотношением двух показателей: «мощность сигнала-мощность шума», а уже трех показателей мощности: «сигнал-шум-помеха» с учетом дополнительных параметров помехового сигнала.

Подробнее рассмотрим обработку принимаемых сигналов при демодуляции перед осуществлением сверточного декодирования на примере модуляции BPSK. При этом принимаемый полезный сигнал, опорный сигнал коррелятора и сигнал узкополосной помехи определяются, соответственно, выражениями:

$$\begin{aligned} S_C(t) &= U_C \cos(\omega_C t + \varphi_C + \psi_k), \\ S_0(t) &= U_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0), \\ S_Z(t) &= U_Z \cos(\omega_Z t + \varphi_Z), \end{aligned}$$

где U_C , U_0 и U_Z ; ω_C , ω_0 и ω_Z ; φ_C , φ_0 и φ_Z – соответственно, амплитуды, частоты и начальные фазы полезного сигнала, опорного сигнала и помехи; ψ_k – значение фазы, равное 0° или 180° , и несущее передаваемую цифровую информацию.

Можно считать, что в результате автоподстройки частота и начальная фаза опорного сигнала в достаточной степени совпадают с частотой и начальной фазой принимаемого сигнала. В этом случае при приеме k -того символа после его окончания на выходе коррелятора будет сигнал, равный:

$$u_k = \frac{\alpha}{T_C} \int_{(k-1)T_C}^{kT_C} S_C(t) S_0(t) dt = 0,5\alpha U_C U_0 \cos \psi_k = x_k,$$

где x_k без учета шума принимает значения $+1$ или -1 в соответствии с передаваемой информацией; α – масштабирующий коэффициент, обеспечивающий постоянную величину модуля x_k . В случае «жесткого» сверточного декодирования величина x_k сравнивается с нулевым порогом, в случае «мягкого» декодирования величина x_k дискретизируется на соответствующее количество уровней для формирования необходимых метрик переходов.

Вне полосы пропускания приемного тракта внешние сосредоточенные помехи подавляются, т.о. требуется учитывать только те помехи, частота которых отличается от ω_0 на величину не большую, чем половина полосы пропускания тракта, $|\omega_0 - \omega_Z| < 2\pi/T_C$. В случае появления помехи к величине x_k добавляется помеховая составляющая, равная:

$$z_k = \frac{\alpha}{T_C} \int_{(k-1)T_C}^{kT_C} S_Z(t) S_0(t) dt = \frac{U_Z}{U_C} \frac{\sin(\Delta\omega T_C/2)}{\Delta\omega T_C/2} \cos(k\Delta\omega T_C + \Delta\varphi)$$

где $\Delta\omega = \omega_Z - \omega_0$; $\Delta\varphi = \varphi_Z - \varphi_0 - 0,5\Delta\omega T_C$.

Таким образом, воздействие сосредоточенной помехи проявляется в том, что при «жестком» декодировании информационного сигнала перед пороговым устройством добавляется переменная добавка, изменяющаяся согласно гармонической функции с фазовым сдвигом между соседними символами, равным $\Delta\omega T_C$. В результате пороговое устройство принимает ошибочные решения о том, какой символ был передан. При «мягком» декодировании величина отсчетов также определяется неверно.

Изучение результатов воздействия узкополосной помехи на характеристики сверточного декодирования проводилось с помощью компьютерных экспериментов. На рисунках 1,2 представлены некоторые характеристики, полученные в экспериментах. Эксперименты производились при кодах разной степени сложности. На рисунках 1 и 2 приведены зависимости, полученные для «крайних» ситуаций – простейшего кода и достаточно сложного кода. В качестве простейшего сверточного кода выбран код типа (5,7), образующийся с помощью сдвигового регистра с тремя ячейками памяти. В качестве сложного кода выбран код NASA типа (133,171), образующийся с помощью сдвигового регистра с шестью ячейками памяти. На рисунках графики для первого кода обозначены сплошными линиями, для второго кода – прерывистыми линиями.

Во всех экспериментах информационный сигнал имитировался бинарной последовательностью случайных равновероятных символов. Эта последовательность кодировалась сверточным кодом соответствующего типа с кодовой скоростью, равной $1/2$. После добавления составляющих узкополосной помехи определенного уровня последовательность декодировалась с помощью «мягкого» алгоритма Виттерби и результат декодирования сравнивался с исходной информационной последовательностью достаточно большой длины. На основе подсчета несовпадений значений символов определялась вероятность ошибки $P_{ош}$.

На графиках рис. 1 представлены полученные зависимости величины $P_{ош}$ от отношения уровней «сигнал/помеха» для различной частотной расстройки несущей частоты полезного сигнала и частоты помехи. Приведены графики для соотношений периода расстройки частоты $T_Z = 2\pi/(\omega_Z - \omega_0)$ к длительности символа T_C , равных, соответственно 500 (графики 1); 100 (графики 2) и 10 (графики 3).

Графики на рис. 1 приведены для случая воздействия «чистой» узкополосной помехи, когда влиянием теплового шума на вероятность ошибки можно пренебречь (отношение «сигнал/шум» ρ полагалось большим, чем 40 дБ). Однако при заметном уровне шума оба эти негативных фактора совместно влияют на результаты

декодирования, причем характер их влияния – различный. На рис. 2 в качестве примера приведены типичные зависимости вероятности ошибки $P_{\text{ош}}$ после декодирования от величины ρ при значении отношения «сигнал/помеха», равном 3 дБ. Сплошные и прерывистые линии здесь также указывают на коды типов (5,7) и (133,171) соответственно, нумерация графиков соответствует тем же соотношениям периода частоты расстройки помехи и длительности символов, как и на рис. 1. Исследовались также ситуации использования перфорированных сверточных кодов с кодовыми скоростями $2/3$ и $3/4$. Поведение соответствующих кривых в этом случае – аналогичное поведению графиков на приведенных рисунках, помехоустойчивость уступает кодам со скоростью $1/2$.

На основе компьютерных экспериментов можно сделать выводы о том, что влияние узкополосной помехи на системы со сверточным кодированием при шумах незначительной величины становится заметным, когда уровень помехи соизмерим с уровнем полезного сигнала или превосходит его, при этом декодеры со сложными типами кодов значительно более устойчивы к воздействию узкополосной помехи. Степень воздействия узкополосной помехи сильно зависит от величины отстройки ее частоты от несущей частоты сигнала, при их сближении негативное воздействие помехи на вероятность битовой ошибки резко возрастает. Наличие теплового шума заметного уровня существенно усиливает негативное воздействие помех на помехоустойчивость передачи сигналов.

Библиографический список

1. Склар, Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение – М.: Изд.дом «Вильямс», 2003. – 1104 с.
2. Полушкин П.А. Методы борьбы с помехами и искажениями. – LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrucken, Germany, 2011. – 341 с.
3. Полушкин П.А., Самойлов А.Г. Избыточность сигналов в радиосвязи. – Радиотехника, 2007. – 256 с.
4. Полушкин П.А., Синицын Д.В., Мартышевская Д.А. Адаптация сверточного алгоритма кодирования при замираниях сигнала/ Материалы 10-й МНТК «Перспективные технологии в средствах передачи информации ПТСПИ-2013», Владимир, 26-28 июня 2013г., т.1. – С. 133-134.

THE INFLUENCE OF NARROWBAND INTERFERENCE ON CHARACTERISTICS OF CODED DIGITAL SIGNALS

Polushin P.A., Sinitsin D.V., Martishevskaya D.A.
E-mail: pap@vlsu.ru

Annotation. Digital signals with convolutional encoding that give possibilities to increase immunity to interferences are widely used in modern biomedical communication systems. Characteristics of convolutional codes are determined taking into account influence of inner thermal noise. However outer narrowband interferences influence on communication systems simultaneously with noise is typical for various situations. Such influence on the results of convolutional decoding has some peculiarities. The proposed article deals with modeling of “soft” convolutional decoding under simultaneous influence of noise and narrowband interference.

IN VIVO NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE

Peter S. Allen, Ph.D.
Department of Biomedical Engineering University of Alberta, Edmonton, CANADA
Email: peter.allen@ualberta.ca

Nuclear Magnetic Resonance (NMR) is a very attractive and powerful technique to use in biomedical research. In addition to its ability to work at a microscopic level unraveling protein structures, it can also be applied at a very macroscopic level directly on human beings. At the macroscopic level (in-vivo), it is totally non-invasive and (as far as current knowledge goes) causes no harmful effects on the body. It can be used to derive two broad categories of information, namely structural information (by means of an imaging technique usually called MRI) and functional information, the latter being acquired either by using NMR spectroscopy that can evaluate changes in metabolite levels, or by using relaxometric or diffusional techniques that can discriminate between functional water compartments.

Our research programme is heavily weighted towards the functional applications of in-vivo NMR. These applications will ultimately provide new tools for the diagnostic clinician. For example, in a single step in a metabolic pathway, the enzyme that facilitates that step often changes only one functional group on a metabolite molecule. The challenge for NMR spectroscopy is to be able to distinguish between the precursor and the product, in order to establish if this step in the pathway is working properly. To distinguish between two very similar molecular species, within the limitations of the spectral resolution available in in-vivo NMR, special techniques need to be developed whose derivation calls upon a knowledge

of the quantum mechanics of nuclear spin interactions. Using quantum mechanical tools one can design spectroscopic filters that isolate the NMR signal from individual metabolites of interest.



Any technique so devised analytically, must then be tested experimentally, a procedure requiring expertise in experimental NMR. For example, the development of sequences of radiofrequency (r.f.) and gradient pulses which optimize metabolite visibility provides a rich field in which to exploit one's experimental skills.

Increasing the diagnostic power of in-vivo NMR demands not only a more informed exploitation of the nuclear spin dynamics as outlined above, but also a serious effort to enhance the hardware performance. For example, as lower concentration metabolites are sought, increases in signal to noise ratio are essential. At the University of Alberta our first step in this direction was to purchase a high field (3T) whole-body magnet in 1993. Since then we have also embarked on a research programme to increase the performance of r.f. and gradient coils by tailoring their shape to that of particular body regions, e.g. the head, the shoulders or the pelvis; that do not conform to the circular shape of present-day coil cross-sections. Recently we designed a coil shape that, while maintaining access for the foot and maintaining r.f. field performance, increases the coupling to the leg (as compared to the circular section coil it replaced) such that the signal to noise ratio is enhanced by a factor ~2.

In conclusion the goal of the research programme is to enhance significantly the power of in-vivo NMR in diagnostic medicine. We are pursuing this goal first, by widening the scope and increasing the inci-siveness of non-invasive biochemical analysis by means of NMR spectroscopy, and secondly, by searching for ways to develop hardware that squeezes more signal to noise out of the nuclear signal from the body.

Recent Publications

- Penn, A.M.W., Roberts, T., Hodder, J., Allen, P.S., Zhu, G. and Martin, W.R.W. Generalized mitochondrial dysfunction in Parkinson's disease detected by magnetic resonance spectroscopy of muscle. *Neurology*, 45:2097-2099 (1995).
- Wilman, A.H. and Allen, P.S. The response of the strongly coupled AB system of citrate to typical 1H MRS localisation sequences. *J. Magn. Reson.*, 107(B):25-33 (1995).
- Liu, Q., Hughes, D.G. and Allen, P.S. Constructional tolerances of shielded gradient coil sets in relation to artifacts in MRI and errors in in-vivo MRS. *J. Magn. Reson.*, 108(B):205-212 (1995).
- Ye, F.Q. and Allen, P.S. Relaxation enhancement of the transverse magnetization of water protons in paramagnetic suspensions of red blood cells. *Magn. Reson. Med.*, 34:713-720 (1995).
- Wilman, A.H. and Allen, P.S. Yield enhancement of the double-quantum filter sequence designed for the detection of GABA in proton spectroscopy of the brain. *J. Magn. Reson.*, 109(B):169-174 (1995).
- Wilman, A.H., Astridge, M., Snyder, R.E. and Allen, P.S. Same scan acquisition of both edited J-coupled multiplets and singlet resonances of uncoupled spins for proton MRS. *J. Magn. Reson.*, 109(B):202-205 (1995).
- Hughes, D.G., Teshima, R., Liu, Q. and Allen, P.S. Compact, cylindrical, distributed-current transverse-gradient coils for use in MRI. *J. Magn. Reson.*, 110(B):158-163 (1996).
- Ye, F.Q., Martin, W.R.W. and Allen, P.S. Estimation of the iron concentration in excised grey matter by means of proton relaxation measurements. *Magn. Reson. Med.*, 35:285-289 (1996).
- Ye, F.Q., Allen, P.S. and Martin, W.R.W. Basal ganglia iron content in Parkinson's disease measured with magnetic resonance. *Movement Disorders*, 11(3):243-249 (1996).
- Beaulieu, C. and Allen, P.S. An in-vitro evaluation of the effects of local magnetic-susceptibility-induced gradients on anisotropic water diffusion in nerve. *Magn. Reson. Med.*, 36:39-44 (1996).

- Ye, F.Q., Martin, W.R.W. and Allen, P.S. Estimation of brain iron in-vivo by means of the interecho time dependence of image contrast. *Magn. Reson. Med.*, 36:153-158 (1996).
- Beaulieu, C., Does, M.D., Snyder, R.E. and Allen, P.S. Changes in water diffusion due to wallerian degeneration in peripheral nerve. *Magn. Reson. Med.*, 36:627-631 (1996).
- Silverstone, P.H., Hanstock, C.C., Fabian, J., Staab, R. and Allen, P.S. Chronic lithium does not alter human myo-inositol or phosphomonoester concentrations as measured by ^1H and ^{31}P MRS. *Biol. Psychiatry*, 40:235-246 (1996).
- Liu, Q., Hughes, D.G. and Allen, P.S. General expressions for the magnetic field and stored energy of elliptic cylinder coils. *J. Magn. Reson.*, 113(B):222-227 (1996).
- Liu, Q., Hughes, D.G. and Allen, P.S. Improved, minimum-inductance, elliptic cylinder z-gradient coil using axial and azimuthal current flow. *J. Magn. Reson.*, 113(B):228-235 (1996).
- Wilman, A.H. and Allen, P.S. Observing N-acetyl aspartate via both its N-acetyl and its strongly coupled aspartate groups in in-vivo proton magnetic resonance spectroscopy. *J. Magn. Reson.*, 113(B):203-213 (1996).
- Matheson, G.O., Dunlop, R.J., McKenzie, D.C., Smith, C.F. and Allen, P.S. Force output and energy metabolism during neuromuscular electrical stimulation: a ^{31}P -NMR study. *Scand. J. Rehab. Med.*, 29:175180 (1997).
- Allen, P.S., Matheson, G.O., Zhu, G., Gheorghiu, D., Dunlop, R.S., Falconer, T., Stanley, C. and Ho-chachka, P.W. Simultaneous ^{31}P magnetic resonance spectroscopy of the soleus and gastrocnemius in Sherpas during graded calf muscle exercise and recovery. *Am. J. Physiol.*, 42:R999-R1007 (1997).
- Allen, P.S., Thompson, R.B. and Wilman, A. H. Metabolite-specific NMR spectroscopy in-vivo. *NMR in Biomedicine*, 10:435-444 (1997).
- Cwik, V.A., Hanstock, C.C., Allen, P.S. and Martin, W.R.W. Estimation of brainstem neuronal loss in amyotrophic lateral sclerosis with in vivo proton magnetic resonance spectroscopy. *Neurology*, 50:72-77 (1998).
- Martin, W.R.W., Roberts, T.E., Ye, F.Q. and Allen, P.S. Increased basal ganglia Iron in striatonigral degeneration: In vivo estimation with magnetic resonance. *Can. J. Neurol. Sci.*, 24:44-47 (1998).
- Thompson, R.B. and Allen, P.S. A new multiple quantum filter design procedure for use on strongly coupled spin systems found in vivo: Its application to glutamate. *Magn. Reson. in Med.*, 39:762-771 (1998).
- Thompson, R.B. and Allen, P.S. The role of N-acetyl-aspartate multiplet in the quantification of brain metabolites. *Biochem and Cell Biol*, 76:497-502 (1998).
- Does, M.D., Beaulieu, C., Allen, P.S. and Snyder, R.E. Multi-component T_1 relaxation and magnetisation transfer in peripheral nerve. *Magn Reson Imag*, 16:1033-1041 (1998).

ЯДЕРНО-МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС IN VIVO

Петер С. Аллен, Ph.D.

Кафедра биомедицинской инженерии, Альбертовский университет, Эдмонтон, Канада

Email: peter.allen@ualberta.ca

В статье приводится краткая характеристика и роль метода ядерно-магнитного резонанса в биомедицинских исследованиях. Исследовательская программа кафедры биомедицинской инженерии Альбертовского университета связана с практическими приложениями явления ядерно-магнитного резонанса *in vivo*. Целью проводимых работ является повышение эффективности ЯМР в диагностической медицине. Данная цель достигается за счет расширения диапазонов и увеличения проницательной способности неинвазивного биохимического анализа с помощью ЯМР-спектроскопии, а также за счет поиска путей развития аппаратных средств, которые бы повышали отношение сигнала к шуму.

MAGNETIC RESONANCE IMAGING OF PERIPHERAL NERVE

Richard E. Snyder,

Ph.D. Department of Biomedical Engineering University of Alberta Edmonton, CANADA

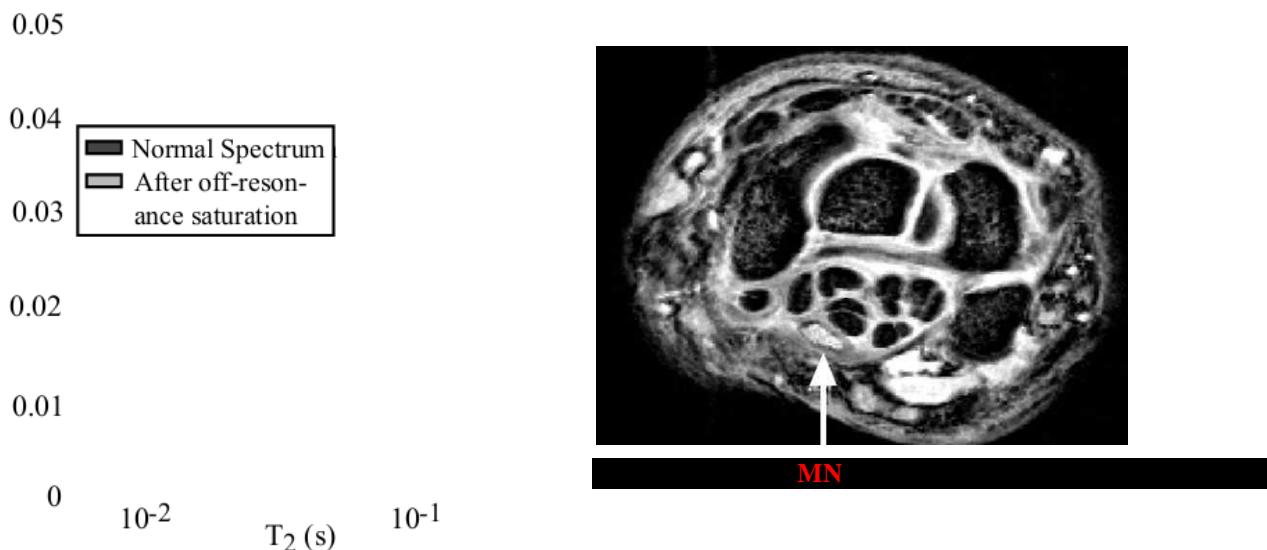
Email: r.snyder@ualberta.ca

Perhaps the most dramatic finding within recent years concerning the central nervous system is that given the correct set of conditions, nerve fibers in the spinal cord are capable of regeneration in the same manner as are fibres (axons) in the peripheral nervous system (PNS). While not yet a clinical reality, when cord regeneration is possible there will be a need to monitor its progress until regeneration is complete. Of the various imaging modalities, only magnetic resonance imaging (MRI) appears to have the potential to assess regeneration in nervous tissue. As cord regeneration is at present not a clinical reality, we are using the PNS as a testbed to develop means of assessing regeneration in nervous tissue.

To date, MRI has been used primarily to evaluate the morphology (shape) of nerve, but not its physiological state. The physiological state of tissue can manifest itself in MRI through what are known as nuclear magnetic resonance tissue characteristics, ones such as T2 relaxation, diffusion, and magnetization transfer. Our investigations are designed to understand how and why such tissue characteristics differ between normal and abnormal nerve, and how these differences may be measured using MRI in a living subject.

The signal recorded in MRI results primarily from the hydrogen nuclei of the water molecule. While it might seem that the intensity of this signal would depend only upon the water density in a given region of tissue, the intensity also depends upon the microscopic environment of the water molecules within the region, so much so that the intensity may differ dramatically between the water present inside and outside of a cell. Although clinical MRI is not capable of observing structure at the cellular level, because of the different 'classes' of water present in tissue it is often possible to infer indirectly micro-anatomical information. Our studies have shown there to be three classes of water present in nerve based upon T1, T2, and magnetization transfer data. The interpretation of these classes is that they result from water present in 1) the myelin, 2) the axoplasm within the nerve fibres, and 3) the extracellular volume of the nerve. As an example of the importance of this, we have shown it possible to estimate non invasively using MRI the fraction of myelin present in a nerve. Using a small animal model in which a sciatic nerve was crushed, resulting in degeneration and loss of myelin in the nerve distal to the crush site, the amount of myelin present has been shown to decrease with time following application of the crush and to correlate with results observed histologically.

Our studies are multidisciplinary in nature, involving physicists, engineers, biological scientists, and clinicians. Work is divided into two broad areas: animal and human. Animal studies allow information from imaged nerve to be compared to that obtained spectroscopically from excised nerve. Various types of nerve damage are produced in a controlled fashion, ultimately being verified histologically. Human studies follow patients exhibiting various neuropathies such as carpal tunnel syndrome who have been assessed both clinically and electrodiagnostically. The objective of our current investigations is to develop MRI as a clinical tool capable of quantifying the differences between normal, degenerating and regenerating peripheral nerve, while the long-term goal of our research is to apply MRI to the diagnosis/prognosis of both the central and the peripheral nervous systems.



Relevant Publications

- Does, M.D. and Snyder, R.E. 1995. T2 relaxation of peripheral nerve measured *in vivo*. *Mag. Res. Imag.* **13**: 575-580.
- Does, M.D. and Snyder, R.E. 1996. Multi-exponential T2 relaxation in degenerating peripheral nerve. *Magn. Reson. Med.* **35**: 207213.
- Beaulieu, C., Does, M.D., Snyder, R.E. and Allen, P.S. 1996. Changes in water diffusion due to Wallerian degeneration in peripheral nerve. *Magn. Reson. Med.* **36**: 627-631.
- Monagle, K., Does, M.D. and Snyder, R.E. 1997. The effects of osmolarity on the T2 relaxation spectrum of amphibian sciatic nerve. *Intern. Soc. Mag. Reson. Med.* **5**: 672.
- Does, M.D. and Snyder, R.E. 1998 Multi-echo imaging with sub-optimal spoiler gradients. *J. Magn. Reson.* **131**: 25-31.
- Does, M.D., Beaulieu, C., Allen, P.S. and Snyder, R.E. 1998 Multi-component T1 relaxation and magnetisation transfer in peripheral nerve. *Magn. Reson. Imag.* **16**: 10331041.
- Monagle, K., Dai, G., Chu, A., Burnham, R.S. and Snyder, R.E. 1999 Quantitative MR imaging of carpal tunnel

syndrome. *AJR* **172**: 1581-1586.

- Wachowicz, K and Snyder, R.E. 2000. A per-fusion chamber suitable for the measurement of transverse relaxation spectra of tissue maintained in vitro. *ISMRM Eighth Scientific Meeting*, p. 1987.
- Wachowicz, K and Snyder, R.E. 2000. A comparison between the transverse relaxation spectra of amphibian and mammalian nerve measured in vitro. *ISMRM Eighth Scientific Meeting*, p. 1974.
- Wachowicz, K and Snyder, R.E. 2001 Multi-component transverse relaxation of nerve at 11.7 and 18.8 tesla. *ISMRM Ninth Scientific Meeting*, p. 895.
- Wachowicz, K and Snyder, R.E. 2001 Temperature dependence of the T2 spectrum of peripheral nerve. *ISMRM Ninth Scientific Meeting*, p. 1368.
- Wachowicz, K and Snyder, R.E. Assignment of the T2 components of amphibian peripheral nerve to their microanatomical compartments. *Magn. Reson. Med.* **47**: 239-245.
- Wachowicz, K. and Snyder, R.E. 2002. Relationship between the proton T2 relaxation components of peripheral nerve and their microanatomical compartments. *ISMRM Tenth Scientific Meeting*, p. 1024.
- Wachowicz, K. and Snyder, R.E. 2002. A look at the transverse relaxation spectra of mammalian optic nerve at 3.0 T and 11.7 T. *ISMRM Tenth Scientific Meeting*, p. 1211.

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО НЕРВА

Ричард Е. Снайдер, Ph.D.

Кафедра биомедицинской инженерии, Альбертовский университет, Эдмонтон, Канада

Email: r.snyder@ualberta.ca

Одним из наиболее важных открытий в центральной нервной системе, сделанных за последние несколько лет, является то, что при правильно подобранных условиях нервные волокна в спинном мозге способны регенерировать аналогично волокнам (аксонам) периферической нервной системы. В скором времени возникнет необходимость наблюдения за процессом регенерации спинного мозга. Так как в настоящее время регенерация спинного мозга в клинической практике отсутствует, для разработки средств оценки регенерации нервной ткани в качестве опытного образца используется периферическая нервная система.

Целью текущих исследований является разработка методов МРТ в качестве клинического инструмента, способного количественно оценить различия между нормальным, дегенерирующими и регенерирующими периферическим нервом, тогда как долгосрочной целью исследования является применение МРТ для диагностики и прогнозирования заболеваний как центральной, так и периферической нервной системы.

ДИАГНОСТИКА ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Шахнин В.А., Чебрякова Ю.С.

Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых vshakhnin@rambler.ru

Физической основой большой группы методов диагностики высоковольтного оборудования медицинского назначения являются частичные разряды (ЧР), т.е. микропробои, перекрывающие лишь небольшую часть изоляции. Эти методы способны обеспечить обнаружение локальных быстроразвивающиеся дефектов под рабочим напряжением без вывода оборудования из эксплуатации. Накопленный экспериментальный материал позволяет сделать вывод о том, что частичные разряды являются результатом действия множества трудно учитываемых факторов: структуры изоляции, уровня напряжённости электрического поля, наличия неоднородностей в нём, температуры, изменений химического состава изоляции и целого ряда других. Это является важной предпосылкой того, что процесс возникновения частичных разрядов с позиций теории вероятностей можно рассматривать как *стационарный или периодически нестационарный случайный импульсный процесс*.

Наиболее простым подходом к расчету спектра ЧР-шума является рассмотрение задачи о наложении независимых импульсов. Предположим, что при равномерном изменении напряженности внешнего электрического поля в диэлектрике осуществляется последовательностью статистически независимых частичных разрядов, каждый из которых вызывает на выходе датчика импульсный сигнал

$$v_j(t) = a_j F_j(t-\theta_j), \quad (1)$$

где a_j – амплитуда импульса; $F_j(t)$ – функция, описывающая его форму; θ_j – момент его возникновения. Случайны и статистически независимы, а распределения a_j и θ_j не зависят от номера импульса j .

Упрощая задачу, будем считать, что форма импульсов от всех ЧР в исследуемом диэлектрике за период изменения приложенного напряжения одинакова $F_j(t) = F(t)$, и что вероятность p возникновения импульса на интервале dt пропорциональна длительности интервала: $p = n_1 dt$, где n_1 – среднее число скачков в единицу

времени (пуассоновский процесс). Эта модель предполагает полную равноправность всех ЧР в диагностируемом аппарате, так что в процессе частичных разрядов с равной вероятностью участвуют все локальные области диэлектрика, причем ЧР могут случайным образом заменять друг друга. Задача сводится к определению флюктуаций числа скачков в единицу времени.

С учётом (2) выходной сигнал датчика ЧР можно описать следующей формулой

$$u(t) = \sum_j v_j(t) = \sum_j a_j F(t - \theta_j) \quad (2)$$

Применяя теорему Кембелла [1], получим соответствующую сигналу (2) функцию корреляции

$$\psi(\tau) = n_1 \overline{a^2} \int_{-\infty}^{\infty} F(\theta - \tau) F(\theta) d\theta. \quad (3)$$

При вычислении на основе (3) спектральной плотности выходного сигнала датчика ЧР целесообразно использовать известную формулу

$$g(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \psi(\tau) e^{-i\omega\tau} d\tau. \quad (4)$$

Для этого применяя преобразование Фурье, представим $F(t)$ в следующем виде

$$F(t) = \int_{-\infty}^{\infty} S(\omega) e^{i\omega t} dt,$$

в результате получим формулу для спектральной плотности

$$g(\omega) = 2\pi n_1 \overline{a^2} |S(\omega)|^2, \quad (5)$$

которая показывает, что спектр выходного сигнала датчика ЧР определяется спектром одиночного импульса $S(\omega)$.

Пусть форма одиночного импульса ЧР приближенно описывается функцией

$$F(t) = e^{-\lambda t} \quad (t > 0). \quad (6)$$

Тогда, применяя преобразования (2-5), получаем формулу для спектральной плотности

$$g(\omega) = \frac{n_1 \overline{a^2}}{2\pi} \frac{1}{\lambda^2 + \omega^2}. \quad (7)$$

На частотах $\omega^2 < \lambda^2$ формула (7) определяет практически постоянное значение спектральной плотности $g_0(\omega)$. На частоте $\omega^2 = \lambda^2$ спектральная плотность убывает вдвое, и эта частота может быть принята за верхнюю границу спада спектра электрического шума. Длительность импульса ЧР $\theta = 1/\lambda$ определяется физическими и химическими свойствами диэлектрика и внешними воздействиями. В твёрдой изоляции значения этого параметра лежат в диапазоне 10^{-9} - 10^{-8} с, в жидкой и газовой – в диапазоне 10^{-7} - 10^{-6} с.

Если в (5) положить $\sqrt{\overline{a^2}}$ равным средней амплитуде ЧР a , то значение спектральной плотности в области плато выражается формулой

$$g_0(\omega) = 2\pi n_1 a^2 |S(0)|^2. \quad (8)$$

Пусть диэлектрик находится в однородном поле, которое создаётся приложенным синусоидальным напряжением с периодом T_0 . На основании сделанного ранее предположения о равноправности всех ЧР в исследуемом диэлектрике можно написать: $n_1 = N_1 / T_0$, где N_1 – полное число ЧР, возникающих за период. Обозначим изменение напряжения на электродах изоляционного промежутка при ЧР через ΔU . Тогда формула (8) примет вид

$$g_0(\omega) = \frac{1}{2\pi T_0} N_1 \overline{\Delta U^2}. \quad (9)$$

Результаты вычисления спектральной плотности ЧР-шума в области плато по формуле (9) совпадают по порядку величины с результатами измерений $g(\omega)$. Однако, модель, рассмотренная выше, не позволяет объяснить низкочастотный спад спектральной плотности и наличия характерной частоты ω_1 . Можно предположить, что это связано с гипотезой о независимости ЧР. Один из путей учёта взаимодействия между отдельными ЧР формально сводится к тому, что для пуассоновского импульсного процесса распределение интервалов времени θ между последовательными независимыми импульсами задается в виде экспоненциальной функции

$$\omega(\theta) = n_1 e^{-n_1 \theta}. \quad (10)$$

Это не всегда согласуется с результатами экспериментальных исследований распределения интервалов между последовательными ЧР [2, 3]. Отклонения от (10) особенно заметны при малых значениях θ , поэтому для вычисления спектральной плотности ЧР-шума целесообразно использовать теорию импульсных процессов с независимыми интервалами. Будем считать, что на условную вероятность появления j -го ЧР в интервале $(t, t + dt)$ влияет $(j - 1)$ -й частичный разряд. Допустим, эта вероятность зависит от времени, прошедшего с момента возникновения $(j - 1)$ -го частичного разряда, что не противоречит экспериментальным результатам. Длительности интервалов между частичными разрядами предполагаются независимыми между собой.

Решение этой задачи для стационарной последовательности частичных разрядов вида $a_j F_j(t - t_j)$ с некоторым распределением временных интервалов $\omega(\theta)$ (кроме точки $\omega = 0$) дается следующей формулой

$$g(\omega) = 2\pi n_1 \left\{ \overline{a^2} \left| \overline{S_j(\omega)} \right|^2 + 2a^{-2} \left| \overline{S_j(\omega)} \right|^2 \operatorname{Re} \left[\frac{\varphi(\omega)}{1 - \varphi(\omega)} \right] \right\}, \quad (11)$$

где $S_j(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F_j(t) e^{-i\omega t} dt$ - разложение Фурье импульса, имеющего форму $F_j(t)$;
 $\varphi(\omega) = \int_0^{\infty} \omega(\theta) e^{i\omega\theta} d\theta$ - характеристическая функция распределения интервалов.

Для сопоставления формулы (11) с опытом необходимо задать распределение интервалов $\omega(\theta)$. Экспериментально в работе [4] была получена эмпирическая формула для плотности вероятности распределения интервалов времени θ , разделяющих два следующих друг за другом ЧР

$$\omega(\theta) = 4n_1^2 \theta e^{-2n_1\theta}. \quad (12)$$

Формулу (12) можно использовать для вычисления спектральной плотности электрического шума. Её подстановка в (11) приводит к выражению

$$g(\omega) = \frac{n_1 a^2}{2\pi(\lambda^2 + \omega^2)} \left[1 - \frac{1}{2 + \frac{1}{8} \left(\frac{\omega}{n_1} \right)^2} \right]. \quad (13)$$

По сравнению с (7) формула (13) правильнее описывает моделируемую зависимость, т.к. содержит поправочный множитель, обусловливающий спад спектральной плотности ЧР-шумов в области низких частот. Адекватность модели (7) позволяет её использовать при анализе результатов диагностики высоковольтного оборудования по параметрам спектрального распределения электрических шумов частичных разрядов [5].

Библиографический список

1. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: ЮНИТИ-ДАНА. 2007. 551 с.
2. James R. E. et al. Application of a capacitive Network Winding Representation to the Location Partial Discharges in Transformers / Electric Engineering Transaction, Vol. EE-13, N2, 2007. P. 95-103.
3. Meijer S., Gulski E., Smit J. Pattern Analysis of Partial Discharges// IEEE Transactions on Dielectrics and Insulation. Vol. 15, No 6, 2008. P. 830-842.
4. Zondervan J., Gulski E., Smit J. Fundamental Aspects of PD Pattern of On-line Measurements on Turbogenerators// IEEE Transactions on Dielectrics and Insulation. Vol. 7, No 1, February, 2000. P. 59-67. .
5. Способ диагностики высоковольтного оборудования / Шахнин В.А., Чебрякова Ю.С., Моногаров О.И. Заявка на изобретение № 2012141733. Решение о выдаче патента от 07.11.2013 г.

DIAGNOSTICS OF HIGH-VOLTAGE MEDICAL EQUIPMENT

Shakhnin V.A., Chebryakova U.S.

Vladimir State University, vshakhnin@rambler.ru

The mathematical model, which describes the spectral distribution of the electrical noise, is suggested. The model is designed for the diagnostics of high-voltage equipment with the help of the electrical-noise methods. In order to test the adequacy of the model there were analyzed the features of the hardware analysis of the spectral density of the noise caused by partial discharges in-diagnosed high-voltage equipment. To decrease the discrete components in the spectrum of the signal a counter connection of two identical partial discharge sensors, disposed on opposite sides relative to the axis of symmetry of the apparatus diagnosed at the same distance from it, is proposed. Studies have shown that the parameters of the PD in two quite distant areas of the dielectric weakly correlated with each other and, therefore, the spectral density of the noise at such inclusion sensors are added. To confirm the adequacy of the proposed model of electrical noise in the insulation of the single-phase electrical power autotransformer the apparatus for the experimental study of the spectral density of electrical noise was invented.

РАЗРАБОТКА ДВУХКООРДИНАТНОГО СКАНИРУЮЩЕГО СТОЛА
С НАНОМЕТРОВЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ НА БАЗЕ УНИФИЦИРОВАННЫХ МОДУЛЕЙ

Кириллов А.В., Федотов О.В., Филимонов В.Н.
Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых
tpm@vlsu.ru

Объектами широкого применения двухкоординатных столов с нанометровым разрешением являются оптические системы сканирующей микроскопии для биологических исследований, прецизионная измерительная техника и др. Сканирующие микроскопы, укомплектованные двухкоординатными столами с нанометрической разрешающей способностью, позволяют, например, провести исследования ДНК человека, клеточных тканей и вирусов.

Унифицированные одно- и двухкоординатные столы многоотраслевого применения, выпускаемые отечественными и зарубежными фирмами, отличающиеся средней точностью позиционирования 10...30 мкм и разрешающей способностью 1...5 мкм не годятся для указанных целей. Создание координатных столов с разрешающей способностью порядка 0,1...0,01 мкм требует их специализированного существенно более дорогостоящего производства. К координатным столам специализированных конструкций следует отнести, например, столы известных фирм *Marzhauser* (Германия) и *Aerotech* (США).

Двухкоординатные столы моделей *MT mot* 100x100 и *SKAN IM* 120x100 фирмы *Marzhauser* с разрешающей способностью 0,05 и 0,01 мкм соответственно поставляются в качестве комплектующих для сканирующих оптических микроскопов, в частности, фирмы *Zeiss* (Германия). Они укомплектованы электромеханическими приводами на базе бесщёточных шаговых двигателей постоянного тока и шарикоподшипниковых передач (ШВП).

Отличительной особенностью двухкоординатного стола модели *ANT 130-110-XY-ультра* фирмы *Aerotech* с разрешающей способностью 0,001 мкм является применение в его приводе линейного электродвигателя.

Непревзойдённый технический уровень двухкоординатного стола *ANT 130-110-XY-ультра* может быть достигнут при условии выполнения жёстких требований к калибровке оборудования и состоянию окружающей среды. Например, температура окружающей среды в течение суток должна контролироваться в пределах 0,25 °С. Для целого ряда приложений высокий уровень является избыточным. В этих случаях лучше выбрать сравнительно недорогие альтернативные решения на базе электромеханических шаговых приводов с исполнительными механизмами (ИМ) в виде передачи винта–гайка качения.

В настоящее время перед отечественной индустрией наносистем стоит проблема создания конкурентоспособных одно- и многокоординатных мехатронных модулей с разрешающей способностью порядка 0,1...0,01 мкм как многоотраслевого, так и специализированного применения.

Исследования в данном направлении целесообразно вести с применением методов унификации и агрегатирования, позволяющих сократить сроки и стоимость создания нового оборудования. В этом случае проектирование и изготовление двухкоординатного стола сводится к его компоновке и агрегатированию из унифицированных комплектующих и модулей. Основными проблемами проектирования являются обеспечение заданных перемещений, осевых усилий подачи и долговечности при минимизации массы, габаритов и энергопотребления.

Механическая передача в составе привода в значительной мере определяет его точностные, массогабаритные и экономические показатели. Более высокий технический уровень по сравнению с ШВП имеют роликовинтовые передачи с длинными резьбовыми роликами (РВПЗК), разработанные в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых" (ВлГУ) под руководством профессора Вячеслава Васильевича Козырева [1].

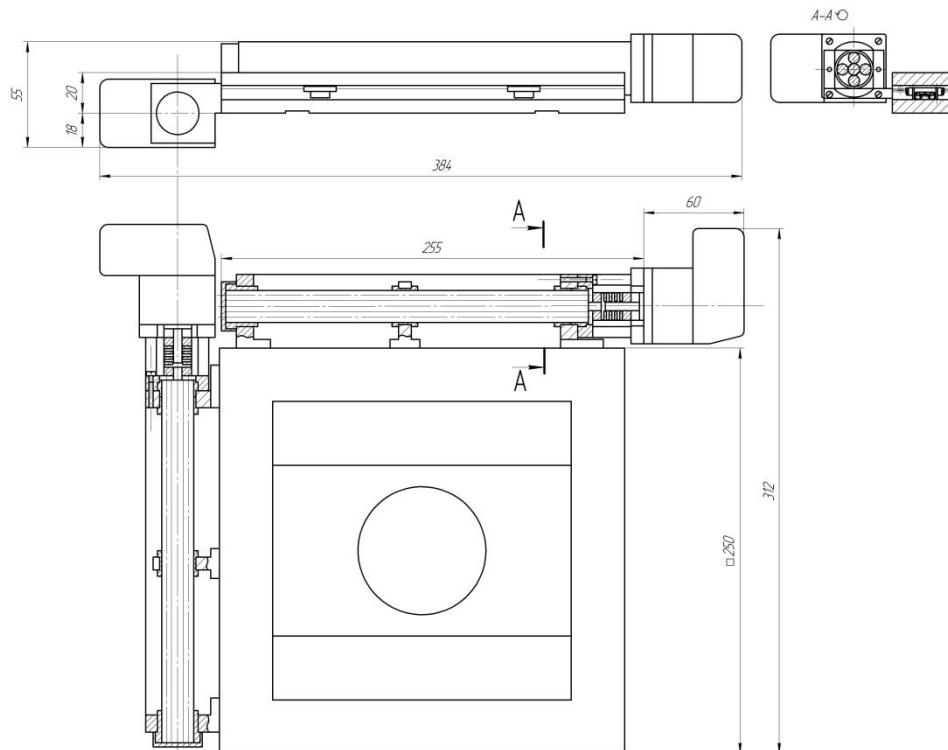
По конструкции РВПЗК напоминает роликовый подшипник, в котором промежуточные тела качения в виде резьбовых роликов расположены в пространстве между винтом и гайкой. Ходовая гайка в РВПЗК выполнена с короткой резьбой как в РВПЗР или РВПЗВ, но длина резьбы роликов равна длине резьбы винта и превышает длину резьбы ходовой гайки на величину её максимального осевого перемещения. В области коротких и средних длин перемещений РВПЗК по сравнению с другими передачами винт-гайка качения демонстрируют качественный скачок в улучшении важнейших эксплуатационных показателей. Так РВПЗК способны обеспечить перемещение гайки за оборот винта $S = 0,1P$, существенно меньшее величины шага резьбы P .

Теория и методика проектирования РВПЗК, разработанные во ВлГУ, позволили решить ряд достаточно сложных научно-технических проблем по созданию однокоординатных мехатронных модулей с высокой разрешающей способностью различного назначения [2]. С учётом накопленного опыта проектирования прецизионных электромеханических приводов на базе РВПЗК и анализа достигнутого в этом направлении мирового уровня при разработке технического проекта двухкоординатного сканирующего стола СКС 100x100 выбраны следующие унифицированные научноёмкие комплектующие:

- а) малогабаритная РВПЗК 15x2x100 производства ВлГУ. Числа в обозначении типоразмера РВПЗК последовательно означают средний диаметр, перемещение за оборот винта и длину перемещения ходовой гайки;
- б) шаговый микроэлектродвигатель *Mdrive 17 Plus* производства фирмы *Intelligent Motion Systems* (США);
- в) миниатюрные двухкоординатные ортогональные линейные направляющие качения 4MX7WMC1170/170LPTM производства фирмы *THK* (Япония);
- г) малогабаритные оптоэлектронные датчики линейных перемещений *LIP 481 / LIP 471* производства фирмы *Heidenhain* (Германия);
- д) сильфонные соединительные муфты *R+W MK 1/5/26/5/4,5* производства фирмы *Coupling Technology* (Германия).

Применение в конструкции совместно с РВПЗК шариковых линейных направляющих с коэффициентом трения 0,002...0,003 существенно повышает КПД и разрешающую способность всей механической части мекатронного модуля.

Компактный, мощный и недорогой шаговый электродвигатель *MDrive 17 Plus* снабжён встроенной микропроцессорной системой управления и устройством позиционирования. Электродвигатель имеет высокую дискретность по шагу до 51 200 микрошагов за один оборот, что должно обеспечить высокую точность осевого перемещения выходного звена РВПЗК. Разрешающая способность электромеханического привода на базе *MDrive Plus 17* и РВПЗК 15x2x100 при 200 полных шагах за оборот винта и дроблении шага на 256 частей составляет 0,039 мкм. Для обеспечения высокой точности движения и компенсации несоосности сборки соединяемые валы шагового двигателя и РВПЗК связаны сильфонной муфтой, которая крепится стопорными винтами на выходном валу двигателя и входном участке винта РВПЗК. Общий вид двухкоординатного сканирующего стола СКС 100x100 показан на рисунке.



Общий вид двухкоординатного сканирующего стола СКС 100x100.

Предполагается, что система управления двухкоординатным столом будет выполнена с отрицательной обратной связью по положению. При этом датчик обратной связи согласно ГОСТ 8001-80 должен иметь разрешающую способность не менее 30% измеряемой величины разрешающей способности привода.

Управление работой шаговых электромеханических приводов осуществляется с помощью программы, установленной на персональном компьютере. Для этого шаговые двигатели и датчики линейных перемещений имеют интерфейс с компьютером.

Вследствие высокого технического уровня и относительно низкой стоимости унифицированных научноемких комплектующих спроектированный двухкоординатный сканирующий стол также имеет высокий технический уровень и относительно низкую стоимость.

Планируемый технический уровень спроектированного двухкоординатного стола СКС 100x100 по точностным и массогабаритным параметрам соответствует высокому мировому уровню стола *MT mot 100x100* фирмы *Marzhauser* (Германия). Этот технический уровень достижим при условии соблюдения требований

фирм изготовителей к монтажу унифицированных комплектующих и точности изготовления монтажных поверхностей. Например, погрешность перемещения верхней поверхности стола, расположенного на линейных направляющих, в худшем случае может достигать одной трети от погрешности поверхности монтажа.

Широкие возможности РВПЗК по выбору конструктивных параметров создают реальные предпосылки повышения достигнутого уровня.

Библиографический список

1. Козырев В.В. Конструкции роликовинтовых передач и методика их проектирования: учеб. пособие / В.В. Козырев; Владимир. гос. ун-т. - Владимир: Редакционно-издательский комплекс ВлГУ. - 2004. - 102 с.
2. Козырев В.В. и др. Мехатронные модули с высокой разрешающей способностью. // В.В. Козырев, В.Н. Филимонов, А.В. Крылов, О.В. Федотов. / Высокие технологии – стратегия XXI века: Материалы конференции Десятого юбилейного международного форума "Высокие технологии XXI века", 21 - 24 апреля 2009. - М.: ЗАО НПКФ "MaBP". - 2009. - с. 625 - 629.

DEVELOPMENT OF XY SCANNING TABLE WITH NANOMETER REZOLUTION BASED ON STANDARDIZED MODULES

Kirillov A.V. (graduate student), Fedotov O.V. (Ph.D), Filimonov V.N. (Ph.D)
FSEI HPE "Vladimir State University Alexander G. and Nicholas G. Stoletovs" (VISU)

The results of a comparative evaluation of the technical level of specialized and standardized designs of domestic and foreign coordinate tables for nanotechnological equipment and analysis of standardized high-tech components for the technical design of the scanning XY table based on planetary roller screw gear.

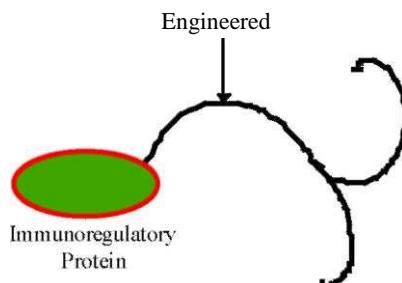
BIOMATERIALS FOR TISSUE ENGINEERING

Hasan Uludag, Ph.D.

Dept of Chemical & Materials Engineering
University of Alberta, Edmonton, CANADA
Email: hasan.uludag@ualberta.ca

Research Areas: Polymeric Biomaterials for Tissue Engineering Application of Drug Delivery Principles for Pharmaceutical Proteins Protein Modification and Engineering

Dr. Hasan Uludag is an Assistant Professor at the Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering. He is an adjunct member of the Faculty of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. He joined the University of Alberta in October/97, after working at a pharmaceutical company (Genetics Institute Inc., Boston, MA) as a Staff Scientist for 4 years. The industrial position was on developing a bone-inducing device comprised of a biomaterial and a protein Growth Factor. He obtained his Ph.D. degree from the Chemical Engineering Department, University of Toronto. His Ph.D. research was on 'Cell Encapsulation and Transplantation for Protein Delivery'. Dr. Uludag's current research is an amalgamation of his industrial experience and Ph.D. studies with the ultimate aim of developing innovative solutions for unmet medical need. His research projects starts with a conceptualization of a novel concept (a biomaterial, a drug delivery system, etc.) and followed by a rational evaluation of the concept as a therapeutic modality. Two specific areas of activity are (1) Cell Transplantation without Immunosuppressants, and (2) Delivery of Growth Factors for Bone Regeneration.



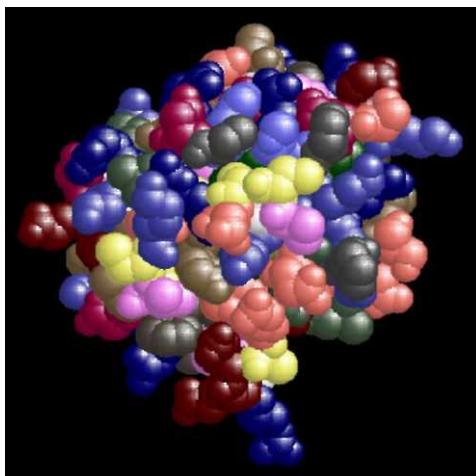
Schematic of a Biomaterial-Protein

Cell Transplantation for Diabetes

Cell and tissue transplantation from one individual to another is not feasible because of natural immunological barriers. These barriers eventually destroy the transplanted cells. Immunosuppressive drugs are available to prevent or delay the graft destruction but such drugs have significant side effects that make them unacceptable for most patients. We are developing new ways of transplanting cells and tissues without the use of systemic immuno-suppressants. The emphasis is to deliver immuno-regulatory proteins to a graft site to obtain a local immunosuppression. Our strategy is to develop novel polymers, conjugate the polymers to the proteins and use such polymer-protein conjugates to create an immunoprotective environment. Cells then can be transplanted to this environment. This methodology is being evaluated for islet transplantation as a cure for Insulin-Dependent Diabetics. The specific research involves polymer engineering, conjugate characterization and evaluation of biological performance of protein-biomaterial conjugates.

Bone Regeneration

Several protein Growth Factors have been identified that have significant ability to stimulate bone formation. However, these proteins have not been effectively used because of drug delivery challenges: challenges in delivering the proteins to a site of action for an appropriate period of time at an optimum concentration. We are exploring novel ways of delivering Growth Factors to bone with minimal distribution to extra-skeletal sites. The emphasis is both on local delivery (e.g., intrabony) as well as systemic (e.g., intravenous) delivery of the Growth Factors. The Growth Factors used are Fibroblast Growth Factors and Bone Morphogenic Proteins. This project involves a well understanding of a protein structure, structure-function relationships, chemical modification of protein groups, preparation of novel drug delivery systems, and biological evaluation of candidate proteins/drug delivery systems in animal models.



Facilities and Collaborations

Both cell transplantation and bone regeneration projects are experimentally oriented. Students are encouraged to conceptualize and then evaluate the candidate biomaterials/drug delivery systems on the bench and then in animals. Dr. Uludag's lab is equipped with facilities to synthesize and characterize small organic molecules and polymeric biomaterials. Routinely used instruments are UV/Vis spectrophotometer (for polymer composition, polymer reactivity, protein assays, etc.), a Waters™ High Pressure Liquid Chromatography (for analysis of protein conjugates, molecular weight distribution of polymers), and a Laser Light Scattering Instrument (for analysis of molecular sizes and hydrodynamic radius of polymers/proteins in solution). Cell culture facilities are available to evaluate the biological performance of biomaterials and biological molecules in culture - this is critical before animal experimentation. A radioactive lab is being set-up for protein labeling to study biodistribution and targeting of therapeutic agents in animals. Animal studies are carried out at the University of Alberta, Animal Health Services and Surgical-Medical Research Institute of U. of Alberta. Local Nuclear Magnetic Resonance facilities are available to characterize the structure of the synthesized entities.

Active research collaborations have been established to complement the research activities in Dr. Uludag's Lab. For Islet Project, we are collaborating with Dr. Ray Rajotte and Dr. Greg Korbutt at the Islet Transplantation Unit of Surgical-Medical Research Institute (U. of Alberta). Bone project is being carried out in collaboration with Dr. John Matyas (Department of Cell Biology and Anatomy, U. of Calgary), Dr. Ronald Zernicke (Department of Surgery, U. of Calgary) and Dr. John Wozney (Genetics Institute Inc., Boston, MA). Numerous other colleagues are consulted on a regular basis depending on the project needs.

Student Background. Undergraduate students with a degree in Chemistry, Chemical Engineering, Materials Science, Biochemistry, Cell Biology or Pharmaceutical Sciences will be suitable to participate in the research projects. Students with a Master's degree should have a research experience in one of the following areas: organic chemistry,

polymer synthesis, protein science, cell biology, surgical methods and protein analysis techniques. More importantly, a genuine interest in the subject matter is most desirable. Students with unique perspectives and backgrounds are encouraged to participate in the research.

Career Paths. Because of multidisciplinary approach to learning, students have an opportunity to actively participate and pursue their own careers. After completion of a graduate degree, students will be equipped to carry out research in both academic and industrial settings. Skills gained will be suitable for employment in established pharmaceutical companies. Dr. Uludag's emphasis on timely project execution will be a valuable asset in industry. Flexibility in training and exposure to other disciplines will make students suitable for start-up companies where few individuals need to function in different disciplines.

H. Uludag, N. Kousinioris, T. Gao, D. Kantoci. Targeting proteins to bone by conjugation to bisphosphonates: in vitro assessment of mineral affinity. *Biotech. Prog.* (2000) 16: 258-267.

H. Uludag, M. Wong, J. Man. Reactivity of temperature-sensitive, protein-conjugating polymers prepared by a photo-polymerization process. *J. Appl. Polym. Sci.* (2000) 75: 583-592.

S.R. Winn, G. Randolph, H. **Uludag**, S.C. Wong, J.O. Hollinger. Establishing an immortalized human osteoprecursor cell line: OPC1. *J. Bone. Min. Res.* (1999) 14: 1721-1733.

W. Friess, **H. Uludag**, S. Foskett, R. Biron, C. Sargeant. Interactions in rhBMP-2/Absorbable collagen sponge systems for bone regeneration. *Int. J. Pharmaceut.* (1999) 185: 51-60.

H. Uludag, J. Golden, R. Palmer, J.M. Wozney. Biotinylated Bone Morphogenetic Protein-2: in vivo and in vitro activity. *Biotech. Bioeng.* (1999) 65: 668-672.

S.R. Winn, **H. Uludag**, J.O. Hollinger. Carrier systems for Bone Morphogenetic Proteins. *Clin. Orthop.* (1999), 367S: 95-106.

H. Uludag, D. D'Augusta, R. Palmer, G. Timony, J.M. Wozney. Pharmacokinetic characterization of rhBMP-2 implanted with biomaterial carriers in the rat ectopic model. *J. Biomed. Mat. Res.* (1999) 46: 193-202.

БИОМЕТАРИАЛЫ ДЛЯ ТКАНЕВОЙ ИНЖЕНЕРИИ

Хасан Улудаг, Ph.D.

Кафедра химии и материаловедения
Альбертовский университет, Эдмонтон, Канада

Email: hasan.uludag@ualberta.ca

Под руководством доктора Хасана Улудага проводятся исследования, направленные на разработку новых технологий клеточной трансплантации без системных иммунодепрессантов, а также новых способов доставки факторов роста для регенерации кости с минимальным воздействием на внескелетные участки. Данные исследования проводятся экспериментально в лабораториях университета с регулярными консультациями специалистов из других учреждений.

NANOTECHNOLOGY TO LIFE SCIENCES: DEVELOPMENT OF A BIOCHIP BY SELF-PROPELLED DROPLETS

Daniel Y. Kwok, Ph.D.

Dept Mechanical Engineering University of Alberta Edmonton, CANADA

Email: dykwok@ualberta.ca

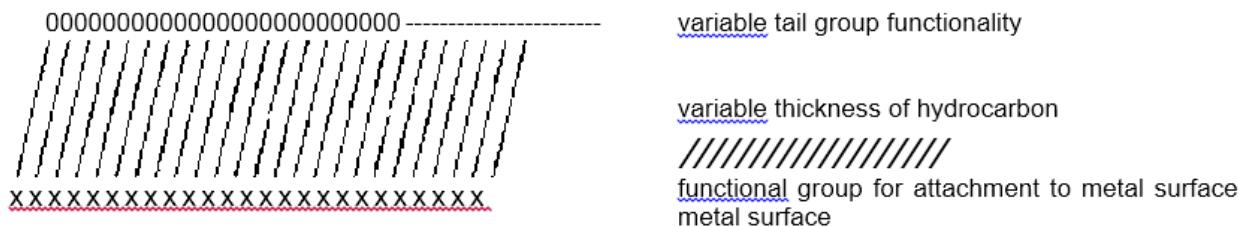
Objective

The objective of our study is to develop biochips for detection of specific biological substances using self-propelled liquid droplets.

Introduction

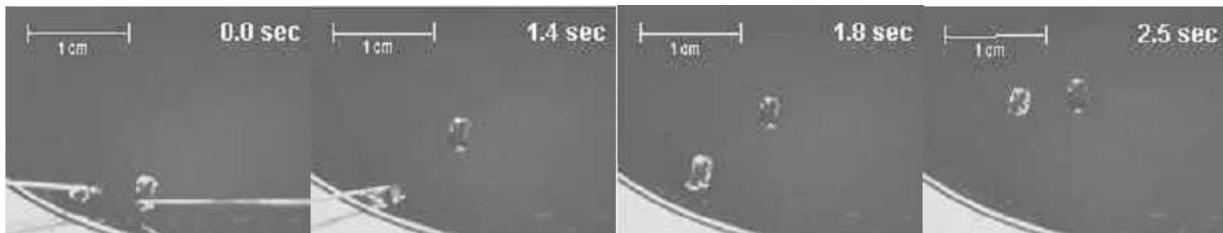
Of interest is the fabrication of novel nanoscale materials to provide new systems for study of various biomedical problems. The proposed research uses recent advances in surface chemistry and surface analytical methods, such as Fourier Transform Infra-Red Spectroscopy (FT-IR), Ellipsometry, Atomic Force Microscopy (AFM), to engineer and characterize nanoscale materials for biomedical applications.

A recent advance in the fabrication of nanoscale coatings is the use of the so-called Self-Assembled Monolayers (SAMs). These films are two-dimensional organic assemblies that form by the spontaneous adsorption of molecules, e.g. C18H37SH, onto metal or metal oxide supports. They provide model systems for studying of a range of interfacial phenomena. The organic and biological properties of these films are largely controlled by the end groups of the molecules (Figure 1) and can be manipulated by tailoring the end functional groups. SAMs are of technical interest for the fabrication of sensors, protective layers, for lubrication, and as patternable materials. They provide a pathway for a better understanding of many technological systems where interfacial events play a dominant role.

Figure 1**Self-propelled Droplets**

Recently, we, together with researchers at MIT, discovered that liquid droplets as small as nL can move spontaneously on chemically patterned and channeled surfaces. This study is novel in that it does not require external pumps or voltage to drive liquid flow in microchannels on surfaces; presence of the specific organic substances is indicated by a surface-tension-driven flow of droplets in these channels. Thermodynamically, decrease in the surface energy by adsorption of molecules in the moving droplets is the driving force. Droplet velocity can be controlled, by varying the chain length of the adsorbate. Images illustrating two competing droplets on a chemically patterned surface are shown in Figure 2.

We have already developed a model that could predict the velocity of these droplets in confined channels. Our next step is to investigate the specific protein, cell adhesion or amino acid adsorption onto surfaces that can cause droplet movement. This eventually will lead to the development of an online biochip, without pumps or externally applied voltage. We welcome students from all biomedical disciplines to join our research team.

Figure 2**Recent Publications (1998-present)**

1. D.Y. Kwok, S.W. Lee and P.E. Laibinis, "Chemically directed movement of drops on self-assembled monolayers", *Phys. Rev. E.*, in press.
2. D.Y. Kwok and A.W. Neumann, "Contact angle measurements and contact angle interpretation: relevance to the thermodynamics of adhesion", Chapter 3, Editor: K.L. Mittal, VSP, The Netherlands, (2000).
3. D.Y. Kwok, H. Ng and A.W. Neumann, "Experimental study on contact angle patterns: liquid surface tensions less than solid surface tensions", *J. Colloid Interface Sci.*, 225: 323-328, (2000).
4. D.Y. Kwok, A.W. Neumann, "Contact Angle interpretation: Combining rule for intermolecular potential", *J. Phys. Chem. B*, 104(4), 741-746, (2000).
5. D.Y. Kwok, C.N.C. Lam and A.W. Neumann, "Wetting behavior and solid surface tension for a 70:30 copolymer of polystyrene and poly(methyl methacrylate)", *Colloid Journal*, 62(3), 324-335 (2000).
6. D.Y. Kwok, R. Wu, A. Li and A.W. Neumann, "Contact angle measurements and interpretation: wetting behavior and solid surface tensions for poly(alkyl methacrylate) polymers", *J. Adhesion Sci. Tech.*, 14, 719-743 (2000).
7. M. Wulf, K. Grundke, D.Y. Kwok, and A.W. Neumann, "Influence of different alkyl side chains on solid surface tension of polymethacrylates", *J. Appl. Polym. Sci.*, 77(11), 2493-2504, (2000).
8. D.Y. Kwok and A.W. Neumann, "Contact Angle interpretation: Re-evaluation of existing contact angle data", *Colloids Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, 161, 49-62 (2000).
9. D.Y. Kwok and A.W. Neumann, "Contact angle interpretation in terms of solid surface tensions", *Colloids Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, 161, 31-48 (2000).
10. D.Y. Kwok, "The usefulness of the Lifshitz-van der Waals / acid-base approach for surface tension components and in-terfacial tensions", *Colloids Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, 156, 191-200 (1999).
11. D.Y. Kwok and A.W. Neumann, "Contact angle measurements and contact angle interpretation", *Adv. Colloid Interface Sci.*, 81(3), 167-249 (1999).
12. D.Y. Kwok and A.W. Neumann, "Contact angle techniques and measurements" In *Surface Characterization Methods: Principles, Techniques, and Applications*, Chapter 2. Editor: A. Milling, Marcel Dekker, New York, N.Y., 37-86 (1999).
13. D.Y. Kwok, A. Li and A.W. Neumann, "Low-rate dynamic contact angles on poly(methyl methacrylate/ethyl methacrylate, 30/70) and the determination of solid surface tensions", *J. Polym. Sci. B: Polym. Phys.*, 16, 2039-2051 (1999).

136 СЕКЦИЯ 6 – Биомеханические и медицинские аппараты, системы, комплексы

14. D.Y. Kwok, A. Li, C.N.C. Lam, R. Wu, S. Zschoche, K. Poschel, T. Gietzelt, K. Grundke, H.-J. Jacobasch and A.W. Neumann, "Low-rate dynamic contact angles on poly(styrene-(hexyl/10-carboxydecyl 90:10)maleimide) and the determination of solid surface tensions", 200, (5) 1121-1133 (1999).
15. M. Wulf, S. Michel, K. Grundke, O.I. del Rio, D.Y. Kwok and A.W. Neumann, "Simultaneous determination of surface tension and density of polymer melts using axisymmetric drop shape analysis", J. Colloid Interface Sci., 210, 172181 (1999).
16. D.Y. Kwok, C.N.C. Lam, A. Li and A.W. Neumann, "Low-rate dynamic contact angles on poly(methyl methacrylate/n-butyl methacrylate) and the determination of solid surface tensions", J. Adhesion, 68, 229-255 (1998).
17. P. Chen, D.Y. Kwok, R.M. Prokop, O.I. del Rio, S.S. Susnar and A.W. Neumann, Axisymmetric drop shape analysis (ADSA) and its application" In *Drops and Bubbles in Interfacial Research*, Chapter 2, Editor: D. Mobius, D. and R. Miller, Elsevier Sci., Amsterdam, The Netherlands, 61-138 (1998).
18. D.Y. Kwok and A.W. Neumann, "Contact angles and surface energetics", Prog. Colloid Polym. Sci., 109, 170-184 (1998).
19. D.Y. Kwok, C.N.C. Lam, A. Li, A. Leung, R. Wu, E. Mok and A. W. Neumann, "Measuring and interpreting contact angles: a complex issue", *Colloids Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, 142, 219-235 (1998).
20. O.I. del Rio, D.Y. Kwok, R. Wu, J.M. Alvarez and A.W. Neumann, "Contact angle measurements by axisymmetric drop shape analysis and an automated polynomial fit program", *Colloids Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, 143, 197-210 (1998).
21. D.Y. Kwok, C.N.C. Lam, A. Li, K. Zhu, R. Wu and A.W. Neumann, "Low-rate dynamic contact angles on polystyrene and the determination of solid surface tensions", Polym. Eng. Sci., 38, 1675-1684 (1998).
22. A. Amirfazli, D.Y. Kwok, J. Gaydos and A.W. Neumann, "Line tension measurements through drop size dependence of contact angles", J. Colloid Interface Sci., 205, 1-11 (1998).
23. D.Y. Kwok, A. Leung, A. Li, C.N.C. Lam, R. Wu and A.W. Neumann, "Low-rate dynamic contact angles on poly(n-butyl methacrylate) and the determination of solid surface tensions", Colloid Polym. Sci., 276, 459-469 (1998).
24. D.Y. Kwok, A. Leung, C.N.C. Lam, R. Wu and A.W. Neumann, "Low-rate dynamic contact angles on poly(methyl methacrylate) and the determination of solid surface tensions", J. Colloid Interface Sci., 206, 44-51 (1998).
25. D.Y. Kwok, L.K. Leung, C.B. Park and A.W. Neumann, "Study on the surface tensions of polymer melts using axisymmetric drop shape analysis", Polym. Eng. Sci., 38 (5), 757-764 (1998).
26. D.Y. Kwok, Y. Lee and A.W. Neumann, "Evaluation of the Lifshitz-van der Waals/acid-base approach to determine interfacial tensions: 2. interfacial tensions of liquid-liquid systems", Langmuir, 14, 2584-2553 (1998).

НАНОТЕХНОЛОГИ В НАУКАХ О ЖИВОЙ ПРИРОДЕ: РАЗРАБОТКА БИОЧИПА С САМОДВИЖУЩИМИСЯ КАПЕЛЯМИ

Дэниел К Квок, Ph.D. Кафедра машиностроения, Альбертовский университет, Эдмонтон, Канада
Email: dykwok@ualberta.ca

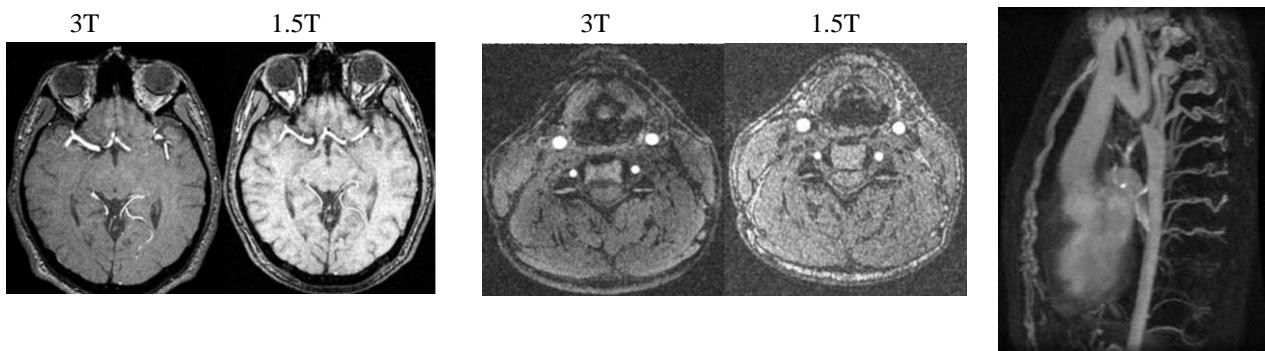
Целью исследований является разработка биочипа для выявления определенных биологических веществ с помощью самодвижущихся капель жидкости. В настоящее время разработана модель, предсказывающая скорость этих капель в замкнутых каналах. Следующим шагом является исследование сцепления поверхностей, вызывающих движение капель, с определенными белками, клетками или аминокислотами.

BLOOD VESSEL IMAGING AT HIGH MAGNETIC FIELDS

Alan H. Wilman, Ph.D.
Department of Biomedical Engineering University of Alberta
Edmonton, CANADA
Email: alan.wilman@ualberta.ca

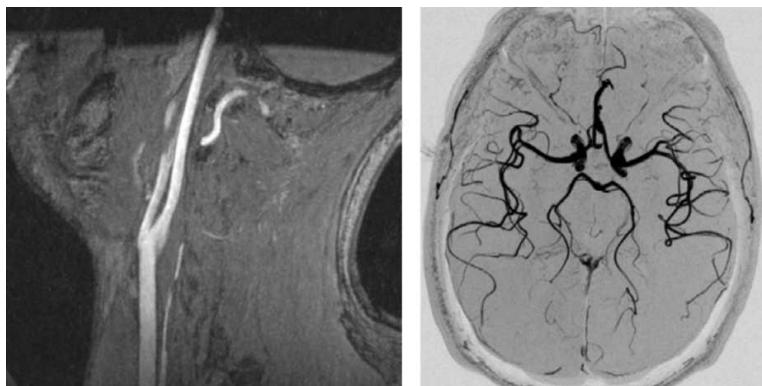
My research area is focused largely on developing imaging techniques at the high magnetic fields of 3T and 4.7T for use in the detection of blood vessel disease. Blood vessel diseases remain the most significant cause of death in Canada and the United States. Magnetic Resonance Imaging (MRI) has the potential to play an enormous role in detecting vascular pathology non-invasively, by identifying both vessel wall and vessel lumen characteristics before they become clinically significant. The high magnetic fields of 3T and 4.7T are two and three times stronger than standard clinical 1.5T MRI units. These higher field strengths offer two and three times more signal-to-noise. This higher signal, combined with different contrast mechanisms can produce exquisite high field blood vessel images.

At present, our research into high field blood vessel imaging can be divided into four categories: 1) time-of-flight MR Angiography (MRA) of head and neck, 2) contrast-enhanced MRA, 3) vessel wall imaging and 4) RF coils for high field application. In each area, we are focused on developing innovative approaches to high field imaging and then applying the techniques to patient groups. The images below illustrate the differences between 1.5T and 3T for 3D time-of-flight MRA for intracranial and carotid arteries.



A large part of the program is focused on the area of contrast-enhanced 3D MRA. This research is ongoing at high magnetic field, but also at the standard field strength of 1.5T. These techniques must take advantage of the fleeting nature of contrast enhancement and require careful thought into how best capture this enhancement. At left is an illustration of a 3D contrast-enhanced angiogram of the thoracic blood vessels illustrating a coarctation of the aorta. This 1.5T acquisition was acquired in 1997 with a technique invented by Dr. Wilman known as elliptical centric phase encoding.

Although contrast agents can help to produce high quality images, high magnetic fields are particularly promising for non-contrast techniques that are designed to take special advantage of the intrinsic magnetization properties at 3T and 4.7T. Further examples of 3T maximum intensity projections are shown below. In these studies, the patient or volunteer merely lies in the magnet with no contrast injections needed.



At left are 3T maximum intensity projections from the neck and head. (The head is that of Dr. Wilman.) These high field MRA images exhibit superior blood-to-background contrast and signal-to-noise over low field.

Dr Wilman and the imaging team make use of two high field whole-body MRI systems at 3 T and 4.7T that are both devoted 100% to research. In addition a 1.5T Siemens Sonata is also available 100% for research. Because all three machines are devoted to research there is daytime (as well as evening) access for all students. All three MRI systems are housed in the Biomedical Engineering MRI research facility within the University hospital. A fully equipped RF laboratory is also available for RF coil building.

Graduate students working with Dr. Wilman will usually have an Engineering or Physics background. In the course of their degrees, students are expected to fully understand the physics of MRI and program imaging techniques on the scanners.

Relevant Publications

1. O. Al-Kwafi, D.J. Emery and Alan H. Wilman, *Exploiting Three Tesla for Time-of-Flight Magnetic Resonance Angiography of the Intracranial and Carotid Arteries* *Magn Reson Imag* **20** 181-187 (2002).
2. S.J. Thomas, O. Al-Kwafi, D.J. Emery and Alan H. Wilman, *Application of Magnetization Transfer to Intracranial 3D Time-of-Flight Magnetic Resonance Angiography of the Intracranial Arteries at Three Tesla*, *Journal of Magn Reson Imag*, **15** 479-483 (2002).

3. Alan H. Wilman, T.C.H. Yep and O. Al-Kwafi, *Quantitative Evaluation of Non-Repetitive Phase Encoding Orders for First-Pass, Three-Dimensional Contrast-Enhanced MR Angiography*, Magn Reson Med, **46** 541-547 (2001).
4. Alan H. Wilman, S. J. Riederer, *On the Cause of Increased Aliasing in the Slice-Select Direction in Three-Dimensional Contrast-Enhanced MR Angiography*, Magn Reson Med **44** 336-338 (2000).
5. John Huston III, S.B. Fain, S. J. Riederer, Alan H. Wilman, M.A. Bernstein, R.F. Busse, *Carotid Arteries: Maximizing Arterial to Venous Contrast in Fluoroscopically Triggered Contrast-Enhanced MR Angiography with Elliptic Centric View Ordering*, Radiology **211** 265-273 (1999).
6. John Huston III, S.B. Fain, Alan H. Wilman, S. J. Riederer, *Aortic Arch and Carotid Artery Single-Shot Gadolinium-Enhanced 3D MIR Angiography with an Elliptical Centric Acquisition Order*, Rivista Di Neuroradiologia **11**: 179-183 (1998).
7. Alan H. Wilman, S. J. Riederer, John Huston III, J.T. Wald, and J.P. Debbins, *Arterial Phase Carotid and Vertebral Artery Imaging in 3D Contrast-Enhanced MR Angiography by Combining Fluoroscopic Triggering with an Elliptical Centric Acquisition Order*, Magn Reson Med **40** 24-35 (1998).
8. Alan H. Wilman, J.P. Debbins, P.J. Rossman, B.F. King, R.L. Ehman and Stephen J. Riederer, *Fluoroscopically-Triggered Contrast-Enhanced Three Dimensional 3D MR Angiography with Elliptical Centric View Order: Application to the Renal Arteries*, Radiology **205** 137-146 (1997).
9. Alan H. Wilman and Stephen J. Riederer, *Performance of an Elliptical Centric View Order for Signal Enhancement and Motion Artifact Suppression in Breathhold 3D Gradient Echo Imaging*, Magn Reson Med **38** 793-802 (1997).
10. Alan H. Wilman, John Huston III and Stephen J. Riederer, *3D MR Angiography of the Carotid Arteries with ECG Triggering and Magnetization Preparation*, Magn Reson Med **37** 252-259 (1997).
11. Alan H. Wilman and Stephen J. Riederer, *Improved 3D Phase Encoding Orders for 3D Magnetization-Prepared MR Angiography*, Magn Reson Med **36** 384-392 (1996).
12. Yi Wang, P.J. Rossman, R.C. Grimm, Alan H. Wilman, S.J. Riederer, R.L. Ehman, *Magnetization-Prepared 3D MR Angiography of the Pulmonary Arteries: Impact of Real-Time Navigator Gating*, Magn Reson Med **36** 579-587 (1996).
13. Alan H. Wilman, S.J. Riederer, R.C. Grimm, P.J. Rossman, Y. Wang, B.F. King, R.L. Ehman, *Multiple Breathhold 3D TOF MR Angiography of the Renal Arteries*, Magn Reson Med **35** 426-434 (1996).

BLOOD VESSEL IMAGING AT HIGH MAGNETIC FIELDS

Алан Х. Уильям, Ph.D.

Кафедра биомедицинской инженерии, Альбертовский университет, Эдмонтон, Канада
Email: alan.wilman@ualberta.ca

Область исследования: разработка методов визуализации под воздействием высоких магнитных полей 3 Тл и 4,7 Тл для выявления заболеваний кровеносных сосудов. Исследования направлены на разработку инновационных подходов к визуализации в полях высокой напряженности и испытания данных методов на группах пациентов.

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ИЗМЕРИТЕЛЯ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

Салах Х.Х., Струнин Р.М.

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых khalid90@mail.ru, rspwork@mail.ru

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются основной причиной смерти во всем мире. Показатели смертности от ССЗ в России являются одними из самых высоких в мире. Коэффициент смертности (число умерших на 100 000 населения соответствующего пола) от болезней системы кровообращения составил в 2010 году в РФ 834 случая, тогда как в развитых европейских странах он ниже в 4 раза [3].

В связи с этим, необходимо постоянно контролировать такой жизненно важный орган, как сердце, наблюдать за состоянием сердечно-сосудистой системы (ССС).

Наиболее простой метод оценки ССС – определение величины частоты сердечных сокращений (ЧСС). Этот показатель позволяет объективно судить об уровне функционирования сердечно-сосудистой системы пациента. Частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин.), определяется, как количество сокращений сердца за одну минуту [4].

В данной статье представлен аппаратно-программный комплекс измерения ЧСС.

ЧСС как важный параметр оценки сердечно сосудистой системы

ЧСС – синхронное с сокращением сердца периодическое расширение кровеносных сосудов, видимое глазом и определяемое на ощупь. При каждом сердечном сокращении артерии пульсируют, когда кровь проталкивается через них. Пульс – волна колебаний, распространяющихся по стенкам аорты, и возникающих при сокращении левого желудочка сердца [2].

ЧСС – важная характеристика, многосоставная компонента, ее динамика позволяет судить об адаптации системы кровообращения к потребностям организма.

ЧСС зависит от возраста и индивидуальных особенностей типа регуляции. У людей с преобладанием симпатической регуляции имеет место тенденция к высокой ЧСС (тахиардия), при преобладании парасимпатической регуляции – к редкой ЧСС (брадикардия).

Измерение ЧСС

Изменение ЧСС обеспечивает адаптацию системы кровообращения к потребностям организма (выполняемой работе) и условиям внешней среды.

Определяя ЧСС, следует учитывать следующее обстоятельство. Дело в том, что пульс не равномерен, время между сокращениями желудочков все время варьирует в пределах некоторых значений. На практике допустимо измерять ЧСС за 30 секунд, умножая полученное значение на 2. В крайнем случае (при недостатке времени), можно подсчитывать количество сокращений за 10 секунд с умножением на 3. Подсчет ЧСС за 10 – 15 секунд с умножением на соответствующий коэффициент допустим только при приблизительном подсчете, когда погрешность не имеет особого значения [7].

Наиболее часто используемые методы определения частоты сердечных сокращений:

- **Пальпаторный**, позволяющий оценить частоту сердечных сокращений по частоте пульса, при прощупывании лучевой артерии в области запястья;
- **Сфигмографический**, основанный на регистрации механических смещений участка тела, расположенного вблизи крупной артерии;
- **Реографический**, основанный на регистрации изменений электрического сопротивления участка тела, наблюдающихся в процессе прохождения через него систолического объема крови;
- **Электрокардиографический**, основанный на регистрации электрической активности сердца;
- **Фотоплетизмографический**, основанный на фотоэлектрическом измерении поглощения кровью в красном и инфракрасном диапазонах светового излучения [1].

Фотоплетизмография (ФПГ) – метод исследования кровенаполнения тканей, основанный на регистрации пульсовых колебаний оптической плотности тканей, обусловленных функцией сердца. В отличие от реографии в этом методе используется не электрический ток, а светопроницаемость и светоотражение. Фотоплетизмограф регистрирует изменения содержания крови по рассеиванию света, которое происходит в основном за счет отражения света от поверхности эритроцитов. Позволяет проводить исследования кровообращения тканей в проходящем и отраженном свете [5].

Использование пальцевой ФПГ имеет большую диагностическую ценность в оценке проходимости периферических сосудов, быстрой и точной оценки локального капиллярного кровотока.

Пальцевая ФПГ предоставляет в течение короткого периода времени точную и объективную информацию об изменениях параметров кровообращения при воздействии на организм различных физических факторов, что позволяет использовать ее в физиотерапии. Диагностические возможности ФПГ позволяют прогнозировать оптимальную дозу фактора воздействия и предупреждать отрицательные реакции в результате передозировки воздействующего физического фактора. На рисунке 1, показана пульсовая волна, состоящая из двух компонентов.

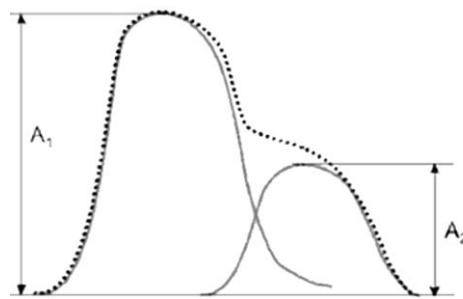


Рисунок 1 – Схематическое изображение пульсовой волны.
A1 – соответствует анакротическому периоду, A2 – дикротическому

Первый пик пульсовой волны, соответствующий анакротическому периоду пульсовой волны (A1), образуется в период систолы. Амплитудное значение анакротической фазы носит также название амплитуды пульсовой волны и соответствует ударному объему крови при сердечной выбросе, предоставляя, таким образом, косвенные сведения о степени инотропного эффекта.

Второй пик пульсовой волны, соответствующий дикротическому периоду пульсовой волны (A2), образуется за счет отражения объема крови от аорты и крупных магистральных сосудов и частично

соответствует диастолическому периоду сердечного цикла. Диастолическая фаза предоставляет информацию о тонусе сосудов [6].

Нормативные значения параметров пульсовой волны

На рисунке 2, показаны основные кодирующие точки объемного пульса.

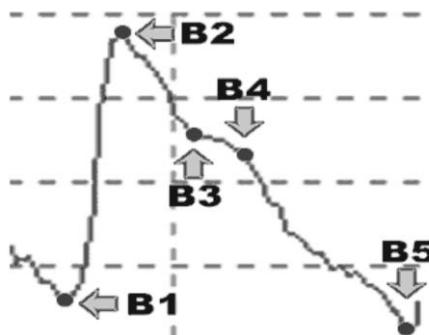


Рисунок 2 – Основные кодирующие точки объемного пульса

Точка B1 соответствует началу периода изгнания систолического периода, точка B2 соответствует моменту максимального расширения сосуда в фазу форсированного изгнания, точка B3 соответствует протодиастолическому периоду, точка B4 соответствует началу диастолы, точка B5 соответствует наступлению конца диастолы и указывает на завершение сердечного цикла.

Существует два основных типа ФПГ: один основан на пропускании света, другой на отражении. В первом случае световой пучок пропускается сквозь часть тела человека (например, через палец или мочку уха), а фотодетектор определяет результирующую интенсивность света. Во втором случае источник света и фотоприемник располагаются на одной стороне, и информацию о пульсе несет отраженный сигнал.

Разработка структурной схемы аппаратно - программного комплекса измерителя ЧСС

Структурная схема комплекса представлена на рисунке 3.

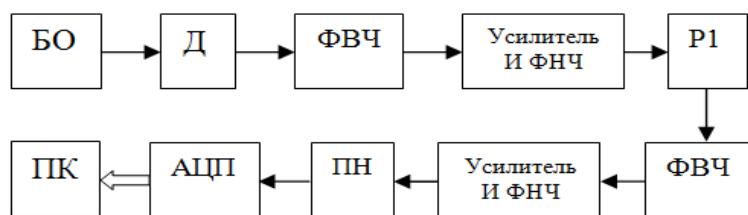


Рисунок 3 – Аппаратно-программный комплекс измерителя частоты сердечных сокращений

Фотодатчик содержит излучающий светодиод, и фотоприемник, ИК-светодиод используется для освещения пальца субъекта. В зависимости от объема крови в пальце, поглощается больше или меньше света, следовательно, меняется интенсивность отраженного света. Графическое представление зависимости изменений сигнала во времени и есть сигнал ФПГ.

С выхода датчика ФПГ, сигнал проходит через пассивный фильтр высоких частот (ФВЧ), чтобы избавиться от постоянной составляющей. Частота среза фильтра (fc) равна 0.5 Гц. Далее сигнал проходит через активный фильтр нижних частот (ФНЧ), выполненный на операционном усилителе. Коэффициент усиления фильтра равен 48, частота среза 3.4 Гц. Такое решение позволяет устраниить нежелательный сигнал постоянной составляющей и высокочастотные шумы.

Потенциометр (Р1) на выходе активного ФНЧ, является ручной регулировкой усиления. Он нужен для достижения общего коэффициента усиления и управления амплитуда сигнала ФПГ.

Далее следует еще одна подобная схема фильтрации (ФВЧ, ФНЧ) и усиления сигнала.

Повторитель напряжения (ПН) представляет собой простой не инвертирующий буфер для понижения выходного сопротивления. Это важно, если для чтения сигнала используется АЦП микроконтроллера. Затем сигнал поступает на АЦП, где обрабатывается, и предается в компьютер (ПК) через USB интерфейс. На экране компьютера отражается фотоплетизмограмма и результаты расчета параметров пульсовых волн.

Разработка программного обеспечения для регистрации ЧСС

В ходе данной работы разработаны две части программного обеспечения.

Первая часть (*Arduino*) – разработана с целью управления работой микроконтроллера.

Программная часть *Arduino* очень проста. *Arduino* принимает отчеты аналогового сигнала ФПГ в 5 мс интервале непрерывно передает данные в компьютер через USB интерфейс.

Вторая часть – компьютерное приложение, разработанное с использованием языка программирования (*Processing*) для отображения принимаемого сигнала ФПГ и мгновенной ЧСС.

На рисунке 4, приведена блок-схема объясняющая общую логику вычисления ЧСС от полученных отчетов АЦП.

Приложение РС сначала считывает 600 последовательных отчетов, посланных *Arduino*. Поскольку частота дискретизации 5 ms, он занимает 3 сек для чтения 6000 отчетов. Компонент постоянного тока (минимумы 600 отчетов) вычитается из отчетов. Далее, диапазон отчетов вычисляется. Если диапазон меньше 50 отсчетов, полученный сигнал ФПГ очень слабый, и считается шумом. Это может произойти при отсутствии ФПГ сигнала (датчик неисправен или отключен) или усиление усилителя на устройстве ФПГ установлено очень низкое. Коэффициент усиления может быть увеличен за счет потенциометра Р1 на плате ФПГ.

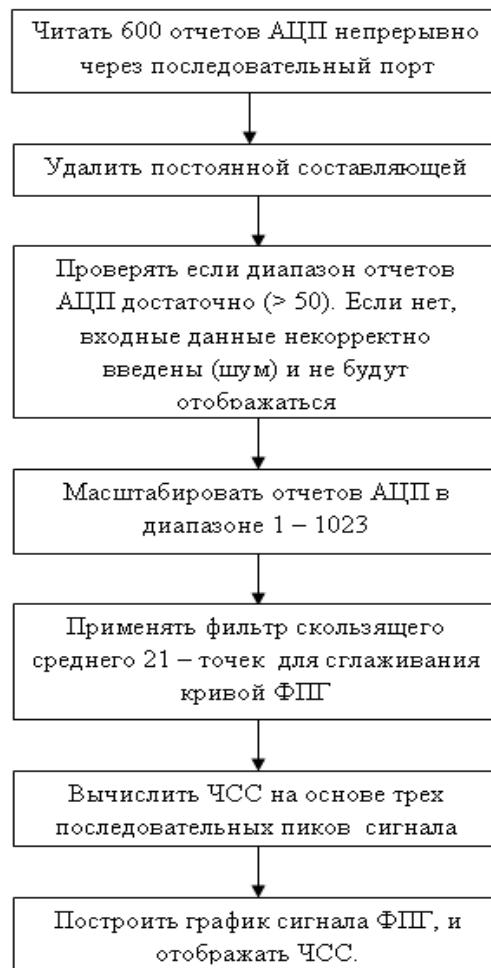


Рисунок 4 – Блок схемы общей логикой вычисления ЧСС

Далее применяется фильтр скользящего среднего 21 – точек для сглаживания кривой ФПГ, чтобы удалить ненужные высокочастотные компоненты шума (обычно шум) в сигнале ФПГ. В результате строится сигнал ФПГ из множества отсчетов. Таким образом, мы потеряем 10 отсчетов в начале и 10 отсчетов в конце при применении фильтра скользящего среднего.

Заключение

ЧСС – важная характеристика, многосоставная компонента, ее динамика позволяет судить об адаптации системы кровообращения к потребностям организма.

В настоящее время существует множество методов измерения ЧСС, одним из которых является метод ФПГ, обладающий уникальными возможностями, выделяющими его среди прочих.

Использование пальцевой ФПГ имеет большую диагностическую ценность в состоянии ССС. К общим возможностям ФПГ в изучении гемодинамики относятся – измерение артериального давления, скорости кровотока, и ЧСС.

Разработанная система показала свою способность в измерении ЧСС. Система может применяться для использования в домашних условиях, а также для учебных целей.

Библиографический список

1. Войнов В.Б., Воронова Н.В., Золотухин В.В.. Методы оценки состояния систем кислорообеспечения организма человека. Учебно-методическое пособие для студентов высших учебных заведений,

- слушателей курсов повышения квалификации по специальности валеология под редакцией Кураев Г.А. Ростов-на-Дону 2002.
2. Вавилов С.И. и др. – Большая советская энциклопедия. – М.: «Советская энциклопедия». – 1969-1978гг.
 3. Здравоохранение в России. 2011 :статистический сборник. – М.: Росстат, 2011. – 326 с.
 4. Калакутский, Л.И. Аппаратура и методы клинического мониторинга:Учеб.пособие/Л.И. Калакутский, Э.С. Манелис. – М.: Высш. шк., 2004. – 156 с.: ил.
 5. Ксембаев С.С. И.Г.Ямашев. Острые одонтогенные воспалительные заболевания челюстей. Диагностика и лечение ангио - и остеогенных нарушений. Москва «МЕДпресс-информ» 2006.
 6. Лебедев П.А., Калакутский Л.И., Власова С.П., Горлов А.П. Самара,. Диагностика функции сосудистого эндотелия у больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями: метод.указания /Самарский государственный аэрокосмичес-кий университет; 2004г.,18с.
 7. Яхонтов С.В., Ласукова Т.В. Физиология. Методы оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы: Учебно–методическое пособие / Томск: Издательство Томского государственного университета, 2007. 38 с.

HARDWARE-SOFTWARE SYSTEM FOR HEART RATE MEASUREMENT

Salah K.H., Strunin R.M.

Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs
khalid90@mail.ru, rspwork@mail.ru

Cardiovascular diseases are the leading causes of death in the world. Regard to this, it is necessary to constantly control such a vital organ, as the heart, and monitor the state of the cardiovascular system. The article is devoted photoplethysmographic method of determining heart rate (HR), where the main methods of determining heart rate are described as well as the technique of measuring heart rate based on the photoplethysmography. The result of this work is the developed hardware-software system for heart rate measurement.



ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИНВЕРТИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ПЕРЕДАЧИ БИОМЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Полушкин П.А., Джулани И., Матюха В.А.
Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых
pap@vlsu.ru

В современных цифровых системах передачи информации для повышения помехоустойчивости широко применяется передача по параллельным каналам, в частности, пространственно разнесенным каналам ([1,2]). Однако при высокоскоростной передаче, характерной для многих систем, наблюдается значительная межсимвольная интерференция (МСИ), когда каждый принимаемый символ формируется как сумма переданного символа и нескольких предыдущих, обусловленная неравномерностью амплитудно-частотной характеристики тракта передачи.

Это приводит к значительному снижению помехоустойчивости передачи. Существует возможность значительно ослабить негативное влияние МСИ и увеличить отношение «сигнал/шум», используя уже имеющиеся ресурсы системы. Такая возможность появляется в системах с двусторонней передачей информации, когда по каналу обратной связи можно осуществлять управление, адаптирующееся к текущим условиям передачи ([3]).

Рассмотрим использование бинарной фазовой манипуляции цифровых сигналов (BPSK). Пусть кратность пространственного разнесения на передающей стороне равна N_T , а на приемной стороне равна N_R . Они могут быть как одинаковыми, так и различаться. Сигналы от каждой из N_T передающих антенн принимаются каждой из N_R приемных антенн, образуя в них сумму напряжений. Пусть коэффициенты передачи от передающих к приемным антенным описываются матрицами \mathbf{K}_C и \mathbf{K}_S , при этом матрица \mathbf{K}_C будет описывать передачу синфазных компонент, а матрица \mathbf{K}_S – ортогональных компонент сигналов.

При воздействии МСИ после соответствующей корреляционной обработки образуется сумма отклика на текущий переданный символ и на несколько предыдущих символов. Пусть количество предыдущих символов заметного уровня равно m . Тогда их уровни после корреляционной обработки на приемной стороне также могут быть описаны парами матриц \mathbf{R}_{Ck} и \mathbf{R}_{Sk} (индексы «C» и «S» также относятся к передаче синфазной и ортогональной компонент; $k=1 \dots m$). Информация о величине составляющих всех матриц может быть получена с либо помощью периодически передаваемых тестовых сигналов (которые, как правило, используются для

борьбы с МСИ), либо с помощью специальных маркеров, помещаемых в каждый из передаваемых сигналов и позволяющих измерять в принимаемом сигнале вклады.

Рассмотрим вначале случай отсутствия МСИ, а затем учтем их воздействие. В этом случае на приемной стороне принимается совокупность сигналов $S_j(t)$, где $j=1 \dots N_R$. Далее они фазируются и складываются с некоторыми оптимальными весовыми коэффициентами a_j , пропорциональными амплитудам складываемых сигналов и обратно пропорциональны мощностям шума в разнесенных приемниках. Отличия шумовых свойств приемников легко уравнять соответствующими коэффициентами передачи, т.е. будем считать, что a_j пропорциональны амплитудам полезных сигналов.

Рассмотрим следующий вариант оптимального комбинирования разнесенных сигналов. Предварительное фазирование не производится, а корреляторы ставятся в каждый канал разнесения, причем в каждом канале используется по два коррелятора, один из них выделяет синфазную компоненту, другой – ортогональную. Далее полученные напряжения складываются между собой и со всеми напряжениями с выходов других корреляторов с весовыми коэффициентами, пропорциональными их величине (как и в предыдущей ситуации, без учета их знака). Используется также два общих опорных сигнала $S_0 \cos \omega t$ и $S_0 \sin \omega t$, один для выделения синфазной компоненты, другой – для выделения ортогональной компоненты.

В этом случае принимаемые сигналы на выходах корреляторов образуются напряжения $\pm U_i \cos \varphi_i = \pm U_{cj}$ и $\pm U_i \sin \varphi_i = \pm U_{sj}$, а сигнал после общего суммирования будет равен $U_{\Sigma} = \sum_{j=1}^{N_R} (U_{cj}^2 + U_{sj}^2) = \sum_{j=1}^{N_R} U_j^2$. Считаем, что

мощность тепловых шумов всех ветвей разнесения одинакова и рассмотрим тепловой шум i -той ветви $n_i(t)$. Его мощность равна σ^2 . Это сигнал можно представить в виде суммы двух ортогональных составляющих $n_i(t) = n_{ci}(t) + n_{si}(t)$, также распределенных по гауссову закону. Мощность каждой из них равна $\sigma^2/2$.

При сложении с весовыми коэффициентами суммарный шум будет равен: $n_{\Sigma}(t) = \sum_{j=1}^{N_R} [U_{cj} n_{cj}(t) + U_{sj} n_{sj}(t)]$

. Поскольку все составляющие этой суммы взаимно независимы, то ее средняя мощность также будет равна:

$$P_n = \frac{\sigma_n^2}{2} \sum_{j=1}^{N_R} (U_{cj}^2 + U_{sj}^2) = \frac{\sigma_n^2}{2} \sum_{j=1}^{N_R} U_j^2.$$

Рассмотрим случай двукратного разнесения при передаче, $N_T=2$, и один из приемников. Сигнал на его входе равен сумме сигналов от каждого из передатчиков. Начальные фазы этих двух компонент – взаимно независимые случайные величины, изменяющиеся со скоростью быстрых замираний, и определяются свойствами канала передачи. Взаимный фазовый сдвиг компонент – также случайная величина, распределенная равномерно в интервале $0 \div 2\pi$. В результате статистические свойства замираний принимаемого сигнала совершенно не зависят взаимного фазового сдвига сигналов в передающих антенах. Статистика замираний будет одна и та же при излучаемых сигналах синфазных или противофазных. Это используется в описываемом методе.

Чтобы в случае применения BPSK поменять фазу излучаемого сигнала в какой-то антенне, достаточно логические значения передаваемого данным передатчиком информационного потока изменить на инверсные. Замирания сигнала на входе приемника возможны в двух ситуациях. Одна из них заключается в том, что флюктуирующие коэффициенты передачи с обоих передатчиков в данный момент времени малы по величине. В другой ситуации оба коэффициента передачи имеют значительную величину, но их фазы близки к противоположным, и оба сигнала взаимно вычитаются. Если на первую ситуацию инвертирование одного из передаваемых сигналов заметно не повлияет, то в другой ситуации вместо ослабления уровня суммарного сигнала произойдет его значительное увеличение. Поскольку система передачи имеет информацию о текущих величинах всех коэффициентов передачи, она может для достижения выигрыша оперативно переключать передаваемые с различных антенн сигналы с прямых на инверсные. Существенного изменения структуры для этого не потребуется, поскольку инвертирование можно производить еще в маломощных блоках логической обработки.

Рассчитаем величину выигрыша, получаемого при использовании подобного разнесения с инвертированием первоначально при отсутствии МСИ. Отношение сигнал/шум без инвертирования

$$\rho_1 = U_{\Sigma} / \sqrt{P_n} = (\sigma_n \sqrt{\sum_{j=1}^{N_R} U_j^2}) / \sqrt{2}.$$

Далее предположим, что инвертирование производится в каких-либо из N_T

передатчиков. Если совокупность сигналов в приемниках описать вектор-столбцом $\mathbf{S}(t)$, то его можно представить в виде $\mathbf{S}(t) = \mathbf{K}_C^T \mathbf{h}_q S_0(t) + \mathbf{K}_S^T \tilde{S}_0(t)$, где \mathbf{h}_q – вектор-столбец, описывающий q -тый вариант инвертирования; $S_0(t)$ и $\tilde{S}_0(t)$ – исходный излучаемый сигнал и его сдвинутый на 90° вариант. Вектор \mathbf{h}_q содержит N_T элементов, равных либо $+1$, либо -1 . Возможны $Q = 2^{N_T}$ вариантов вектора \mathbf{h}_q .

Последовательно передаваемые символы можно считать взаимно некоррелированными, будем полагать их мощность равной единице. Весовые коэффициенты, с которыми осуществляется оптимальное сложение,

определяются векторами $\mathbf{A}=\mathbf{K}_C^T \mathbf{h}_q$ и $\mathbf{B}=\mathbf{K}_S^T \mathbf{h}_q$. Величина полезного сигнала после сложения равна: $U_{\Sigma} = \mathbf{h}_q^T \mathbf{K}_C \mathbf{K}_C^T \mathbf{h}_q + \mathbf{h}_q^T \mathbf{K}_S \mathbf{K}_S^T \mathbf{h}_q = \mathbf{h}_q^T \mathbf{G}_0 \mathbf{h}_q$, где матрица $\mathbf{G}_0 = \mathbf{K}_C \mathbf{K}_C^T + \mathbf{K}_S \mathbf{K}_S^T$.

Шумовой процесс $n_i(t)$ можно представить в виде суммы двух ортогональных составляющих $n_{ci}(t)$ и $n_{si}(t)$ и записать в форме вектор-столбцов, соответственно, \mathbf{n}_c , \mathbf{n}_s и \mathbf{n}_s . Тогда мощность шумовой составляющей после оптимального сложения будет равна:

$$P_n = \overline{(\mathbf{A}^T \mathbf{A} + \mathbf{B}^T \mathbf{B})^2} = \sigma_n^2 (\mathbf{A}^T \mathbf{A} + \mathbf{B}^T \mathbf{B}) / 2 = \sigma_n^2 \mathbf{h}_q^T \mathbf{G}_0 \mathbf{h}_q / 2,$$

где верхняя черта означает усреднение по времени. Отношение уровня полезного сигнала к среднеквадратическому значению шума при q -том варианте инвертирования будет равно $\rho_q = U_{\Sigma} / \sqrt{P_n} = (\sigma_n \sqrt{\mathbf{h}_q^T \mathbf{G}_0 \mathbf{h}_q}) / \sqrt{2}$. Система выбирает тот вариант вектора \mathbf{h}_q , который обеспечивает максимальную помехоустойчивость. Таким образом, при использовании описываемого метода достигаемое отношение полезной и помеховой компонент будет равно:

$$\rho_2 = \max_q \{ \rho_q \} = \sigma \left(\sqrt{\max_q \{ \mathbf{h}_q^T \mathbf{G}_0 \mathbf{h}_q \}} \right) / 2. \quad (1)$$

Определим помехоустойчивость в случае воздействия МСИ, как отношение полезного сигнала после оптимального сложения к суммарной мощности шума и составляющих МСИ. Поскольку соседние информационные символы можно считать некоррелированными, то мощность сигнала k -того луча после оптимального сложения будет равна $P_{Mk} = (\mathbf{A}^T \mathbf{R}_{Ck}^T \mathbf{I})^2 + (\mathbf{B}^T \mathbf{R}_{Sk}^T \mathbf{I})^2$, где \mathbf{I} – вектор-столбец, содержащий N_T единичных элементов. Таким образом, отношение уровня полезного сигнала после сложения к среднеквадратическому уровню всех мешающих компонентов будет равно:

$$\rho_3 = (\mathbf{I}^T \mathbf{G}_0 \mathbf{I}) / \sqrt{(\sigma_n^2 \mathbf{I}^T \mathbf{G}_0 \mathbf{I} / 2 + \sum_{k=1}^m ((\mathbf{I}^T \mathbf{K}_C^T \mathbf{R}_{Ck} \mathbf{I})^2 + (\mathbf{I}^T \mathbf{K}_S^T \mathbf{R}_{Sk} \mathbf{I})^2)} . \quad (2)$$

При использовании метода разнесения с инвертированием вектор \mathbf{I} заменяется на \mathbf{h}_q и помехоустойчивость определяется максимумом по всем \mathbf{q} отношения:

$$\rho_4 = \max_q \{ (\mathbf{h}_q^T \mathbf{G}_0 \mathbf{h}_q) / \sqrt{(\sigma_n^2 \mathbf{h}_q^T \mathbf{G}_0 \mathbf{h}_q / 2 + \sum_{k=1}^m ((\mathbf{h}_q^T \mathbf{K}_C^T \mathbf{R}_{Ck} \mathbf{h}_q)^2 + (\mathbf{h}_q^T \mathbf{K}_S^T \mathbf{R}_{Sk} \mathbf{h}_q)^2)} \} . \quad (3)$$

Выводы. В описываемом методе исключаются глубокие замирания, обусловленные противофазностью сигналов, приходящих на данную приемную антенну от различных передающих антенн. В результате его применение дает возможность при незначительном усложнении системы передачи снизить негативное воздействие межсимвольной интерференции и получить заметный выигрыш в помехоустойчивости.

THE USE OF METHOD OF INVERSED SIGNALS FOR IMPROVING OF INTERFERENCE IMMUNITY OF BIOMEDICAL TELECOMMUNICATION

The method that gives possibility of decreasing of intersymbol interference in communication systems with parallel channels is described. Method can be applied in systems with reverse channels. The initial signal or the inverted signal is transmitted by every parallel channel according current properties of all channels. Levels of received signals and immunity of interferences increase without increasing of transmitters power.

МЕТОДЫ ПОНИЖЕНИЯ ПОРЯДКА МОДЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ АНАЛОГОВЫХ УСТРОЙСТВ

Долинина А.А., Ланцов В.Н.

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, nastya.doly@gmail.com

Для эффективного макромоделирования применяют замену больших системных блоков более простыми или макромоделями.

Одним из путей замены сложного блока более простым может служить применение методов понижения порядка модели (редукции модели) функционального блока. Понижение порядка модели является достаточно недавним, но очень важным направлением исследований. Некоторые вопросы, относящиеся к понижению порядка были заявлены около 40 лет назад. Сегодня это один из основных подходов, применяемых при численном моделировании электронных устройств.

Основной целью всех методов понижения порядка заключается в проецировании высокоразмерной задачи (размерность n) в подпространство значительно меньшее по размерности (размерность k , $k < n$).

Пусть система описана в виде ОДУ:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = Ax + Bu, \\ y = Cx \end{cases}, \quad (1)$$

где $u \in R^m$ - вектор функций входов, $B \in R^m \times R^n$ - матрица зависимости входных воздействий и состояний системы, $y \in R^p$ - вектор выходных значений, $C \in R^p \times R^n$ - матрица зависимости выходных значений и состояний системы (следует отметить, что в общем случае $y = Cx + Du$, однако мы рассматриваем ситуацию, когда выход не зависит непосредственно от входа, то есть в нашем случае $D = 0$).

Переменную состояния системы $x(t)$ можно представить некоторым подпространством малой размерности (рисунок 1):

$$x = Vz + \varepsilon, \quad (2)$$

где $k < n$, $\varepsilon \in R^n$ - погрешность, $V \in R^k \times R^n$ - новый проекционный базис (матрица преобразований), $z \in R^k$ - новый вектор состояний уменьшенного базиса.

$$\begin{bmatrix} x \\ \vdots \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V \\ \vdots \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} z \\ \vdots \end{bmatrix}$$

Рисунок 1 – Переменная состояния $x(t)$

С учетом (2) система (1) примет вид (рисунок 2):

$$\begin{cases} \frac{dz}{dt} = \hat{A}z + \hat{B}u, \\ \hat{y} = \hat{C}z \end{cases}, \quad (3)$$

где $\hat{A} = V^T A V$, $\hat{B} = V^T B$, $\hat{C} = C V$, $z = V^T x$, $\hat{y} = V^T y$

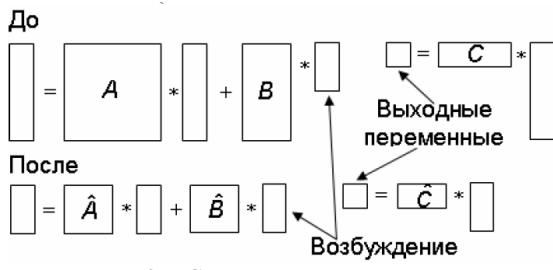


Рисунок 2 – Система до и после редукции

Таким образом, получив каким-либо способом матрицу преобразований (новый базис) V , мы можем преобразовать x в z , A в \hat{A} , B в \hat{B} , C в \hat{C} , y в \hat{y} .

Далее, используя дифференциальные уравнения или уравнения передаточной функции меньшей размерности, можно выполнять задачи моделирования на уравнениях меньшей размерности. [1]

С целью оценки состояния предметной области автоматизации макромоделирования был выполнен обзор ряда публикаций, в основном трудов конференций IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) [2]. В результате обзора был сделан вывод, что существуют различные методы, для определения проекционного базиса V : методы, на основе сингулярного разложения матрицы оператора, методы, на основе проекции в подобласть Крылова и ряд менее распространенных методов. Достоинство методов на основе подобластей Крылова состоит в высокой эффективности редукции для больших размерностей модели, но имеет и недостатки, т.к. метод не контролирует точность полученных результатов и не оптимален в плане вычислительных затрат.

Рассмотрим пример понижения порядка модели линейной системы. Данный метод может применяться не зависимо от количества входов и выходов схемы, т.е схема может быть как SISO, так и MIMO. В данном случае, в качестве примера, будем использовать SIMO схему из микрополосковых линий, с одним входом и восемью выходами. Построение модели устройства (рисунок 3) произведено в подсистеме Simulink.

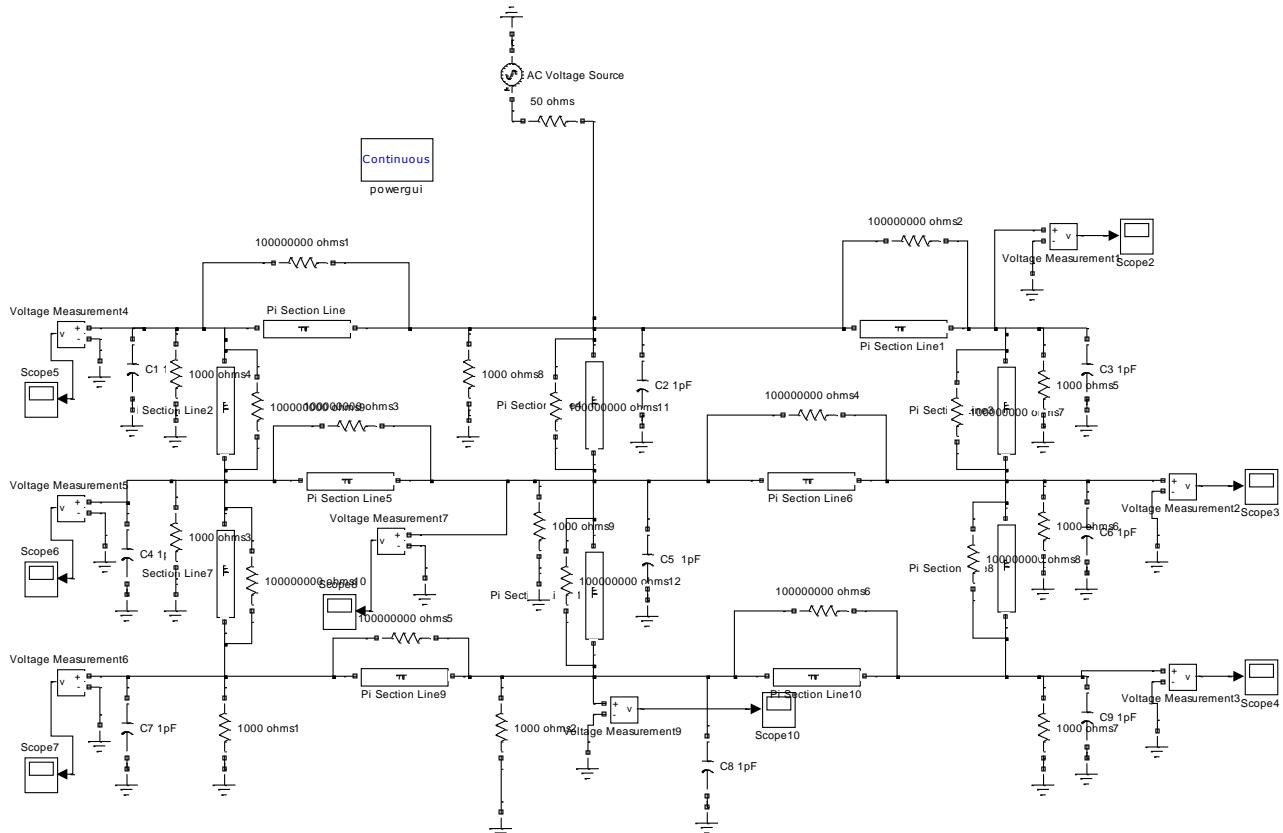


Рисунок 3 - Модель устройства в *Simulink*.

Здесь, параллельно каждой длинной линии расположена проводимость (10-8См) не влияющая на результаты расчетов (без них *Matlab* формирует сингулярную (вырожденную) модель).

Проверяем, устойчивая ли исходная система (рисунок 4). Проверку можно осуществить, с помощью встроенной функции *Matlab* расчёта Ганкелевых сингулярных значений (функция *hsvd*). Ганкелевы сингулярные числа играют для динамических систем ту же роль, что и сингулярные числа для конечномерных матриц. Данная функция позволяет разделить модель на устойчивую и неустойчивую части.

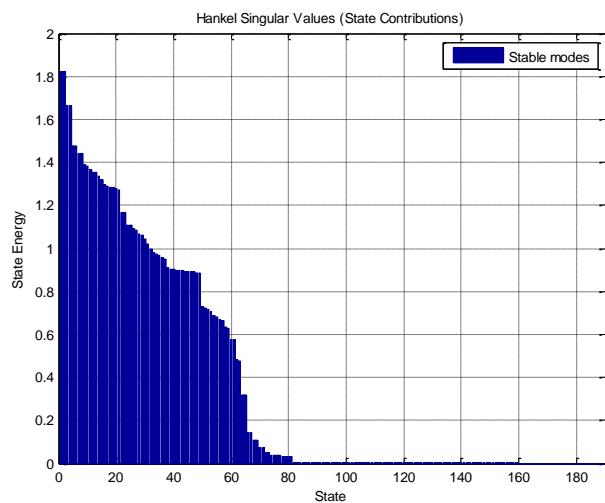


Рисунок 4 – Ганкелевы сингулярные значения исходной системы

Видим, что график содержит только стабильные моды, делаем вывод, что исходная система устойчива. Порядок исходной системы равен 189. Т.е. размерности матриц исходной системы следующие: $A(189 \times 189)$, $B(189 \times 1)$, $C(8 \times 189)$, $D(1 \times 8)$.

Понизим порядок исходной системы, до 90. Т.е. будем учитывать только 90 наибольших сингулярных значений системы. По графику Ганкелевых сингулярных значений видно, что все значащие сингулярные значения расположены с пределах ~ 82 значений. Т.е. они все попадут в уменьшенную модель. Переходная характеристика исходной, уменьшенной и восстановленной моделей представлены на рисунке 5.

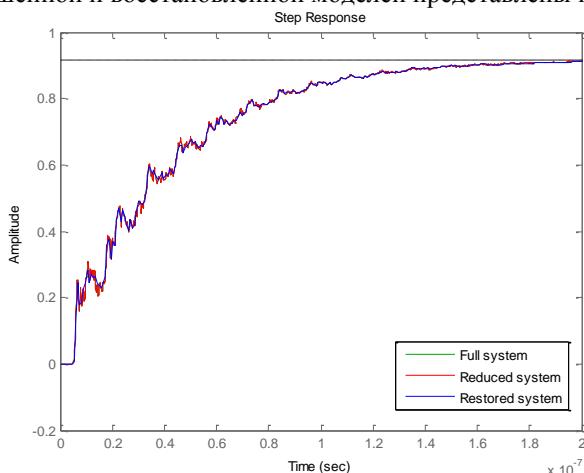


Рисунок 5 – Переходная характеристика редуцированной модели

Как видно, графики исходной и уменьшенной (и восстановленной) моделей накладываются друг на друга, т.е. поведение уменьшенной (и восстановленной) модели близко к исходной. Размерности матриц уменьшенной системы следующие: $Ar(90 \times 90)$, $Br(90 \times 1)$, $Cr(8 \times 90)$, $D(1 \times 8)$.

Несмотря на очевидный прогресс применения методов понижения порядка моделей электронных устройств, остается ряд проблем, связанных с отсутствием на настоящий момент универсальных реализаций. Современный интерес к данной тематике обусловлен преимущественно объективными трудностями при создании адекватных макромоделей сложных нелинейных смешанных функциональных блоков. Таким образом, существует необходимость дальнейших исследований в направлении разработки методов и алгоритмов понижения порядка моделей устройств большой размерности.

Библиографический список

1. Методы макромоделирования МЭМС / Ладогубец В.В., Безносик А.Ю., Крамар А.В., Финогенов А.Д. // Электроника и связь. Тематический выпуск «Проблемы электроники» – 2008. – с. 244.
2. Долинина А.А. Методы понижения порядка модели: бакалавр. вып. квал. работа. Владимир. гос. университет, Владимир, 2012.

MODEL ORDER REDUCTION METHODS FOR ELECTRONIC ANALOG DEVICES

Dolinina A.A., Lantsov V.N.

Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs, nastya.doly@gmail.com

To effective macromodelling applies replacement of large system blocks to more simple blocks or macromodels. One way of replacing the complex block to simple block may be used model order reduction function block. This paper presents the main idea of all methods of model order reduction for analog macromodeling. This article contains practical results of applying the method of model order reduction for a linear model, using order reduction based on singular value decomposition.



АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОВЕРКИ И ТЕСТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕЛЕМЕТРИИ В МЕДИЦИНЕ

Макаров М.В., Бернюков А.К.

Владимирский Государственный Университет имени А. Г. и Н. Г. Столетовых
dist1988@yandex.ru

В настоящее время активно развиваются и внедряются системы телеметрии и телемеханики в различных сферах и отраслях, в том числе и прикладных. Такие устройства необходимы для точного контроля, автоматизации и систематизации измеряемых параметров на расстоянии. В частности в биомедицинских применениях перспективно использование автоматизированных устройств при вегетососудистой дистонии, в рентгенологии и др. В виду того, что количество анализируемых параметров довольно велико и постоянно увеличивается, а количество наблюдаемых субъектов и объектов, обход и своевременная проверка их

сстояния становится довольно затруднительными. Установка систем телеметрии на таких объектах позволяет дистанционно проводить телеизмерения наиболее важных параметров (например давление, пульс и др.) и телесигнализацию на наличие критических ситуаций, а также свести все показания в единый диспетчерский пункт.

Так как системы телеметрии являются средством измерения, они требуют периодической поверки и калибровки. В настоящее время методика довольно громоздка, необходимы точные генераторы и измерители тока. Оператор, выполняющий калибровку должен провести множество измерений с выбранным шагом, а затем произвести математическую обработку данных, что делает этот процесс довольно длительным по времени и трудоемким. Структурная схема поверки шкафа телеметрии представлена на рисунке 1.

Оператору необходимо использовать генератор тока (ГТ) для подачи эталонного сигнала на измерительные входы системы телеметрии. Далее необходимо сравнить величины подаваемого и измеренного значения сигнала. Эту операцию необходимо повторить n раз, изменяя значение подаваемого сигнала на определенный шаг (обычно это 1 мА), чтобы проверить отклонение значений во всем измеряемом диапазоне (наиболее распространен 4-20 мА) для каждого канала. Эти операции проделываются для m измерительных каналов. Таким образом приходится произвести $m \cdot n$ измерений.

Далее проверяются каналы телеуправления. Программно задается значение тока и используя высокоточный милиамперметр измеряется реальное значение на выходе системы телеметрии и рассчитывается погрешность. Данная операция как и в случае поверки измерительных каналов повторяется n раз, изменяя значение выходного сигнала на определенный шаг (обычно 1 мА), чтобы проверить отклонение значений во всем диапазоне (наиболее распространен 4-20 мА) для m каналов.

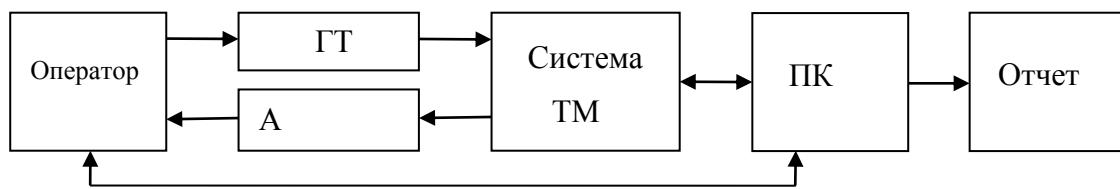


Рис.1

С использованием микроконтроллерной и микропроцессорной техники стало возможность ускорить, а также автоматизировать методику поверки систем телеметрии. В частности используя промышленные контроллеры реального времени CompactRIO совместно с графическим языком программирования LabVIEW от фирмы NationalInstruments возможно исключить трудоемкие и затратные по времени установки эталонных сигналов и считывания показаний оператором, а также исключить громоздкие генераторы и измерители. В данном случае источником и приемником сигналов будет выступать промышленный контроллер, точность которого должна быть естественно выше точности системы телеметрии, а в качестве удобного для человека отображения информации, значений отклонений измеренных параметров и математического аппарата может выступать персональный компьютер с установленной на него средой LabVIEW. На рис. 2 представлена структурная схема такой методики поверки.

С помощью программной среды LabVIEW задаются значения тестового сигнала (в данном случае это постоянный ток значением от 4 до 20 мА), которые передаются в контроллер NationalInstrumentsCompactRIO через протокол TCP/IP и далее он с помощью модулей аналогового вывода генерирует тестовые сигналы, поступающие на входы системы ТМ. Система ТМ измеряет значения поданных на вход сигналов и через последовательный COM порт выводит значения в ПК. Далее ПК сравнивает исходные значения тестового сигнала с измеренным и вычисляет погрешность измерения в процентах и выводит результат на дисплей. Данная операция повторяется n раз с выбранным шагом (обычно шаг составляет 1 мА) для того, чтобы пройти весь диапазон измеряемых значений системы ТМ. Далее можно сделать вывод о том соответствует система ТМ заданным требованиям или необходима калибровка, или замена измерительных модулей. Проверка управляющих аналоговых каналов системы ТМ происходит аналогичным образом, только в данном случае NICRIO выступает не в качестве источника сигнала, а в качестве высокоточного измерителя, а система ТМ генерирует сигнал постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА. Особенным преимуществом промышленного контроллера NICRIO является то, что он может иметь до 32 каналов аналогового вывода, что позволяет подавать сигнал не на один измерительный канал системы ТМ, а производить измерения параллельно. Например, если такая система имеет 16 каналов телеметрии, то проверка всех каналов производится параллельно, что сокращает количество измерений в 16 раз.

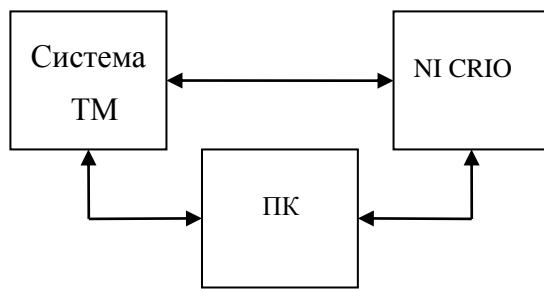


Рис.2

Как видно из рис.2, исключены лишние приборы и ошибки оператора, так как все сигналы обрабатываются в промышленном контроллере, а все вычисления и дальнейшее представление и вывод информации выполняются в ПК. В свою очередь это значительно ускоряет процесс поверки.

Иногда требуется провести калибровку или оценить погрешность измерений систем телеметрии на объекте, но в этом случае возиться с собой множество аппаратуры крайне неудобно, да и в «полевых» условиях не всегда представляется возможным правильно разместить оборудование и произвести длительные по времени измерения. Как выход – демонтирование систем телеметрии и вывоз их для калибровки в лабораторию, а затем повторная установка, но это довольно ресурсоемкий процесс, так как требует значительного времени. В данном случае, используя промышленный контроллер с записанной в него микропрограммой, становится возможным протестировать и записать полученные данные в собственную память. Что значительно сокращает затраты времени позволяет обхехать большее количество объектов и собрать с них данные о погрешности систем телеметрии, а в дальнейшем подключив контроллер к ПК получить наглядную информацию о состояниях систем на разных объектах. Структурная схема для тестирования систем телеметрии приведена на рис.3. В данном случае контроллер NICRIO используя записанную заранее программу подает тестовые сигналы на систему ТМ и считывает измеренные значения непосредственно с системы телеметрии через последовательный COM порт и записывает данные в свою внутреннюю память, а далее при подключении к ПК передает полученную информацию, где в свою очередь происходит математическая обработка полученных данных и вывод информации на дисплей.



Рис.3

В итоге использование программируемых логических контроллеров CRIO и программной среды LabVIEW для тестирования и проведения поверки систем телеметрии позволяет значительно снизить трудоемкость, а также автоматизировать и ускорить эти процессы.

Это позволяет получить выигрыш во многих аспектах: исключение лишней аппаратуры из измерительного цикла, автоматизация математических вычислений (данная функция перекладывается на ПК), оптимизация измерений (возможность проведения параллельных измерений), а также исключение оператора из процесса измерения.

Библиографический список

1. Назаров А.В., Козырев Г.И., Шитов И.В., Обрученков В.П., Древин А.В., Краскин В.Б., Кудряков С.Г., Петров А.И., Соколов С.М., Якимов В.Л., Лоскутов А.И. Современная телеметрия в теории и на практике. Учебный курс. –СПб.: Наука и Техника, 2007. – 672с. ISBN 5-94387-409-7
2. Аваев Н.А., Наумов Ю.Е., Фролкин В.Т. Основы микроэлектроники. –М.: Радио и связь, 1991. -288с. ISBN 5-256-00692-4
3. NationalInstruments.LabVIEW и CompactRIO
4. Трэвис Джэффри. LabVIEW для всех. -М.:ДМК Пресс; ПриборКомплект, 2005. - 544с. ISBN 5-94074-257-2
5. Ананченко В.Н., Гофман Л.А. Теория измерений. -Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2002. -214с. ISBN 5-7890-0212-9
6. Герасимова Е.Б., Герасимов Б.И. Метрология, стандартизация и сертификация. -М.: ФОРУМ, 2010. - 224с. ISBN 978-5-91134-203-6

Annotation – this article is devoted to some aspects of testing of systems of telemetry of different functions including biometrical applications. It's shown that using microprocessors and microcontrollers can allow to automate checking and adjustment of telemetry systems and to exclude subjectivity of the operator, to reduce the volume of equipment used and to accelerate checking process.

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКАЯ СТРУКТУРА ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ МЕДИЦИНСКОЙ СЕТИ С МАРШРУТИЗАТОРАМИ

Галкин А.П., Амро М.М., Альджарадат М.М., Дарахма И.
Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, galkin@vlsu.ru

При защите сети от несанкционированного доступа[1-3] создается подсистема, решающая задачи:

-распределение маршрутизатора: Устройство локализует маршрутизаторы в узлах графа пересечения канала для общей топологической структуры системного уровня. Ребра различных ядер формируют ребра графа пересечения канала. Пересечение двух ребер в углах ядер обозначает вершины в графе.

-Ядро к преобразованию маршрутизатора: Как следующий шаг, устройство соединяет каждое ядро с одним из маршрутизаторов на его четырех ребрах. Для этого имеется оптимальный алгоритм для ядра в стадии преобразования маршрутизатора.

-Генерирование маршрута и синтез топологии: Затем устройство генерирует маршруты для каждого из путей. Объединение маршрутов для всех путей завершает формирование полной топологии сети. Представлен алгоритм приближения, который маршрутизирует пути и синтезирует топологию таким образом, чтобы расход энергии был минимален, и чтобы необходимое число маршрутизаторов было бы максимум в 2 раза больше, чем в оптимальном решении[4].

-Слияние маршрутизатора: предпоследний шаг в стадии синтеза соединяет близко находящиеся маршрутизаторы в один маршрутизатор, при условии, что ограничения длины канала передачи данных не нарушены.

-Анализ зависания: заключительный этап в потоке синтеза анализирует произведенную топологию на потенциальные зависания. Поскольку маршруты различных путей определены в стадии проектирования, можно обнаружить и уменьшить потенциальные зависания в синтезируемой структуре. См. рис.1.

В качестве среды программирования для реализации подсистемы проектирования была выбрана система инженерных и научных вычислений MATLAB. А так же использовался язык программирования C++.

Определяющими при выборе MATLAB было:

- динамический обмен данными между различными приложениями на основе DDE интерфейса;
- встроенная реализация матричных и арифметико-логических операций над объектами произвольной размерности;
- использование объектно-ориентированного подхода;
- трансляция кода среды MATLAB в код языков программирования высокого уровня типа C, C++, FORTRAN;
- возможность формирования динамически подключаемых библиотек (DLL).

Система MATLAB позволяет решать многие вычислительные задачи, связанные с векторно-матричными формулами, существенно сокращая время, которое потребовалось бы для программирования на скалярных языках (C, Pascal и т.п.). Кроме того, она предоставляет широкие возможности разработки и реализации профессиональных приложений, обеспечивает гибкую связь с другими программами.

Комплекс программ подсистемы САПР проектирования состоит из основной вызываемой программы и ряда дополнительных подпрограмм, которые реализованы в виде M-файлов. Структура любой функции, оформленной как M-файл, включает четыре обязательных раздела:

- строку определения функции, которая задает имя, количество и порядок следования входных и выходных аргументов;
- первую строку комментария, которая определяет назначение функции;
- комментарий, определяющий спецификацию функции;
- тело функции - программный код, который реализует вычисления и присваивает значения выходным аргументам.

Разработанный программный комплекс представляет собой подсистему САПР, реализованную по агрегатному принципу на основе открытой архитектуры, что позволяет легко осуществлять ее наращивание. Структура комплекса представлена на рис. 2. Выбор данной концепции при создании подсистемы был сделан, исходя из критерия универсальности и легкости модификации и дополнения комплекса каждым конечным пользователем при решении своих задач. При эксплуатации подсистемы в комплексном режиме необходимо

подключение дополнительных модулей, осуществляющих импорт данных из файла отчета внешнего пакета схемотехнического моделирования. Данное обстоятельство объясняется тем фактом, что все пакеты, присутствующие на рынке САПР в настоящее время, имеют закрытую архитектуру, что делает невозможным доступ пользователя к внутренним массивам данных этих систем.

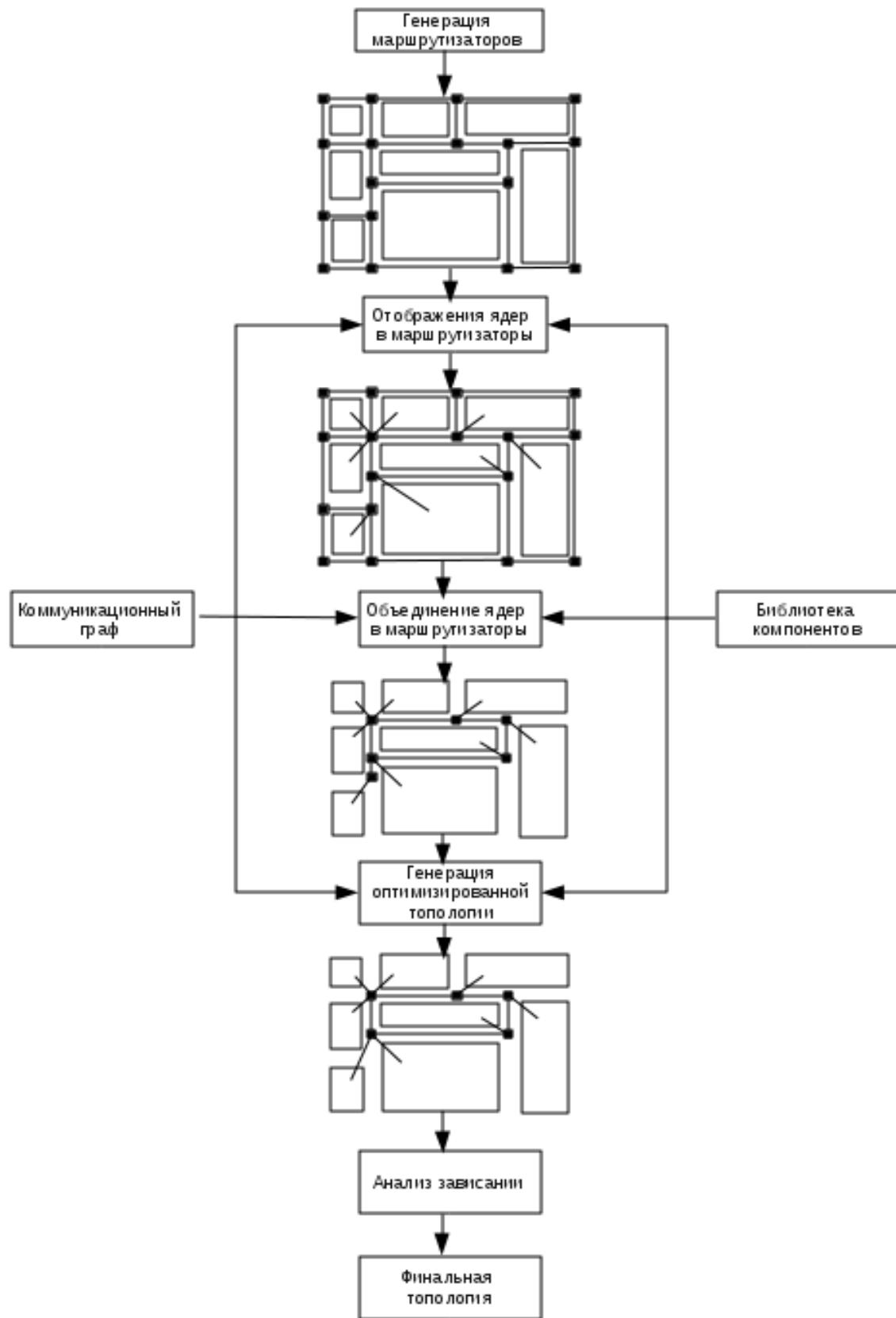


Рис.1.

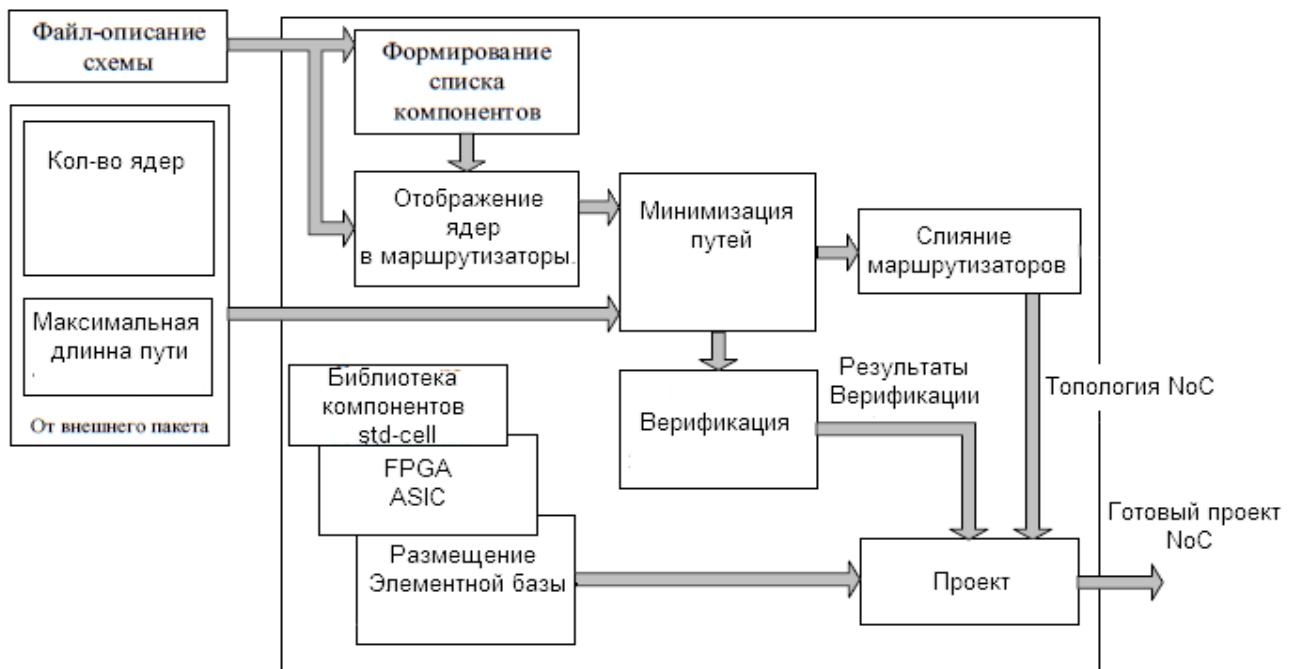


Рис.2

Базовая программа, является основной в иерархии программных модулей комплекса. Она реализует пользовательский интерфейс в защищаемой сети, а также управление работой комплекса, она позволяет управлять следующими функциями:

- работа с проектом;
- генерация топологии защищаемой сети;
- поиск неисправности или несанкционированного проникновения в сеть[1,2];
- экспорт в САПР.

Библиографический список

1. Галкин А.П , Тахаан Осама. Угрозы информационной безопасности и защита от них для телекоммуникационных сетей радиосистем// Научно-технический журнал «Проектирование и технология электронных средств». 2010. № 2 . С. 28-31
2. http://catalog.onliner.by/zyxel/zynbg334w_ee/
3. <http://nsk.terminal.ru/electronics/catalog/marshrutizatory/>
4. Галкин А.П. и др. Минимизация маршрутизаторов при обеспечении информационной защиты в сетях//Научно-технический журнал «Известия института инженерной физики».2013. №1. С. 2-4.

USER-DEFINED STRUCTURE FOR INFORMATION PROTECTION MEDICAL NETWORK WITH ROUTERS

Galkin A.P., Amro M.M., Aljaradat M.M., Darahma I.
Vladimir state university, E-mail: galkin@vlsu.ru

Discusses minimizing routers in medical information networks with routers. Algorithms to build routers for safe information.

Key words: safe information in the networks, routers, synthesis of the routers

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕДИЦИНСКИХ ЗАЩИЩЕННЫХ СЕТЕЙ НА СИСТЕМНОМ УРОВНЕ

Галкин А.П., Аль-Джабери Р. Х., Обади Х. М.
Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых: galkin@vlsu.ru

Существует множество систем автоматизированного проектирования (САПР), в том числе, и для медицинских защищенных сетей (МЗС), призванных облегчить труд разработчика и ускорить процесс проектирования соответствующих объектов. Среди наиболее известных САПР следует выделить Altera, Mental

Graphics, Cadence, SolidWorks 97, HP VEE, InTouch, каждая из которых ориентирована на класс задач определенной предметной области. Однако существующие САПР в основном ориентированы на проектировании SoC и не позволяют в полной мере спроектировать системы Network on Chip (NoC).

Мы рассматриваем САПР, предназначенную для автоматизации труда проектировщика систем защиты информации основанных на NoC.

САПР NoC состоит из различных уровней разработки и верификации СБИС NoC. Остановимся на самых основных.

Системный уровень включает два подуровня функциональный и уровень транзакций. На функциональном уровне (уровне алгоритмов)[1,5] создается и верифицируется математическая модель системы в целом. На уровне транзакций можно моделировать архитектуру системы. Причем для разработки моделей можно использовать ставшие фактически промышленным стандартом языки VHDL. Очень важно, что уже на системном уровне возможно совместное моделирование аппаратной и программной частей системы, определение их оптимального соотношения[2-4].

Кроме VHDL, на системном уровне можно использовать модели с C/C++, Verilog, Matlab языками, а также задействовать уже готовые IP_блоки. Для моделирования Verilog_ и VHDL_кодов предназначены симуляторы VCS и Scirocco, соответственно. В частности, это позволяет, разработав системную модель сложного устройства, довести отдельный его блок до вентильного и даже до топологического уровня и верифицировать системную модель, используя уже готовый блок. В этом случае может выясниться, например, что какие-либо параметры, заложенные в блок на системном уровне, не реализуются, и тогда можно изменить саму систему.



Рис. 1. Общий маршрут проектирования

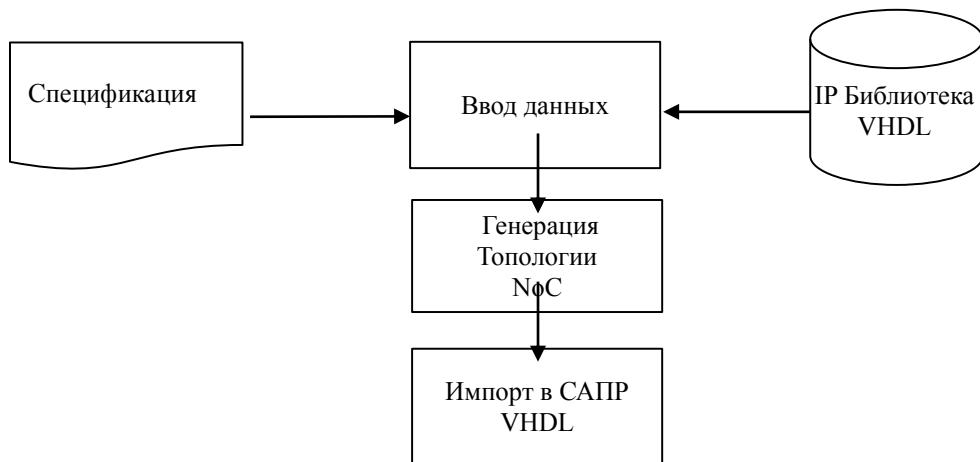


Рис. 2 Системный уровень

Для перехода с системного уровня к непосредственному проектированию СБИС необходимо описание проекта на уровне регистровых передач (RTL). Переход от системной модели к RTL возможен двумя путями. Традиционный подход – это вручную писать соответствующий код на языках Verilog/VHDL. Другой подход, предоставляемый САПР, – это генерация соответствующих кодов автоматически. При этом формируется некая модель в виде "черного ящика", у которой определены интерфейсы, временные характеристики, выполняемые функции, однако внутренняя структура не детализирована.

Особенностью является то, что из такой модели можно синтезировать логическое описание проекта. Иными словами, система сама синтезирует внутреннюю микроархитектуру СБИС NoC в ЗС. Для этого предназначен специальный Compiler, который формирует список цепей в базисе внутренней библиотеки элементов, при этом для описания этих элементов используется язык XML[3.4].

Технология логического синтеза на основе поведенческой RTL модели позволяет быстро получить ответ на вопрос, реализуема ли в принципе та или иная система и какие аппаратные ресурсы СБИС (число вентилей, площадь кристалла, энергопотребление, частотные характеристики и т.д.) для этого нужны. Причем синтезируемые XML структуры, если и превышают по числу вентилей разработанные вручную, то в среднем не более чем на 30%[4].

Отметим, что процесс разработки и верификации системных моделей существенно упрощают и ускоряют различные библиотеки системного и RTL-уровней.

Для работы с ПЛИС предназначен стыкуемый с Compiler инструмент FPGA Compiler, который включает библиотеки других производителей (Altera, Xilinx, Actel, Atmel, Motorola, Intel, Lattice и т.д.).



Рис. 3. Уровень регистровых передач

По завершении логического синтеза необходимо провести верификацию проекта. Для анализа временных статических характеристик предназначен пакет Prime Time[3,4]. Это также весьма распространенный на рынке продукт. Он позволяет получить адекватное представление о поведении схемы, проанализировать его в наилучшем и наихудших случаях, обнаружить скрытые ошибки. У этого продукта есть расширение – Prime Time SI, предназначенное для анализа топологии. Оно позволяет отслеживать взаимовлияние проводников.

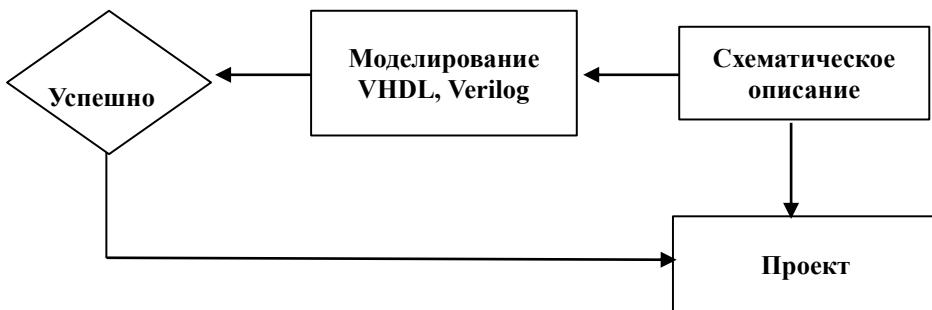


Рис. 4. Уровень верификации

Уровень синтеза топологии предназначен для размещения, трассировки и оптимизации топологии. При размещении и трассировке учитывается влияние взаимных помех между отдельными проводниками и фрагментами схемы (например, можно запретить вводить длинные связи в одном слое, размещать рядом мощные буферные элементы и т.д.). Система позволяет учитывать влияние физических эффектов, проявляющихся при технологическом разрешении меньше. Предусмотрена и защита от так называемого антенного эффекта, возникающего на стадии производства, когда остаточный заряд формирующегося проводника способен повредить уже подсоединененный к нему вентиль. Для борьбы с подобными явлениями предусмотрены определенные меры, например разбиение длинного проводника на несколько коротких и т.д.

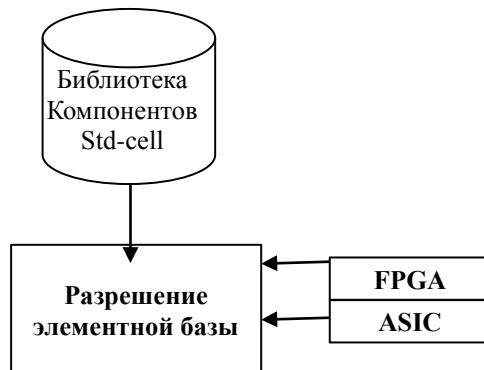


Рис. 5. Уровень синтеза топологии

На выходе получается готовая топология кристалла в формате. Однако ее надо проверить, прежде всего, на паразитные RC-параметры. Для экстракции RC-параметров из уже готовой топологии предназначен инструмент RCXT[3,4]. Полученные с его помощью RC-характеристики реальной топологии можно проанализировать с помощью различных САПР.

Кроме анализа временных параметров проверяются соблюдения правил проектирования (DRC) и правильности электрической схемы (ERC), то есть правильность соединений, наличие несоединенных входов/выходов и т.п. Третья составляющая проверки топологии – восстановление из нее списка цепей и сравнение с исходным (LVS). Все эти проверки реализуются в системе.

Библиографический список

- Галкин А.П., Тахаан Осама. Угрозы информационной безопасности и защита от них для телекоммуникационных сетей радиосистем// Научно-технический журнал «Проектирование и технология электронных средств». 2010. № 2 . С. 28-31.
- Галкин А.П., Аль-Агбари Мохаммед, Аль-Муриш Мохаммед, Е.Г.Суслова, Защита информации от несанкционированного доступа в системах обработки данных при физических экспериментах // Известия института инженерной физики. 2008-№3. С. 2-4.
- http://catalog.onliner.by/zyxel/zynbg334w_ee/
- <http://nsk.terminal.ru/electronics/catalog/marshrutizatory/>
- Галкин А.П. и др. Минимизация маршрутизаторов при обеспечении информационной защиты в сетях//Научно-технический журнал «Известия института инженерной физики».2013. №1. С. 2-4.

DESIGNING MEDICAL SECURE NETWORKS AT THE SYSTEM LEVEL

Galkin A.P., Al-Jabery R.H., Obady H.M. (Jemen)

Vladimir State University, E-mail: galkin@vlsu.ru

Synthesis of structures with routers in medical information networks is considered. Structures for construction of routers with information protection are offered.

Key words: safe information in the networks, routers, synthesis of the routers.

ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АНАЛОГОВОЙ ЧАСТИ СКАНИРУЮЩЕГО РАДИОПРИЁМНОГО КОМПЛЕКСА

Никитин О.Р. Рябов И.С.

Владимирский государственный университет им А.Г. и Н.Г. Столетовых.

olnikitin@mail.ru, RjabovIS@gmail.com

В данной работе представлены этапы разработки и макетирования скоростного сканирующего эфир приемника. Показана актуальность темы и перспективность предложенных методов построения комплекса.

В современном мире сложно представить область науки или иную сферу деятельности человека без высокотехнологичных устройств, в состав которых не входили бы радиоэлектронные приемо-передающие модули. За последние годы сильно возросла производительность микросхем типа ПЛИС, ЦАП, АЦП, ЦСП (цифровой сигнальный процессор), позволяющих значительно увеличить частоты работы радиоустройств, а, следовательно, применять более сложно-реализуемые и скоростные алгоритмы обработки и приемо-передачи сигналов, позволяющие маскировать выходы в радиоэфир. При таких условиях внедрения радиоэлектронной аппаратуры во все сферы человеческой жизни, существенно усложняется радиоэлектронная обстановка, а, следовательно, усложняется и задача по радиомониторингу, осуществляемая гражданскими федеральными службами. Цель радиомониторинга – контроль использования радиочастотного диапазона (проверка излучений на соответствие разрешениям по использованию частот, наблюдение за присвоением полосы частот и определения занятости радиочастотных каналов, определение и идентификация источников радиопомех, пресечение деятельности незаконных источников радиоизлучения). Для решения таких задач необходим комплекс для сканирования радиоэфира, одновременно обеспечивающий большую скорость, чувствительность и высокую разрешающую способность. Существующие на данный момент сканирующие радиоприемники, увы, не соответствуют этим запросам. Характеристики любого комплекса мониторинга радиоэфира, решая эти задачи, зависят от характеристик, применяемых в нем сканирующих радиоприемных модулей. В сущности, эти радиоприемники определяются следующими параметрами [1]:

- Шириной диапазона принимаемых частот;
- Чувствительностью;
- Избирательностью;
- Скоростью перестройки;
- Диапазоном полосы настройки;
- Параметрами сканирования (скоростью перестройки, полосами обзора и т.д.);
- Используемыми методами обнаружения сигналов;
- Типом принимаемых радиосигналов;
- Скоростью управления и возможностью его автоматизации;
- Наличием пораженных частот и их количеством;
- Эксплуатационными параметрами (массогабаритами, требованиями по электропитанию, надежностью, ремонтопригодностью, удобством транспортировки и т.п...).

Основное назначение сканирующего радиоприемника, как средства, предназначенного для быстрого поиска в эфире источников радиоизлучения, предопределяет требования ко всем его параметрам.

В настоящей работе представлены этапы разработки и макетирования скоростного сканирующего радиоприемника, упрощенная структурная схема которого представлена на рисунке 1. С одной стороны простота используемого принципа супергетеродинного приемника с двойным преобразованием частоты позволяет реализовать комплекс без использования многоканальной структуры, которая приводит к увеличению цены, массогабаритных показателей и повышению вероятности сложно предсказуемых взаимных радиочастотных наводок разных узлов и блоков системы друг на друга. С другой стороны, относительная простота структурного решения, компенсируется продуманностью выбора полос промежуточной частоты и оптимальным разделением коммутируемых диапазонов преселектора. Такая компенсация стала возможна

благодаря применению современных средств моделирования как Matlab и AWR, позволяющих использовать S-параметры реальных элементов, а также учитывать эффекты нелинейности. На стадии макетирования был применен автоматизированный измерительный комплекс (рисунок 2), позволяющий досконально исследовать весь диапазон как принимаемых частот, так и внеполосных помех. В качестве эталонного опорного сигнала для первого смесителя вместо блоков гетеродинов был использован СВЧ генератор. Такая замена позволяет точнее измерить параметры приёмного тракта. В качестве имитатора входных сигналов, также используется СВЧ генератор сигналов. К выходному разъему подключён анализатор спектра. Все приборы связаны с ПК через COM-порты. Управление приемником осуществляется с помощью стандарта Ethernet.

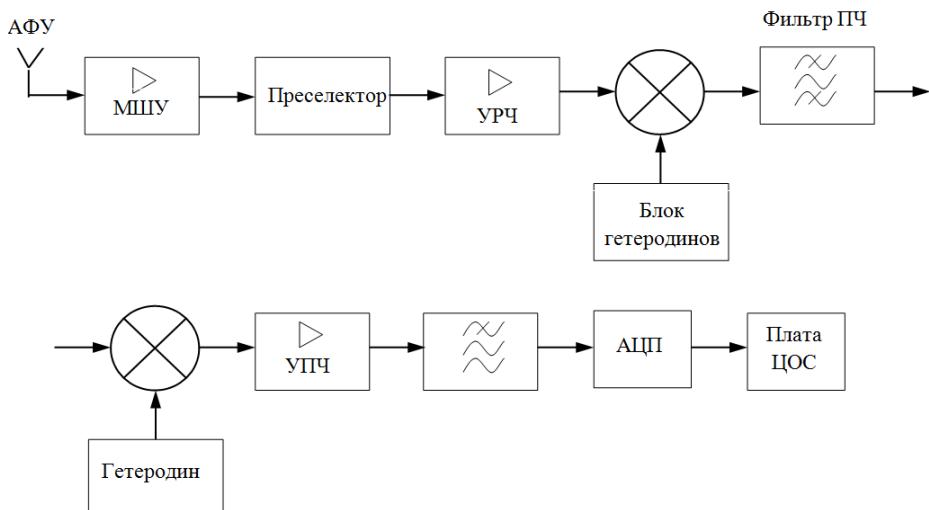


Рисунок 1. Структурная схема сканирующего приемника.

При разработке любых радиотехнических комплексов, в первую очередь внимание уделяется будущим условиям эксплуатации, и в частности решается вопрос о выборе типа аппаратуры: портативная, транспортируемая, стационарная[2].

Разрабатываемый комплекс предполагается стационарным, это значит, что при разработке и выборе АФУ, для повышения эффективности приема сигнала, антенно-фидерный тракт можно разбить на несколько коммутируемых литер, что позволит повысить степень согласованности антенн, а, следовательно, увеличить и чувствительность приемника.

После АФУ для повышения чувствительности сигнала применяется МШУ(малошумящий усилитель). МШУ устанавливается в непосредственно близости от антенн. В современных МШУ коэффициент собственных шумов достигает уровня менее 1 дБ при коэффициенте усиления в районе 15-20 дБ. Это достигается за счет использования высококачественных и дорогостоящих материалов, а также сложных схем шумоподавления.

Для достижения высокого уровня избирательности, т.е. способности радиоприемника выделять из всех различных по частоте приходящих сигналов только те сигналы, на частоту которых он настроен, необходимо грамотно спроектировать преселектор. Так как число передающих радиостанций, воздействующих на антенну радиоприемника, велико, приемник должен обладать способностью во много раз ослаблять прием сигналов тех мешающих станций, которые отличаются по частоте от принимаемой. При разработке преселектора сканирующего приемника возникают дополнительные трудности. Из-за широкого принимаемого диапазона сигналов становится невозможным применение стандартного полосно-пропускающего фильтра. Применение преселектора с перестраиваемыми фильтрами также затруднено. Из-за широкого принимаемого диапазона конструкция таких фильтров становится сложно реализуемой, слишком громоздкой и дорогой.

В разрабатываемом комплексе применен принцип преселектора с коммутируемыми фильтрами. При таком подходе невозможно обеспечить равномерное подавление внеполосных сигналов. Для компенсации этого недостатка необходимо учитывать наиболее вероятные возможности комбинирования частот гетеродина как с внеполосными сигналами, так и с их гармониками, порожденными на нелинейностях усилителей и смесителей.

Для увеличения скорости сканирования, при выбранной структуре приемника, необходимо обеспечить своевременную подачу стабильного опорного сигнала. Современные микросхемы синтезаторов со встроенными генераторами управляемого напряжения предоставляют большой выбор довольно широких рабочих диапазонах, например, от 25 до 6000 MHz с уровнем фазовых шумов от -75 до -112 дБс/Гц, при отстройке на 10 КгЦ. Скорость перестройки может достигать 50 мкс. Для обеспечения широкого динамического диапазона приемника побочные гармоники опорного гетеродина должны быть ослаблены относительно основного тона не менее чем на 45-50 дБ.

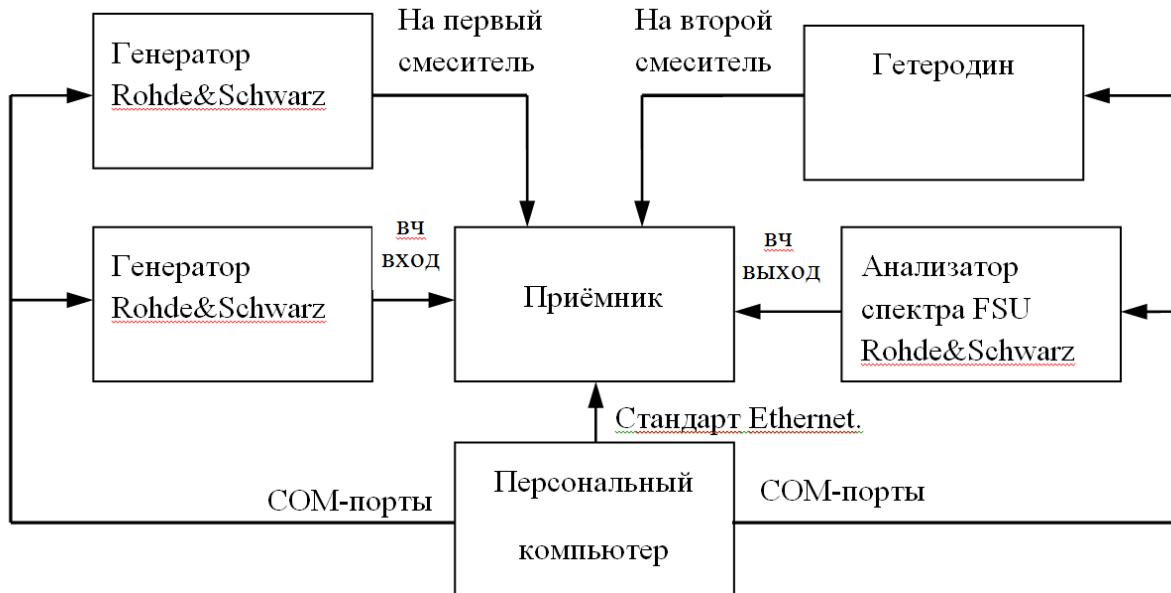


Рисунок 2. Схема автоматизированного стенда для измерений параметров сканирующего приёмника.

Совокупность описанных технических решений делает возможным создание сканирующего радиоэфир программно-аппаратного комплекса, одновременно обеспечивающего большую скорость сканирования, чувствительность и высокую разрешающую способность.

Библиографический список

1. Румянцев К.Е. Прием и обработка сигналов: сборник задач и упражнений: учеб. Пособие для вузов / К.Е. Румянцев. – М. : Издательский центр «Академия», 2006. – 368с. ISBN 5-7695-1784-0
2. Н.Н. Фомин, Буга Н.Н., О.В. Головин и др.; Под редакцией Н.Н. Фомина – 3-е издание, стереотип. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007 – 520 сю: ил ISBN 978-5-93517-373-7.

STAGES OF THE DESIGN OF THE ANALOG PART OF THE SCANNING RADIO RECEIVER SET.

Nikitin OR Ryabov IS

Vladimir State University AG and NG Stoletovs, olnikitin@mail.ru, RjabovIS@gmail.com

This paper presents the stages of development and prototyping of high-speed scanning broadcast receiver. Shows the relevance of the topic and the prospect of the proposed methods for constructing complex.

МЕТОДЫ СИНХРОНИЗАЦИИ УСТРОЙСТВ УПРАВЛЕНИЯ НАГРУЗКОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ С НАПРЯЖЕНИЕМ ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Бабушкин А.М.

Владимирский государственный университет имени А. Г. и Н. Г. Столетовых, artxet@mail.ru

Одной из множества проблем связанных с разработкой современных устройств является проблема ограничения на минимальном уровне эмиссии импульсной и электромагнитной помех, которые существенно искают электромагнитную обстановку. В особенности, когда помехи возникают при коммутации мощной нагрузки в цепях питающей сети переменного тока. При этом значения напряженностей электрического и магнитного полей могут существенно превышать значения, характерные для естественных условий, что способствует возникновению опасных ситуаций и угрозе причинения вреда здоровью людей, оборудованию и окружающей среде.

На сегодняшний день большинство современных устройств управляется одним или несколькими микроконтроллерами, что позволяет предотвратить формирование различного рода помех простым и эффективным способом коммутации нагрузки, когда амплитуда сетевого напряжения равна нулю.

В случае управления переменным напряжением импульсно-фазовым методом, силовые полупроводниковые тиристорные переключатели создают электромагнитные помехи главным образом при включении, сопровождающемся скачкообразным снижением прямого напряжения на тиристоре и быстрым нарастанием прямого тока, что приводит к широкополосному спектру помех [1]. Как показали исследования [2], при работе переключателей с углами включения тиристоров, отличными от нуля возникает большой уровень высших гармоник. Особенно этот уровень велик при активной нагрузке. Поэтому, чтобы помехоэмиссия была как можно меньше необходимо переключать тиристор, когда амплитуда сетевого напряжения близка к нулю. Для этого необходим эффективный и простой метод обнаружения пересечения нуля синусоидальным сетевым напряжением.

В современных автоматизированных радиоэлектронных энергосберегающих системах в качестве источника питания для светодиодов применяют импульсные источники питания постоянного тока с корректором коэффициента мощности, у которых от точности обнаружения пересечения нуля зависят такие параметры, как коэффициент мощности и помехоэмиссия.

Точная синхронизация с фазой сетевого напряжения сопряжена с проблемой некачественной электроэнергии из-за наличия в питающей сети переменного тока высокочастотных помех, фазовых искажений, искажений синусоидальности кривой напряжения, гармонических составляющих, широкополосного шума. Что в свою очередь приводит к погрешности в определении перехода сетевого напряжения через ноль и как следствие увеличение помехоэмиссии при коммутации мощной нагрузки. Использование различных методов детектирования перехода сетевого напряжения через ноль позволяет свести к минимуму ошибки детектирования и уменьшить помехоэмиссию.

Основной целью методов предложенных ниже является уменьшение количества ошибок, связанных с несколькими переходами через ноль сетевого напряжения (более двух за период), уменьшение фазовых ошибок возникающих в случае опережения или задержки пересечения нуля и максимальное быстродействие, как аппаратных, так и комбинированных (программно-аппаратных) методов детектирования, т.е. с минимальной задержкой распространения сигнала.

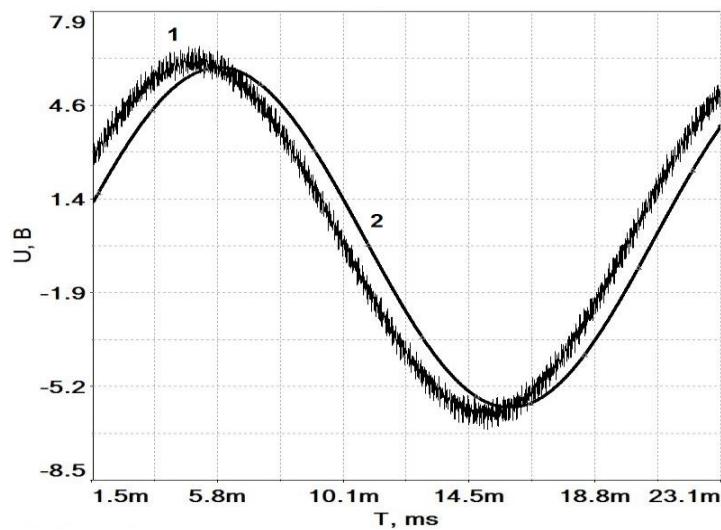


Рис. 1. График сигнала на входе фильтра НЧ (1) и на выходе (2).

Самым простым в реализации методом является использование фильтра низких частот (ФНЧ) на входе детектора нуля амплитуды сетевого напряжения. Применение ФНЧ позволяет ограничить полосу пропускания частот, вплоть до частоты измеряемого полезного сигнала. Метод хорошо подходит для сигналов, которые имеют небольшие отклонения от номинальной фиксированной частоты и сигналов искаженными гармониками или другими периодическими сигналами, которые заметно отличаются от полезного сигнала.

Моделирование зашумленного сигнала силовой сети показало, что применение RC ФНЧ Баттервортса второго порядка для снижения шумов является достаточно эффективным решением (рис. 1).

Частота среза фильтра составляет 600Гц. Из приведенного графика видно (рис. 1), что фильтр имеет незначительное влияние на амплитуду сигнала, при этом для частоты 50Гц существует значительный сдвиг фазы, что является большим недостатком данного метода. У фильтров более высокого порядка, может показаться, что присутствует нулевой фазовый сдвиг, но в действительности, такие фильтры имеют фазовый сдвиг кратный 360°. Такой фазовый сдвиг возможен как у аналоговых фильтров, так и у цифровых. В случае цифровых фильтров сдвиг фазы усугубляется задержками вычислений и преобразования сигнала.

Фазовый сдвиг может быть скомпенсирован математически, если характеристики ФНЧ известны. К сожалению, у RC ФНЧ присутствует низкая точность, повторяемость и температурная стабильность. Для рассмотренного ФНЧ фазовый сдвиг сильно зависит от частоты, что в ещё большей степени усложняет фазовую компенсацию. При увеличении частоты среза, уменьшается фазовый сдвиг на частоте 50Гц, но эффективность ФНЧ снижается.

Значительными преимуществами по сравнению с рассмотренным методом аналоговой фильтрации обладает метод цифровой обработки сигнала. В методе существуют два способа: обработка сигнала на основе предопределенных условий и цифровая фильтрация. Обработка сигнала на основе предопределенных условий исключает события, происходящие во время программной задержки после детектирования. Этот способ запрещает детектирование пересечения нуля в течение установленного времени задержки после более раннего события детектирования и основан на статистической вероятности того, что следующее пересечение нуля будет близким к следующей половине периода. Время запрета должно быть менее 1/4 периода, чтобы не исключать из входного сигнала необходимую полезную информацию при его естественном изменении.

Цифровые фильтры способны различать события, возникающие на различных частотах так же, как и пассивные фильтры, но по сравнению с ними имеют высокую точность обработки сигнала. Этот способ является программной реализацией системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) [3]. Программная ФАПЧ компенсирует опережение или задержку детектирования пересечения нуля возникающих из-за шумов в полезном сигнале и даже, в известной степени, гармоническую или импульсную помехи. ФАПЧ не имеет фазовой погрешности из-за характера поэтапной автоподстройки частоты. В программной (цифровой) ФАПЧ захват и блокировка может изменяться динамически. Программная реализация ФАПЧ второго порядка цифрового фильтра требует минимальных ресурсов микроконтроллера.

Реализация детектора пересечения нуля с использованием обоих методов цифровой обработки сигнала значительно повышает производительность системы детектирования в целом и позволяет различать события, как по времени, так и по частоте. При детектировании перехода через ноль сетевого напряжения задержка по времени снижает вероятность ошибочного детектирования, а программный ФАПЧ стремится усреднить результатирующее значение в течение длительного периода времени. Основным недостатком рассмотренных методов цифровой обработки сигнала является задержки вычислений и преобразования сигнала.

Достоинством следующего метода является гальваническая развязка схемы детектора от источника сигнала. Основным элементом схемы детектора является оптопара. Применение оптопары с триггером Шмитта на выходе, например HCPL-2201/11 (рис. 2, верхняя половина схемы), позволяет осуществить детектирование перехода сетевого напряжения через ноль и гальваническую развязку. В технических характеристиках на оптопару HCPL-2201/11 указано, что прямое падение напряжение светодиода находится в диапазоне от 1.5В до 1.7В, температурный коэффициент светодиода составляет $-1.7 \text{ мВ/}^{\circ}\text{C}$. Это падение напряжение представляет собой фазовый сдвиг, который зависит от конкретного устройства, уровня входного сигнала и температуры. Рассмотрим входной сигнал характеризующийся функцией (1). Наклон входного сигнала на пересечении ноля описывается формулой (2). Уравнение (3) представляет собой первое приближение фазового сдвига как функции напряжения около пересечения ноля. Таким образом, для входного сигнала напряжением 12В переменного тока, фазовый сдвиг α составляет 3.38 градуса/В.

$$x(t) = Am \cdot \sin(\omega t); \quad (1)$$

$$s = \frac{d(x(t))}{dt} = \omega \cdot Am \cdot \cos(\omega t) |t=0; \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{\omega}{\omega \cdot Am} = \frac{1}{Am}; \quad (3)$$
$$\alpha = \frac{180}{\pi \cdot Am}.$$

Для оптопары HCPL-2201/11 предполагаемое детектирование пересечения ноля произойдет в диапазоне от 5,064 до 5,739 градусов, опережая или отставая от действительного значения точки пересечения ноля, и зависит от прямого падения напряжения на светодиоде оптопары. Изменение сдвига фазы для оптопары при повышении или понижении температуры на 1°C составит $6,752 \cdot 10^{-3}$ градуса и зависит от температурного коэффициента оптопары. Уравнение (3) показывает, что фазовый сдвиг α обратно пропорционален амплитуде сигнала. Следовательно, при входном сигнале напряжением 240В переменного тока, сдвиг фазы изменится незначительно, менее чем на три десятых градуса.

Расчеты и моделирование схемы основанной на данном методе показали, что ошибка детектирования истинной точки пресечения ноля составляет не более 3.2% (0,32мс), которая вполне допустима для большинства разрабатываемых устройств. Также данное решение экономически выгодно, так как его схема состоит из нескольких элементов и повышает надёжность детектора, гальванически развязывая его с входным сигналом.

Существенным недостатком данного решения является наличие в схеме токоограничивающего резистора, который при напряжении питания 240В переменного тока и токе через светодиод оптопары равном

10mA, должен рассеивать более 2Вт мощности. Возможным решением данной проблемы, является применение отдельного источника питания с высоким КПД.

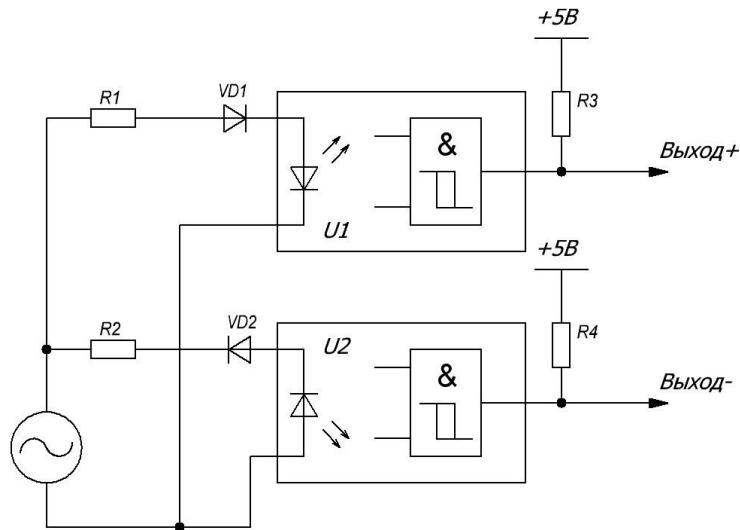


Рис. 2. Схема функциональная детектора перехода сетевого напряжения через ноль методом интерполяции по двум точкам.

Еще большую точность детектирования перехода сетевого напряжения через ноль можно получить, применив метод интерполяции, заключающийся в детектировании двух точек на синусоиде: детектирование первой точки происходит перед действительным пересечением ноля, второй после, с последующей линейной интерполяцией между ними. Использование двух оптопар включенных с разной полярностью как показано на рис. 2, компенсирует разницу в уровнях чувствительности и задержку времени их переключения. В схеме детектора используется сдвоенная оптопара с триггером Шмита на выходе, таким образом, наличие гистерезиса в схеме повышает помехоустойчивость детектирования.

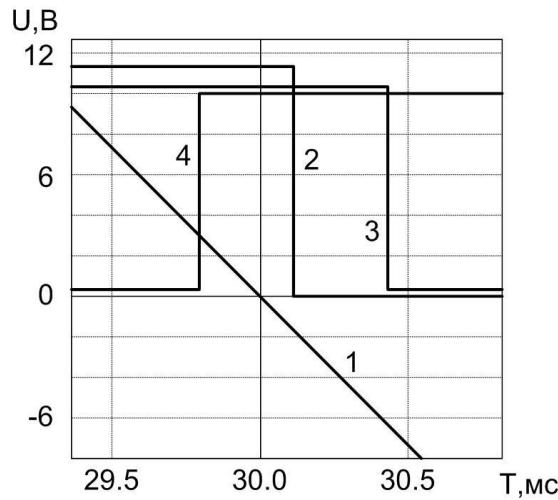


Рис. 3. Графики, поясняющие метод интерполяции (сигналы: 1-на входе детектора, 2-интерполированный, 3-«Выход +», 4-«Выход -»).

Достаточно стабильная частота входного сигнала и наличие гистерезиса компенсируют задержку на переключение оптопар, в результате их выходы переключаются без задержки связанной с пороговым уровнем включения светодиодов. Чтобы с высокой точностью определить, когда произошли оба события, необходим достаточно быстрый микроконтроллер. Так же он должен иметь возможность выполнения прерывания, захвата и сравнения данных. Микроконтроллер запрограммирован таким образом, чтобы захватывать два значения времени, когда выход оптопары «Выход-» изменяет своё логическое состояние на лог.1, и, когда «Выход+» изменяет на лог. 0. Истинная точка перехода ноля вычисляется путем линейной интерполяции между этими двумя значениями. Рис. 3 показывает, что этот метод улучшает точность детектирования перехода сетевого напряжения через ноль. Алгоритм программы микроконтроллера препятствует захвату сигнала сразу с двух выходов. На рис. 3 видно, что этот метод не застрахован от сдвига фазы из-за разных уровней напряжений включения и выключения светодиодов оптопар. Недостатком метода является задержка на половину периода сигнала связанная со временем интерполяции сигнала.

В выборе метода обнаружения пересечения нуля синусоидальным сетевым напряжением для синхронизации устройств управления нагрузкой автоматизированной радиоэлектронной энергосберегающей системы с напряжением питающей сети переменного тока требуется комплексный подход. Позволяющий уменьшить фазовые искажения, возникающие вследствие наличия в питающей сети переменного тока высокочастотных помех, искажении синусоидальности кривой напряжения, гармонических составляющих, широкополосного шума. Что в свою очередь минимизирует эмиссию импульсной и электромагнитной помех при коммутации мощной нагрузки и угрозу причинения вреда здоровью людей, оборудованию и окружающей среде

Библиографический список

1. Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники: Учеб. пособие. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. – 664с. ISBN 5-7782-0323-3
2. Бруфман С.С., Трофимов Н.А. Тиристорные переключатели переменного тока. М., «Энергия», 1969.
3. Wall, R.W., and H.L. Hess. “Design of Microcontroller Implementation of a Three Phase SCR Power Journal of Circuits, Systems, and Computers, Vol. 6, № 6, Март 1997, 619-633с.

SYNCHRONIZATION METHOD LOAD MANAGEMENT DEVICES AUTOMATED RADIO ELECTRONIC ENERGY SAVING SYSTEM WITH MAINS VOLTAGE AC

Babushkin Artyom Mihajlovich

The Vladimir state university name after A.G. and N. G. Stoletov, artxet@mail.ru

Annotation

The article discusses one of the many problems associated with the development of modern devices, the problem of restrictions on the minimum pulse emission and electromagnetic interference. Since the values of the electric and magnetic fields can significantly exceed the values typical of natural conditions that contribute to hazardous conditions and the threat of harm to the health of people, equipment and the environment.

The proposed methods of synchronization with the phase mains. The main aim of the proposed methods is to reduce the number of errors associated with multiple transitions through zero supply voltage (for more than two years), the reduction of the phase errors resulting from the advance or delay the zero crossing and the maximum speed, both hardware and combined (software and hardware) detection methods, i.e. with minimal propagation delay.

The article describes the methods of analog and digital filtering, using a galvanically isolated by optocoupler and interpolation. An integrated approach to the detection of the transition line voltage zero crossing to minimize detection errors and reduce interference emission.

Keywords: pulse emission, electromagnetic interference, environmental protection, methods of synchronization, zero crossing, analog filtering, digital filtering.

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЯ

Легаев В. П., Генералов Л. К., Галковский О. А.

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых

legaev@vlsu.ru, generalov@vlsu.ru, ogbuy@mail.ru

Существует серьезная проблема, связанная с производством ответственных узлов, сложных технических изделий, часто изготавливаемых из дорогих материалов. При их производстве необходимо добиваться высоких точностей. Существует большой ряд факторов влияющих на процесс производства. Так при обработке металла фрезерованием следует учитывать возникновение остаточных напряжений. Такие напряжения возникают локально, и их сложно спрогнозировать, так как они носят случайный характер. Если этот фактор не учитывать, то неизбежно появление большого количества брака. Таких факторов огромное множество и большинство из них невозможно учесть непосредственно в момент обработки детали. Эти факторы следует учитывать, прогнозируя их воздействия, и вводить корректировку технологических параметров по ходу обработки детали. Эти корректирующие воздействия следует вычислять по математическим формулам. Так же следует учесть, что вручную подбор и просчет такого метода невозможен. Если брать в расчет только два или три параметра, то их оптимальный подбор вручную выполним, однако если речь идет о большем количестве параметров, то необходимы специальные средства, позволяющие выполнить подобную задачу, например, использовать искусственную нейронную сеть (ИНС). Применение в данной ситуации ИНС еще тем удобно, что интегрирование в систему числового программного обеспечения ИНС, позволяет применять коррекцию непосредственно внутри единой автономной производственной системы.

Применяя программный метод прогнозирования воздействий факторов для исследования процессов повышения точности механической обработки, была создана в программе математического моделирования MATLAB модель привода, показанная на рис.1 и рис.2 представляющая собой схему реального привода станка с ЧПУ мод. ЕПУ-125М. Эта модель дает схожую с реальным аналогом величину погрешности обработки. В ней возможно нахождения оптимальных значений величин управляющих воздействий.[1]

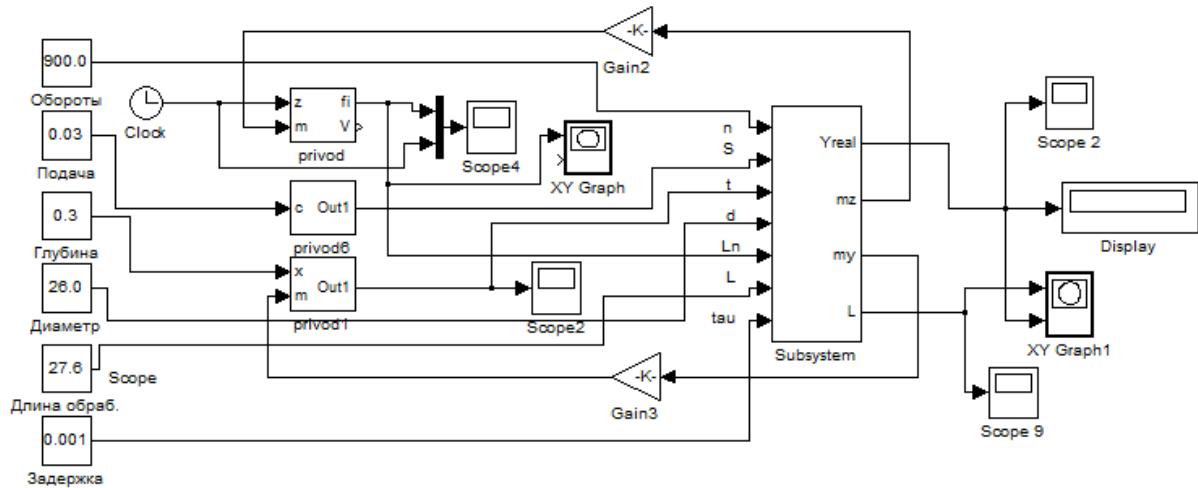


Рис. 1. Структурная схема привода

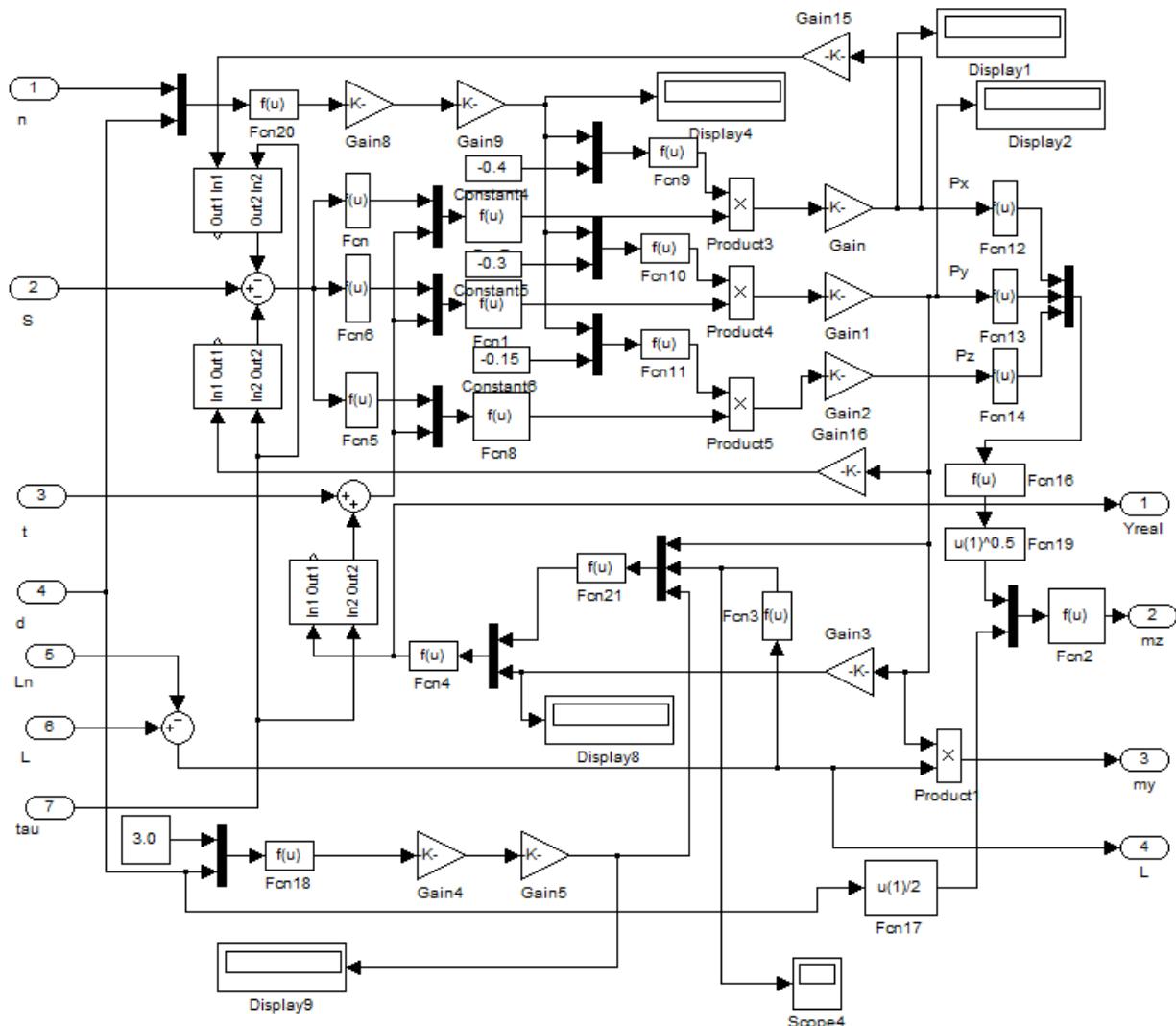


Рис. 2. Подсистема

Так как модель виртуальная, будет определенное расхождение между результатами, полученными виртуальным и практическим методами. Однако при «калибровке» модели, учитывая величину ошибки, можно достичь расхождения, которым возможно пренебречь. В конкретно нашей модели в учет берется шесть входных параметров. Просчет оптимального их соотношения без вспомогательных средств невозможен. Для выполнения этой задачи будет применена ИНС.

Для решения нашей задачи наиболее подходит ИНС на базе многослойных перцептронов Розенблатта. Перцептрон состоит из трёх типов элементов, а именно: поступающие от сенсоров сигналы передаются ассоциативным элементам, а затем реагирующими элементам. Таким образом, перцептроны позволяют создать набор «ассоциаций» между входными стимулами и необходимой реакцией на выходе. В биологическом плане это соответствует преобразованию, например, зрительной информации в физиологический ответ от двигательных нейронов.

Построение ИНС начинается с подготовки данных, полученных в результате определения и измерения параметров обработки детали. Качество полученных данных лежит в основе эффективности всей системы в целом. После корректировки данных проводят их масштабирование в интервал, границы которого определяются в зависимости от вида функции активации нейрона. Например, для логической функции активации значения входных и выходных параметров сети должны лежать в интервале от 0 до 1. Пересчет значений параметров, полученных на выходе сети, осуществляется по тем же соотношениям, что и масштабирование входных данных.[2]

Далее выбирается архитектура ИНС и производится обучение, назначение весов, что и определяет «выбор» (работу) ИНС. Существует огромное множество архитектур ИНС, однако надежными и эффективными считаются лишь единицы, такие как: многослойный персептрон, нейронная сеть с общей регрессией, нейронные сети Кохонена и др. Для решения нашей задачи необходимы максимальная точность и надежность ИНС, поэтому был выбран многослойный перцептрон Розенблатта. [2,3]

Готовую ИНС необходимо обучить. Не маловажное место занимает алгоритм обучения ИНС, от выбора которого зависит точность нейронной сети и ее эффективность. Алгоритм обучения, как и архитектур ИНС существует большое множество, наиболее используемым является метод обратного распространения ошибки, который мы и применяем. А сам процесс обучения ИНС заключается в настройке весов нейронной сети определенным образом. Для обучения нейронной сети предъявляются массивы входных и выходных данных, полученных в результате определения и измерения параметров обработки детали. Данная информация может содержаться на предприятии, например, в виде контрольных карт, контрольных листов, в которых отражены количественные или качественные результаты контроля параметров. Успешность обучения ИНС напрямую зависит от объема обучающей выборки, ее качества, а также от полноты описания исходными данными конкретной задачи.[2]

В процессе обучения величина ошибки постепенно уменьшается. Обучение заканчивают, когда величина ошибки достигает нуля или приемлемого малого уровня. Далее полученную нейронную сеть считают обученной и готовой к применению на новых данных. Обучение с помощью массива производственных данных нейронные сети позволяют прогнозировать точность еще до того, как изделия будут подвергнуты обработке на последующих технологических операциях.[2]

Отдельный нейрон в ИНС вычисляет взвешенную сумму входов, вычитает значение порога (смещения) и пропускает результат через пороговую функцию, выход которой равен +1 или -1. В зависимости от значения выхода принимается решение: +1 – значение на выходе относится к первому классу А, -1 - значение на выходе относится ко второму классу В. Персептрон, состоящий из одного нейрона, формирует две решающие области, разделенные гиперплоскостью. Образы, изображающие точки которых располагаются выше разделяющей прямой, относятся к классу А, а ниже - к классу В. Стандартная L-слойная сеть прямого распространения информации состоит из слоя входных элементов, скрытых слоев и выходного слоя, соединенных последовательно в прямом направлении и не содержащих связей между элементами внутри слоя и обратных связей между слоями. В многослойных персептронах (multi-layer perceptron) нейроны располагаются слоями. Обратные связи в них отсутствуют и информация передается лишь от входа к выходу. Они состоят из входного слоя, одного или более скрытых слоев (называемых так, потому что они не имеют непосредственных связей с "внешним миром") и выходного слоя. Для обучения многослойных перцептронов часто применяется алгоритм обучения с обратным распространением ошибки. Основная его идея очень проста. Средняя квадратическая ошибка ИНС естественно зависит от весов всех связей ИНС и может быть представлена в виде поверхности в пространстве этих весов с многими локальными и глобальным минимумами. Цель обучения ИНС состоит в определении таких значений весов ее связей, которые обеспечивают в идеале глобальный минимум средней квадратической ошибки ИНС.[4]

В нашем случае ИНС обрабатывает отношение изменения величины ошибки программной математической модели в зависимости от изменения входных параметров. Исследовался процесс токарной обработки цилиндрической детали, диаметром 30 мм, длиной 130 мм, материал – сталь 45. Режим резания, скорость резания – 100 мм/мин. Глубина резания – 0,5мм, подача – 0,5 мм/об. Материал режущей части резца – Т15К6. В итоге определились режимы обработки, при которых точность стабилизировалась и находилась в пределах 0,01 мм, что оказалось в два раза выше получаемой при режимах заданных в технологических документациях.

Библиографический список

1. Модельное управление точностью обработки на металлорежущих станках : монография / В.П. Легаев, А.А. Кобзев, Л.К. Генералов ; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010. – 166 с.
2. Тарасова Н.А. Управление качеством изделий массового производства с применением теорий нейронных сетей/ Проблемы специального машиностроения. Известия ТулГУ. Технические науки. -2011. -Вып. 2.
3. Многослойный персепtron Розенблатта [Электронный ресурс]: общие сведения/к.т.н. Царегородцев В.Г. - Электрон. текстовые дан - Красноярск. - Режим доступа: <http://www.neuropro.ru/memo317.shtml>, свободный.
4. Однослойные и многослойные перцептроны [Электронный ресурс]: курс лекций/ Рос. гос. соц. ун-т. - Электрон. текстовые дан - <http://www.21.net78.net/lesson.php?glava=2#2.2>, свободный.

USING NEURAL NETWORKS TO IMPROVE QUALITY TECHNOLOGICAL PROCESSING PRODUCT

Legaev V. P., Generalov L. K., Galkovsky O. A.

Vladimir State University

E-mail: legaev@vlsu.ru, generalov@vlsu.ru, ogbuy@mail.ru.

There is the serious problem, associated with the production of great importance unit, difficult technical products. A large number of factors Impact the production. So when handling metal milling should take into consider the occurrence of remaining tension. Such stresses occur locally, and are difficult to predict, since they are random. If this factor is not taken into account, it is inevitable emergence of a large number of productive failures. Such factors are numerous and most of them cannot be consider directly at the time processing product. These factors should be considered, predicting their effects, and introduce the adjustment of process parameters at the process. These corrective actions should be calculated at mathematical formulas.

Software method of predicting the impacts of factors was used to research the processes of increasing precision machining, and drive model was created in MATLAB mathematical program. This model is a topology of real drive of machine-tool with CNC modification EPU-125M. This model gives similar to the real value of analogue of processing error. It is possible to find optimal values units control actions. But keep in mind, that manual selection and miscalculation of such a method is not possible. Their optimal selection by hand is executable, if to take in a calculation only two or three parameters, however the special facilities allowing executing a similar task are needed, if the question is about the greater amount of parameters. The use of neural network(NN) is most optimal at the decision of similar task.

To decision of similar task is most suitable use NN at based multilayer perceptrons Rosenblatt's. Perceptron comprises three types of elements. Signals acting from touch-controls passed to the associative elements, and then passed to the reactive elements. Thus, perceptrons allow to create a "association's" set between input stimuli and necessary response to the output. In biological terms, this corresponds to transformation, for example, visual information in physiological feedback of motor neurons.

In our case, the NN processes changes attitude magnitude error at program mathematical model depending on changes in input parameters. Research the process of milling cylindrical component, diameter 30 mm, length 130 mm, material - steel 45. Cutting mode, cutting speed - 100 mm / min. Depth of cut - 0.5 mm, feed - 0.5 mm / rev. The material of the cutting tool – T15K6, we define modes are treatments at that exactness was stabilized and was within the limits of a 0,01 mm, that appeared in two times higher got at the modes set in technological documentations.to define



СЕКЦИЯ 7

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВАРИАЦИЙ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ЧЕЛОВЕКА В ПРОЦЕССЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ КАК ОСНОВА ЕДИНОЙ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЧЕЛОВЕКА

Баклыкова Е.С., Бородин А.С., Тужилкин Д.А.

Национальный исследовательский Томский государственный университет, katrin.buzy@gmail.com

В настоящее время экология сталкивается с проблемами, которые еще несколько десятков лет назад не представляли существенной опасности и не рассматривались в качестве действующего экологического фактора. В связи с высокими темпами развития технического прогресса всё больше внимания приковано к электромагнитным полям и их роли в жизнедеятельности живых организмов. Помимо нарастающего техногенного электромагнитного загрязнения большой интерес для исследований представляют естественные электромагнитные поля как постоянно присутствующий экологический фактор [1]. Многочисленные исследования подтверждают наличие разнообразных эффектов под действием электромагнитных полей в живых системах с разным уровнем организации – от простейших одноклеточных микроорганизмов до организма человека [2]. При этом до сих пор нет единого мнения относительно механизмов подобного воздействия, отсутствуют оценки степени воздействия поля на живой организм. Важно понимать, какая связь существует между этими полями и живым организмом. Зная эту связь и имея ее количественное выражение, появится возможность контролировать изменения состояния живого организма, в том числе организма человека, под действием электромагнитных полей окружающей среды.

Степень воздействия электромагнитных полей на основные функциональные системы организма человека можно выразить в единицах физической работы. Закономерности, которые будут получены при исследовании вариабельности показателей активности сердечно-сосудистой системы под действием физической нагрузки, позволят установить «меру» внешнего воздействия, т.е. ввести измерительную единицу, выраженную через проведенную в процессе нагрузки работу.

В данной работе проводились эксперименты со ступенчато возрастающей динамической физической нагрузкой. Для проведения эксперимента в качестве физической нагрузки использовалась велоэргометрия. Велоэргометрия – диагностический метод электрокардиографического исследования для определения индивидуальной толерантности к физической нагрузке [3].

Изотоническая нагрузка во время велоэргометрии соответствует мышечному сокращению, вызывающему движение, и способствует увеличению объемного наполнения левого желудочка. Такого рода нагрузочные тесты помогают определить реакцию сердечно-сосудистой системы человека на физическую нагрузку, степень адаптации организма к физической нагрузке организма в целом.

В проведенном исследовании участвовали молодые люди без каких-либо физиологических отклонений в возрасте от 18 до 24 лет (26 человек). Эксперимент состоял из четырех постепенно возрастающих нагрузок и чередующихся после них стадий восстановления. Время каждой нагрузки составляло три минуты, время релаксации после 1, 2 и 3 нагрузки соответствовало четырем минутам. В конце эксперимента, после завершающей 4 нагрузки, в течение шести минут волонтер находился в состоянии физиологического покоя. Делалось это для наблюдения за поведением сердечно-сосудистой системы во время последнего восстановления, чтобы узнать – сможет ли она вернуться на свой фоновый уровень.

До начала эксперимента волонтер был оснащен системой холтеровского мониторирования «Валента», при помощи которой возможна непрерывная круглосуточная регистрация электрокардиограммы человека, находящегося в свободной активности, а также выделение RR-интервалов «beat to beat» [4]. При этом учитывались индивидуальные особенности испытуемых (артериальное давление, частота пульса, уровень кислорода в крови, рост, вес) для определения мощности задаваемых нагрузок для каждого человека.

Для анализа полученных данных проводилось разбиение полученных временных рядов RR-интервалов всего эксперимента на временные интервалы, соответствующие стадиям нагрузок и восстановлений. Далее, обратив внимание на вид нагрузочных кривых и воспользовавшись методом нелинейного оценивания

(критерий метода наименьших квадратов), нашли аппроксимирующие кривые для нагрузочных кривых, которые описываются следующей зависимостью:

$$RR = a * \exp(b * t) + c \quad (1)$$

где t – время отсчета; a, b, c – параметры.

Аналогичный анализ у каждого из волонтеров проводился и на стадиях восстановления, однако, вид описывающей зависимости имеет некоторое отличие:

$$RR = a * (1 - \exp(b * t)) + c \quad (2)$$

где t – время отсчета; a, b, c – параметры.

После нахождения параметров зависимостей у каждого из волонтеров, проводилась стандартизация данных с целью исключения влияния индивидуальных параметров на результаты анализа по выборке в целом. Далее все стандартизированные значения совмещались по соответствующим временным интервалам, чтобы можно было наблюдать общую картину вариаций RR_{st} -интервалов. Для этого проведена аппроксимация экспоненциальной функцией, как и для каждого человека в отдельности, используя формулы 1 и 2, однако, уже по всей выборке в целом.

На рисунке 1 приведена полученная зависимость стандартизованных RR-интервалов от времени при различных нагрузках для всей выборки волонтеров.

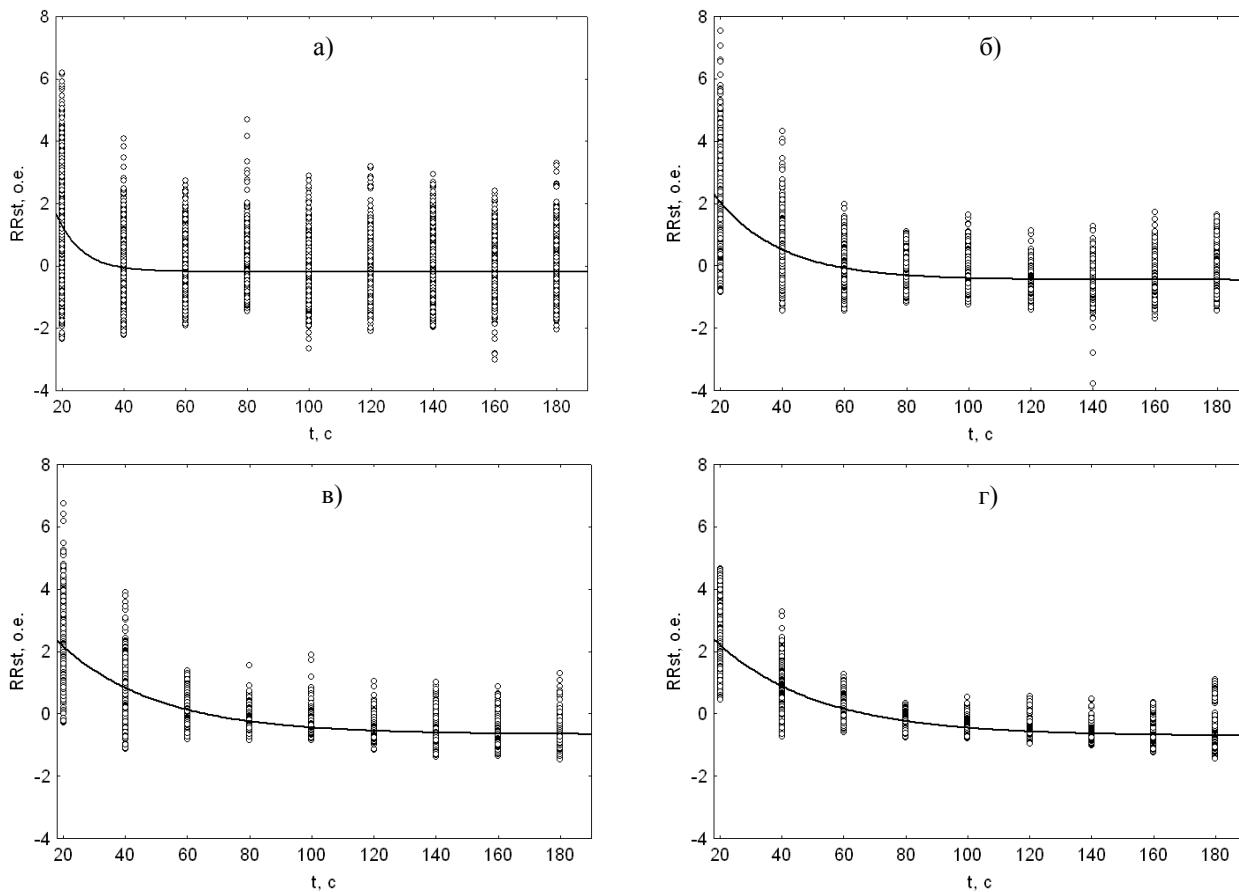


Рисунок 1 – Зависимость стандартизованных RR-интервалов от времени по всей выборке волонтеров при различных нагрузках (а – первая нагрузка, б – вторая нагрузка, в – третья нагрузка, г – четвертая нагрузка) и их экспоненциальная аппроксимация. Точкам соответствуют различные волонтеры.

Очевидно, что аппроксимирующие кривые достаточно точно описывают экспериментальные данные по всей выборке волонтеров. Аналогичная ситуация с высокой коррелированностью экспериментальных и теоретических данных наблюдается и для стадий восстановления (рисунок 2).

Подтверждением высокой корреляции между экспериментальными и теоретическими кривыми является таблица 1, в которой представлены параметры полученных зависимостей. Таблица 1 показывает, что с увеличением уровня напряжения нагрузки коэффициент детерминации R между практическими значениями стандартизованных RR-интервалов и их экспоненциальной аппроксимацией растет. Если при минимальной нагрузке $R=0.46$, то уже к последнему уровню нагрузки $R=0.92$. Аналогична ситуация и для стадий восстановления, с увеличением мощности нагрузки растет и коэффициент детерминации.

Таблица 1 – Параметры аппроксимационных функций для различных стадий нагрузки и отдыха

Тип интервала	A, о.е.	Ст. ошибка, о.е.	B, (1/с)	Ст. ошибка, (1/с)	C, о.е.	Ст. ошибка, о.е.	R
1 нагрузка	16.9483	3.87412	-0.12218	0.01146	-0.18347	0.01069	0.46
1 отдых	9.39600	2.27866	-0.10735	0.01200	-9.2920	2.28161	0.30
2 нагрузка	6.39754	0.13464	-0.04702	0.00095	-0.45610	0.00913	0.78
2 отдых	3.69947	0.08046	-0.02951	0.00081	-3.31590	0.08438	0.60
3 нагрузка	5.33677	0.05166	-0.03170	0.00041	-0.66783	0.00841	0.89
3 отдых	3.72043	0.04491	-0.02060	0.00042	-3.11607	0.04972	0.73
4 нагрузка	5.34421	0.04138	-0.03013	0.00033	-0.71567	0.00754	0.92
4 и 5 отдых	3.87576	0.02132	-0.01229	0.00014	-3.11453	0.02408	0.85

Примечание: А, В, С – параметры аппроксимации аналогично формуле (1), R – коэффициент детерминации.

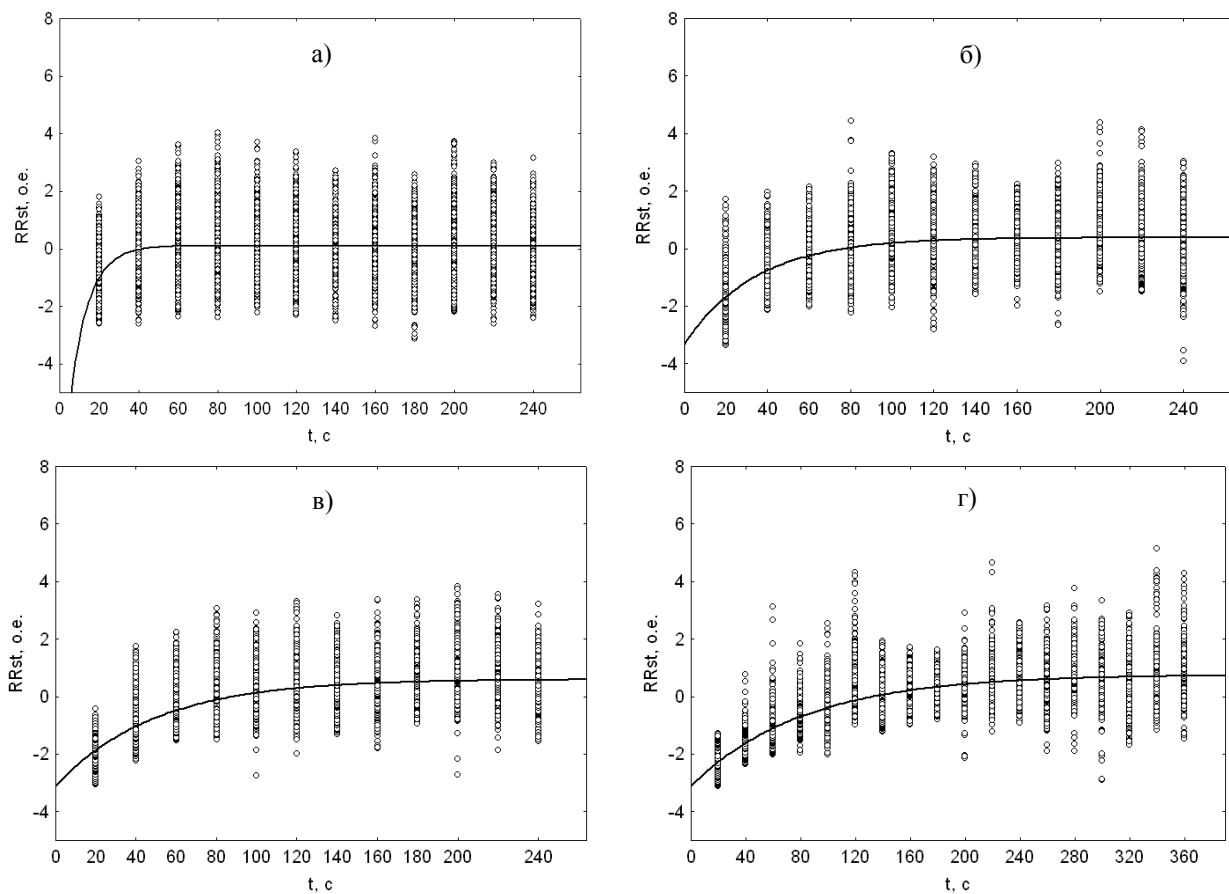


Рисунок 2 – Зависимость стандартизованных RR-интервалов от времени по всей выборке волонтеров при различных стадиях восстановления (а – 1 отдых, б – 2 отдых, в – 3 отдых, г – совмещенный 4 и 5 отдых) и их экспоненциальная аппроксимация

В результате проведенных исследований на основе набранной статистически значимой выборки экспериментов с физической нагрузкой на организм человека показано, что изменчивость периода сердечных сокращений в результате велоэргометрических проб носит экспоненциальный характер, как при нагрузке, так и при восстановлении. Данные закономерности с высокой степенью согласованности описываются аппроксимирующими функциями.

Закономерности, полученные при исследовании вариабельности показателей активности сердечно-сосудистой системы под действием физической нагрузки, позволяют установить «меру» внешнего воздействия, в

том числе воздействия внешних физических факторов окружающей среды, т.е. ввести измерительную единицу, выраженную через проведенную в процессе нагрузки работу.

Библиографический список

1. Колесник А.Г., Колесник С.А., Побаченко С.В. Электромагнитная экология. Томск: ТМЛ-Пресс, 2009. 336 с.
2. Бинги В.Н. Принципы электромагнитной биофизики. М.: Физматлит, 2011. 592 с.
3. Тавровская Т.В. Велоэргометрия. Практическое пособие для врачей. СПб.: СпецЛит, 2007. 138 с.
4. Дабровски А., Дабровски Б., Пиотрович Р. Суточное мониторирование ЭКГ. М.: Медпрактика, 1998. 204 с.

ANALYTICAL DEPENDENCES HUMAN HEART RATE VARIATIONS IN THE DYNAMIC LOAD AS THE BASIS OF A SINGLE ESTIMATE OF EXTERNAL ENVIRONMENTAL FACTORS ON HUMAN

Baklykova E.S., Borodin A.S., Tuzhilkin D.A.
National Research Tomsk State University, katrin.buzy@gmail.com

Numerous investigations shows that there are different effects on human health when electromagnetic fields radiated. At the same time there is still no consensus about the mechanisms of such effects and there is not estimate degree of exposure to the field on living organisms. This question is important for humanity.

In this paper, experiments were conducted with gradually increasing dynamic physical exercise. Veloergometry is diagnostic method electrocardiographic research for determination individual exercise tolerance. Laws, that will be received in the investigation the variability of activity indicators of the cardiovascular system under the influence of physical activity, allow to install a "measure" of external influence or enter the measurement unit, expressed in terms of the process undertaken in the work load.



ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НАТИВНОЙ КЛЕЙКОВИНЫ С ВОДОЙ МЕТОДАМИ ДСК

Думская Н.С., Бойко Б.Н
Институт биологического приборостроения, г.Пущино,
nat407@yandex.ru, bnboyko@yandex.ru

Аннотация

Показано, что взаимодействие нативной клейковины с водой заключается в образовании "слабых" связей со способностью к замерзанию. Образование этих связей происходит при нагревании и при фиксированной температуре.

Введение

Растительные белки составляют важную составляющую ресурса питания для населения земли. Этим объясняется рост интереса к исследованию этих белков, к которым принадлежит и клейковина пшеницы. Наиболее эффективными для этой области являются исследования теплофизических свойств клейковины, результаты которых могут применяться практически на всех стадиях использования продукта – отбор и выращивание культур, хранение и переработка сырья, технология производства пищевых продуктов. Свидетельством этого является и рост количества публикаций по этой тематике в последние годы. Однако все еще отсутствует какой либо системный подход, по разному интерпретируется физическая сущность наблюдаемых процессов, и, как следствие, полученные результаты.

Одной из причин такого расхождения является то, что не принимается во внимание «статус» воды в исследуемой клейковине. Под «статусом» мы понимаем наличие и степень связей, присущих фазе воды. С тем, что одним из наиболее значимых факторов для всех рассматриваемых процессов является участие в них воды, согласны практически все. Общепринято указывать влагосодержание исследуемых образцов. Исследуется даже влияние влагосодержания на рассматриваемые эффекты, но очень редко учитывают, что на тепловые эффекты влияет не только содержание воды, но и фазовое состояние водных фракций: это может быть свободная или связанная вода. Для связанной воды имеет значение уровень энергии связи.

Целью настоящей работы было исследование методами дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) первых, начальных стадий взаимодействия нативной клейковины с водой, с учетом фазового состояния фракции воды.

Предварительно полученные «обзорные» термограммы, и анализ соответствующих публикаций, позволили определить, что температурный диапазон для интересующего нас физического процесса лежит в границах от 40 °C до 60 °C.

Образцы

Исследования проводились на пшеничной клейковине производства фирмы "Henan Lotus Flour Co., Ltd", Китай. Предварительно определенное перед исследованием влагосодержание клейковины, определенное методом сушки, составило 8,5 %.

При исследовании применялись в алюминиевые контейнеры для образцов с перфорированными крышками. Подготовка образцов заключалась во взвешивании пустого контейнера с крышкой и помещении в контейнер навески клейковины, ориентировочно, массой порядка 4 мг. Затем контейнер с клейковиной и снятой крышкой вновь устанавливался на платформу весов, вновь взвешивался, после чего в контейнер добавлялась дистиллированная вода, ориентировочно массой 5 мг и регистрировалась результатирующая масса. После этого контейнер запечатывался и подвергался охлаждению для замораживания воды.

Методы

Исследования проводились на отечественном микрокалориметре ДСМ-10МА производства ИБП РАН (г. Пущино). Температурная шкала прибора ДСМ-10МА калибровалась по температуре плавления стандартных образов нафталина, индия и олова, а шкала теплового потока - по массе и удельной энергии плавления стандартного образца индия [1]. Для охлаждения калориметрического блока использовался охладитель Huber TC45. Для этого в охлаждающий термостат калориметра вместо традиционно используемого жидкого гелия заливалось минеральное масло, в которое помещался змеевик теплообменника охладителя. Там же осуществлялось замораживание образцов. Подготовка прибора как в работе [2], отличие - вместо азота система охлаждения термоэлектрической системой с охладителем Huber TC45. Использовали перфарированные контейнеры. Термограммы регистрировали при скорости сканирования 2 К/мин методом однократного сканирования в диапазоне от -22°C до 180°C или методом повторного трехкратного сканирования в диапазоне от -22°C до 40 и до 50°C. Повторные сканирования после охлаждения образца до -22°C . Для каждого исследуемого образца получали не менее 10 термограмм. Взвешивание образца проводили перед сканированием и после него.

Для взвешивания контейнеров использовались весы модели Sartorius R200D.

При измерении количества воды в процессе таяния льда в качестве удельной энергии плавления принималось табличное значение 333,5 Дж/г и результаты калибровки прибора по энергии плавления стандартного образца индия. Определение количества испарившейся воды оценивалось по этим же результатам калибровки, но для удельной теплоты парообразования принято табличное значение 2256 Дж/г. Поэтому полученные результаты следует считать оценкой, а методика таких измерений с применением ДСК нуждается в разработке и аттестации.

Результаты и обсуждение

На рис. 1 приведена одна из термограмм, полученных при сканировании в режиме прогрева от -8 °C до 150 °C предварительно замороженного образца смеси клейковины с водой. На термограмме зарегистрированы три эндотермическими пика. Уместно предположить, что основным вкладом в зарегистрированные тепловые эффекты является энергия фазовых переходов воды, которая более чем на два порядка превосходит энергию тепловых переходов в клейковине. Действительно, удельная энергия процессов фазовых переходов для воды составляет, например, для плавления льда 333,5 Дж/г, для парообразования воды в нормальных условиях она оценивается величиной порядка 2256 Дж/г. А для процессов в клейковине, например при исследовании термического поведения клейковины Eliasson и Hegg [3] получили наибольшее значение удельной энергии обнаруженного теплового эффекта в интересующей нас зоне температур (от 30 °C до 60 °C) равным 0,35кал/г, что составляет всего лишь 1,4 Дж/г.

Совершенно очевидно, что пик А отражает плавление льда. Учитывая значения удельной энергии испарения воды, естественно предположить, что пик В и пик С являются результатом испарения воды. Отсутствие испарения промежутке между пиками В и С можно объяснить только тем, что при температуре, соответствующей спаду пика В происходит связывание свободной воды, образовавшейся в результате таяния льда, образованного водой, которая была добавлена в клейковину перед замораживанием. Связывание не успевшей испариться воды и является причиной прекращения ее испарения. Для испарения связанной воды необходимо, чтобы энергия связанных молекул воды превысила энергию связи. Этому условию удовлетворяет процесс, которому соответствует пик С. Его начало близко к температуре кипения воды а окончание не ограничено температурой кипения. Это соответствует процессу испарения связанной воды с малой энергией связи. Такую воду принято называть слабосвязанной.

Справедливость такой интерпретации полученной термограммы подтверждают результаты определения массы воды, соответствующей наблюдаемым эффектам и разница масс по результатам взвешивания контейнера с образцом до и после сканирования. Результаты для термограммы рис.1 представлены в таблице 1.

Масса растаявшей воды 8,6 мг, масса испарившейся воды 7,9 мг. Разница масс контейнера до и после эксперимента 8 мг. При полном отсутствии погрешностей измерения эти массы должны совпадать. В нашем случае максимальное отклонение от среднего равно $+/- 0,43$ мг, что составляет 5,2 %.

Таблица 1

Параметры пиков термограммы				
Обозначение	Энталпия, Дж	Масса воды, мг	Общая масса, мг	
			Исходный	После сканирования
A	2873.9	8.6	13	5
B	4327	1.9		
C	14211	6		

По полученным результатам достоверным можно считать предположение, что в два этапа испарилась вся растаявшая вода, причем в первом этапе испаряется свободная фракция воды, во втором – связанная.

Косвенным подтверждением предложенной интерпретации являются результаты исследования клейковины с применением методов термогравиметрии [4] и спектрометрии [5]. Термогравиметр демонстрирует потерю массы образца в этом температурном диапазоне, а спектрограммы изменение структуры образца.

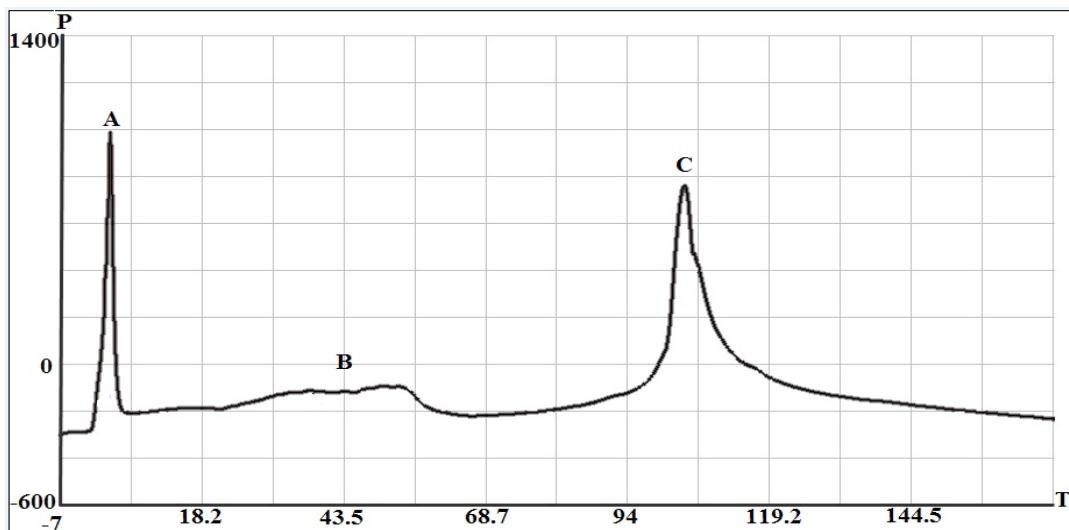


Рис.1 Полная термограмма замороженного образца клейковины. Шкала температуры Т в градусах Цельсия, шкала теплового потока Т в условных единицах.

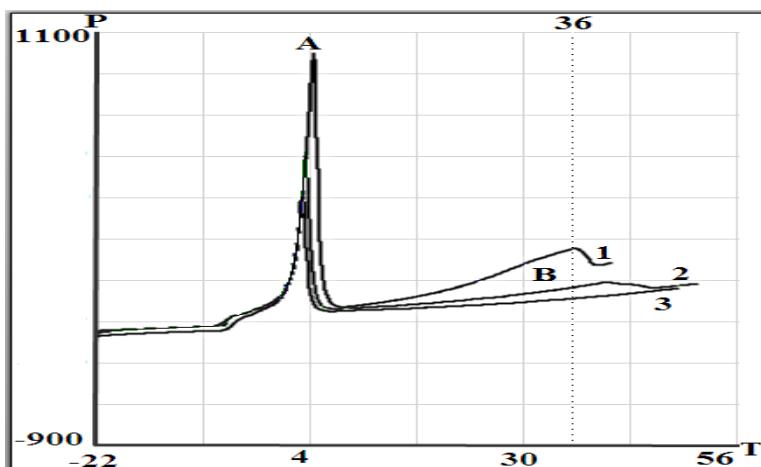


Рис.2 Термограммы трех последовательных циклов сканирования одного образца. Шкала температуры Т в градусах Цельсия, шкала теплового потока Т в условных единицах.

На рис.2 приведены образцы термограмм, полученных при проведении трех последовательных циклов сканирования одного и того же образца, который был предварительно просушен методом лиофильной сушки. Каждый цикл включает замораживание образца и последующее сканирование этого образца в режиме прогрева. При этом верхнее значение температуры прогрева выбиралось в каждом цикле свое, привязанное к значению температуры после завершения процесса испарения воды, которому соответствует этот пик. Для первого сканирования это температура имеет значение порядка 40 °C, для второго порядка 50 °C и такая же для третьего сканирования, поскольку в этом случае пик испарения в этой зоне уже не наблюдается.

Полученные термограммы демонстрируют соответствие происходящих процессов предложенной интерпретации. Термограмма 1 демонстрирует испарение свободной воды до температуры начала связывания. Термограмма 2 тоже показывает испарение свободной воды, которая не успела связаться с клейковиной при первом прогреве, главным образом по причине достаточно быстрого охлаждения контейнера при его извлечении вблизи температуры начала процесса связывания воды. Характер этой термограммы подобен термограмме рис.1. Отсутствие пика испарения свободной воды на третьей термограмме означает, что вся присутствующая в образце вода оказалась связанной уже при втором прогреве. Наличие пиков плавления льда на всех термограммах свидетельствует о том, что и свободная, и связываемая в условиях нашего эксперимента вода способны замерзать. Как было сказано выше, мы относим эту воду к категории слабосвязанной.

Некоторое различие в форме пиков одинаковых процессов на представленных термограммах, по нашему мнению, объясняется различием во взаимном расположении воды и клейковины в контейнере и изменением этого положения при повторном сканировании за счет изменения объема клейковины после связывания воды. Во всех этих случаях изменяется характер теплообмена и при этом меняется форма пика, но сохраняется общая энергия процесса, поэтому не нарушается ее баланс.

Возможно, что различия в трактовке результатов, имеющее место в публикациях, действительно связано с процессами связывания воды. Различия в свойствах исследуемых образцов могут быть результатом различия в температурных условиях их приготовления даже при одинаковой влажности. А различные методики определения влажности не дифференцируют, хотя бы грубо, эту воду по фракциям.

Этим можно объяснить, например, отрицательный результат для нативной клейковины, полученный в серии работ по исследованию эффекта стеклования в различных видах клейковины, проведенных группой исследователей [6 -8]. Ими признается, что свойства именно только нативной клейковины не описываются рассматриваемой математической моделью процесса, определенного ими, как стеклование. Можно предположить, что для нативной клейковины наблюдаемое авторами изменение теплоемкости, представленное в виде термограммы на единственном рисунке, не является эффектом, связанным с стеклованием.

По определению, стеклование является результатом внутренней перестройки молекулярной структуры при переходе полимера с аморфного в стекловидное состояние. Предполагаемой причиной может быть изменение теплоемкости образца за счет связывания воды. На такую мысль наводит то, что определенная авторами температура стеклования совпадает с температурой эффекта связывания воды нативной клейковиной, который рассматривается в данной работе.

Полученные результаты с достаточной для оценок физического содержания наблюдаемых процессов достоверностью подтверждают предложенную интерпретацию.

Библиографический список

1. Бойко Б.Н. Прикладная микрокалориметрия: отечественные приборы и методы. Изд-во «Наука». Москва, 2006.
2. Kontogiorgos, V., H. D. Goff and S. Kasapis. 2007. Effect of aging and ice structuring proteins on the morphology of frozen hydrated gluten networks. *Biomacromolecules*. 2007,8,1293-1299.
3. Eliasson A.C., Hegg P.O. Thermal stability of gluten, *Cereal Chemistry*,1981, 57,6, 436-437.
4. Fessas D., Schiraldi A. Water properties in wheat flour dough I: classical thermogravimetry approach. *Food Chemistry*,2001, 72, 237-244.
5. Georget, Dominique, M.R., Belton, Peter, S. Effects of Temperature and Water Content on the Secondary Structure of Wheat Gluten Studied by FTIR Spectroscopy. *Biomacromolecules*, 2006, 7,469-475.
6. Micard V., Guilbert S. Thermal behavior of native and hydrophobized wheat gluten, gliadin and glutenin-rich fractions by modulated DSC. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2000, 27,3, 229–236.
7. Micard V., Morel M.H., Bonicel J., Guilbert S. Thermal properties of raw and processed wheat gluten in relation with protein aggregation. *Polymer* ,2001, 42,477–485.
8. Micard V., Morel M.H., Bonicel J. and S. Guilbert. Thermal Properties and Protein Aggregation of Native and Processed Wheat Gluten and its Gliadin and Glutenin Enriched Fractions. *Wheat gluten, Proceedings of the 7th International Workshop Gluten* ,The Royal Society of Chemistry, Cambridge,2000, 261,352-359.

INVESTIGATION OF NATIVE GLUTEN INTERACTION WITH WATER BY DSC METHODS.

Dumskaya N.S., Boiko B.N.

Institute for Biological Instrumentation of the Russian Academy of Sciences, Pushchino,
nat407@yandex.ru, bnboyko@yandex.ru

We have shown that the interaction of native gluten with water lies in the formation of "weak" ties able to freeze. The formation of these links occurs under heating and at a fixed temperature.

Key words: gluten, DSC.

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТОЧНОСТИ КАЛИБРОВКИ РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИЕМНИКОВ НА
РЕЗУЛЬТАТ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ
ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ МЕТОДОМ НРРС**

Садовский И.Н.

Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН),
Владимирский государственный университет (ВлГУ),
Ilya_Nik_Sad@mail.ru

Аннотация

Работа посвящена особенностям применения метода нелинейной радиотепловой резонансной спектроскопии (НРРС) при обработке данных дистанционных радиополяриметрических измерений для восстановления параметров спектра ветровых гравитационно-капиллярных волн. На примере экспериментальных данных показано, что калибровка радиометрических приемников является ключевым этапом применения метода НРРС. Даже небольшая ошибка определения калибровочных коэффициентов приводит к принципиальным изменениям восстанавливаемых параметров спектра.

Введение

Стремительное развитие аппаратуры дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) позволяет расширять область применения соответствующих данных, переходить к новым, ранее недоступным задачам теоретического и практического характера. Одной из них является применение данных ДЗЗ в микроволновом диапазоне для определения геометрии поверхности Мирового Океана. Сотрудниками Института космических исследований РАН (ИКИ РАН) разработан уникальный метод нелинейной радиотепловой резонансной спектроскопии [1,2], позволяющий восстанавливать спектр коротких гравитационно-капиллярных волн (ГКВ) на основе измерений поляризационных характеристик собственного излучения морской поверхности. Метод прошел успешную апробацию и активно применяется для анализа волновой обстановки при проведении подспутниковых экспериментов [3]. Перспектива использования метода для анализа спутниковых данных диктует особые требования к достоверности и точности его применения. Одним из таких вопросов является оценка степени и характера влияния параметров используемых радиометров-поляриметров на восстанавливаемые величины, в частности, влияние калибровочных коэффициентов на форму спектра кривизны ГКВ.

Общие положения калибровки радиометрических приемников

Калибровка радиометрических приемников ставит своей целью нахождение связи между амплитудой выходного сигнала радиометрического приемника и антенной температурой, которая поступает на его вход. Принципиально, между антенной температурой T_A на входе радиометрического приемника и амплитудой его выходного сигнала U должна существовать линейная зависимость типа

$$U = a \cdot T_A + b, \quad (1)$$

где a и b - мгновенные значения крутизны и начальной шкалы калибровочной функции (калибровочные коэффициенты).

Исходя из линейной зависимости между U и T_A для калибровки радиометрической шкалы достаточно ко входу радиометрического приемника периодически подключать два излучателя с точно известными яркостными температурами T_{A1} и T_{A2} и фиксировать соответствующие выходные сигналы U_1 и U_2 . При условии, что при такой калибровке сигналы проходят через весь тракт от самого его входа и до выхода, значения коэффициентов a и b могут быть легко найдены в виде

$$a = \frac{U_1 - U_2}{T_{A1} - T_{A2}} \text{ и } b = \frac{T_{A1}U_2 - T_{A2}U_1}{T_{A1} - T_{A2}}. \quad (2)$$

Калибровка радиометрических приемников в ходе полевых работ

На практике, применение указанного метода калибровки (2) при выполнении натурных измерений сопряжено с серьезными проблемами. Одной из них, является невозможность создания двух прецизионных эталонов температур. В этой ситуации приходится идти на компромисс - искать упрощенные технические решения за счет снижения точности калибровки. Одним из вариантов такой упрощенной схемы калибровки является использование в качестве эталонных температур низкой температуры неба, получаемой с помощью ориентированной в зенит антенны, и температуры хорошо согласованной нагрузки, конструктивно размещаемой вблизи радиометрического приемника.

Как показывает практика натурных исследований, снижение точности при данном методе калибровки обусловлено, по крайне мере, тремя причинами.

Во-первых, непостоянство второй опорной температуры T_{A2} , обусловленное значительными вариациями интегрального поглощения атмосферы (τ) за счет неконтролируемых изменений влажности, атмосферного давления и т.п. Это, по сути, эквивалентно необходимости определения не только самих значений a и b , но и дополнительного неизвестного параметра τ , определяющего значение T_{A2} :

$$T_{A2}(\theta) = (T_{0A} - 10) \left(1 - \exp \left(\frac{-\tau}{\cos \theta} \right) \right), \quad (3)$$

где: T_{0A} - физическая температура приводного слоя атмосферы, θ - угол места, определяющий направление нисходящего излучения атмосферы.

С учетом использования в качестве эталонной температуры T_{A1} , яркостной температуры абсолютно чистого тела (АЧТ) с известной термодинамической температурой ($T_{0\text{АЧТ}}$) и коэффициентом поглощения $\chi = 0,96$:

$$T_{A1} = T_{0\text{АЧТ}} * \chi, \quad (4)$$

систему (2) можно переписать в виде:

$$\begin{aligned} U_1 &= a(T_{0\text{АЧТ}} * \chi) + b \\ U_2 &= a \left((T_{0A} - 10) \left(1 - \exp \left(\frac{-\tau}{\cos \theta} \right) \right) \right) + b \end{aligned} \quad (5)$$

которая имеет множество решений, в отличие от (2).

Выходом является дополнение системы (5) дополнительными соотношениями типа:

$$U_i = a(T_{Ai}(\theta_i)) + b = a \left((T_{0A} - 10) \left(1 - \exp \left(\frac{-\tau}{\cos \theta_i} \right) \right) \right) + b \quad (6)$$

получаемыми в результате измерения угловых зависимостей нисходящего излучения атмосферы. Получаемая система уравнений ((5) и (6)) может быть решена итерационным методом относительно параметров a , b и τ за счет минимизации функции невязки с данными экспериментальных наблюдений.

Вторым источником ошибки определения a и b является невозможность измерения точных значений $T_{0\text{АЧТ}}$ и T_{0A} . В условиях натурного эксперимента температурные датчики подвергаются значительному внешнему воздействию. Перегрев под действием прямых солнечных лучей, переохлаждение в результате ветрового воздействия, усиливающееся в условиях повышенной влажности и т.п. Изменчивые метеоусловия служат источником еще одной причины невозможности корректного определения a и b , - вариаций диэлектрических свойств используемого в качестве АЧТ материала и, как следствие, времененная изменчивость коэффициента χ в ходе эксперимента.

На практике, снизить уровень влияния указанных источников ошибок на результаты определения калибровочных коэффициентов удается за счет проведения калибровок в ночное время. Как правило, в данный период суток отсутствует ветровое воздействие, результаты измерений свободны от солнечного излучения, а в атмосфере отсутствуют гидрометеоры. Результаты определения мгновенных значений калибровочного коэффициента a (кружки), полученные в рамках проведения натурных исследований 2005 года, представлены на рис.1. Для сравнения, на этом же рисунке представлено его альтернативное значение, рассчитанное путем усреднения данных ночных калибровок (сплошная линия).

Результаты восстановления параметров спектра ГКВ

Как показано на рис. 1, мгновенные значения определяемых экспериментально калибровочных коэффициентов имеют значительный разброс. Для анализа было выделено 6 значений калибровочных коэффициентов: результаты проведения ночных калибровок (сплошная линия на рис. 1) и 5 дополнительных значений, схематичное время получения которых представлено на рис. 1 прямоугольными областями. Соответствующие значения a и b представлены в табл. 1 (индекс V соответствует каналу вертикальной поляризации радиометрического приемника, H - горизонтальному).

Данные натурных радиополяриметрических измерений, полученные в каждый из 5 выделенных временных интервалов, обрабатывались с применением результатов двух калибровок: ночной и соответствующей данной тестовой области. Далее, решалась задача восстановления спектра кривизны $B(K)$ и значения дисперсии уклонов крупных волн σ_0^2 с привлечением метода НРРС. Детальное описание метода НРРС может быть найдено в [1]. Для примера, на рис. 2, представлены спектры кривизны ветровых ГКВ, найденные для первого временного интервала.

Таблица 1 — Значения калибровочных коэффициентов в тестовых областях

N области	Значение коэффициента/Отличие от результатов ночных калибровок (%)			
	a_V	b_V	a_H	b_H
1	-0,00463/10,44	490,36287/6,07	0,006127/11,46	-450,0757/15,56
2	-0,004387/4,65	472,96073/2,31	0,00575/4,6	-415,7677/6,75
3	-0,004213/0,5	462,81113/0,11	0,00552/0,41	-393,6622/1,07
4	-0,00416/-0,76	459,13853/-0,68	0,00545/-0,85	-386,1974/-0,84
5	-0,004063/-3,07	448,7021/-2,93	0,005313/-3,34	-376,9776/-3,2

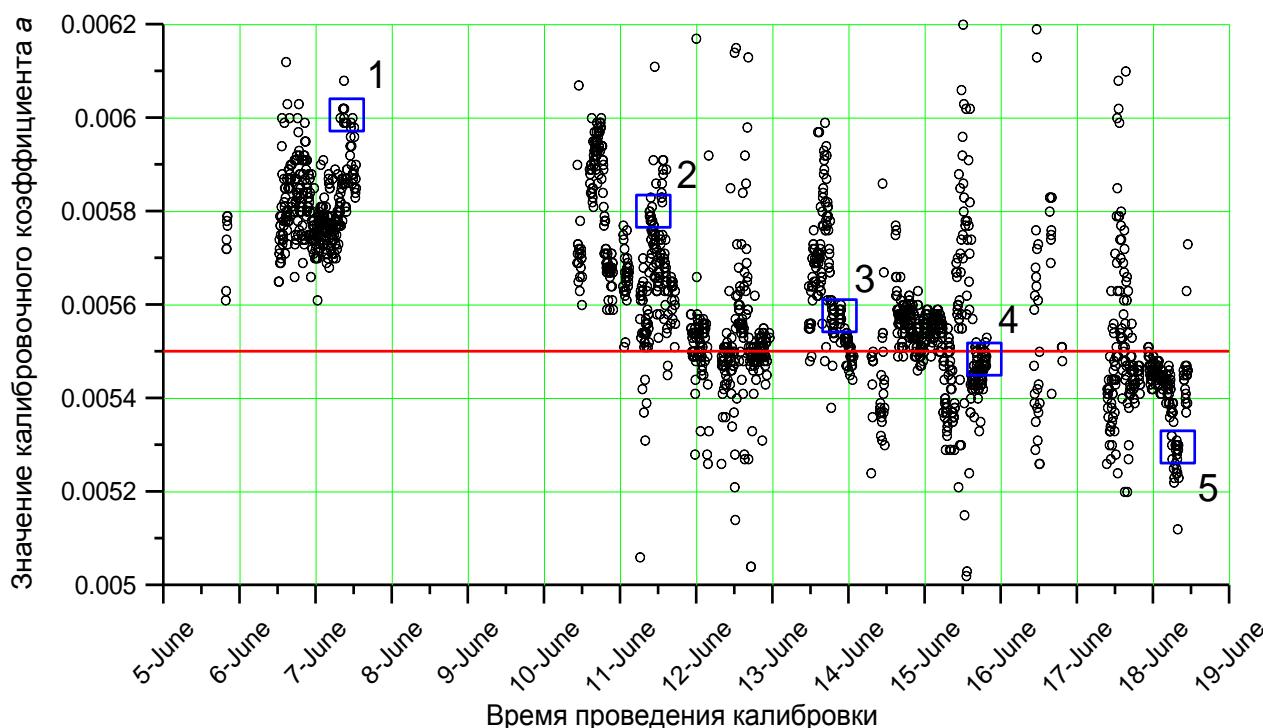


Рис. 1. Результаты определения калибровочного коэффициента a в рамках эксперимента 2005 г. Случай канала горизонтальной поляризации. Радиометрический приемник 8 мм диапазона. Пояснения даны в тексте.

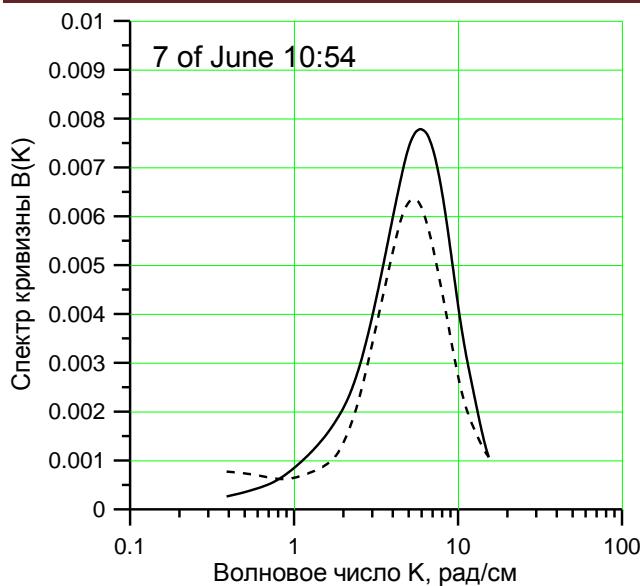


Рис. 2. Спектры $B(K)$ (для тестовой области 1), восстановленные на основе данных дистанционных радиометрических измерений при использовании результатов ночных (сплошная линия) и текущих (пунктир) значений калибровочных коэффициентов.

Заключение

Первичный анализ полученных результатов позволил сделать следующие выводы:

1. Переоценка значений калибровочных коэффициентов влечет за собой снижение уровня восстанавливаемых кривых $B(K)$. Недооценка оказывает обратный результат. Эффект усиливается с увеличением абсолютной величины ошибки определения калибровочных коэффициентов.
2. Изменение значений a и b приводит к смещению (в сторону меньших волновых чисел) положения максимума в спектре кривизны ГКВ. Указанная зависимость имеет вид линейной функции и не зависит от знака ошибки.
3. Наибольшую настороженность вызывают вариации восстанавливаемых значений σ_0^2 . Так, при отклонении калибровочных коэффициентов на 10%, наблюдалась четырехкратная переоценка величины σ_0^2 . По аналогии с положением максимума, данная зависимость линейна, однако зависит не только от модуля, но и от знака ошибки определения калибровочных коэффициентов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-02-00839.

Библиографический список

1. Садовский И.Н. Методика восстановления параметров спектра ветрового волнения на основе данных угловых радиополяриметрических измерений// Исследование Земли из космоса., 2008, № 6, с. 1–7.
2. Садовский И. Н., Кузьмин А. В., Поспелов М. Н. Исследование параметров спектра ветрового волнения по данным дистанционных радиополяриметрических измерений // Исслед. Земли из космоса. 2009. № 2. С. 1–8.
3. Кузьмин А. В., Горячkin Ю. А., Ермаков Д. М., Ермаков С. А., Комарова Н. Ю., Кузнецов А. С., Репина И. А., Садовский И. Н., Смирнов М. Т., Шарков Е. А., Чухарев А. М. Морская гидрографическая платформа «Кацивели» как подспутниковый полигон на Черном море 2008 // Исслед. Земли из космоса. 2009. № 1. С. 31–44.

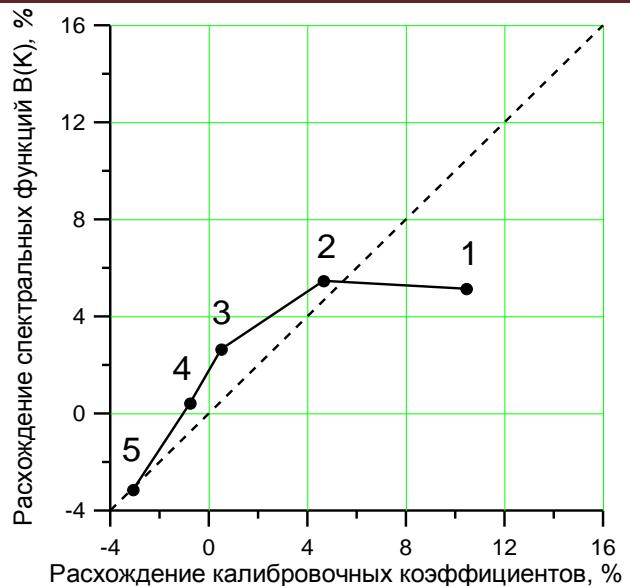


Рис. 3. Зависимость величины расхождения спектральных кривых $B(K)$ от степени различия используемых калибровочных коэффициентов. Номера соответствуют временным интервалам на рис. 1.

INFLUENCE OF RADIOMETERS CALIBRATION'S ACCURACY ON WIND-WAVE'S PARAMETERS RETRIEVAL BY A NRMS-METHOD

Sadovsky I.N.

Space Research Institute (IKI), Vladimir State University (VlSU) Ilya_Nik_Sad@mail.ru

Work is devoted to features of application of a NRMS method at remote sensing data processing for a gravity-capillary waves parameters retrieval. On the example of the experimental data it is shown that calibration of radiometers is a key stage of application of the NRMS method. Even the small mistake in definitions of calibration coefficients lead to the fundamental changes of restored spectrum's parameters.

Keywords: wind-waves spectrum, passive remote sensing, radio thermal radiation of a sea surface, method of a non-linear radio thermal spectroscopy.

МОНИТОРИНГ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ У МЕЛКИХ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ

Зайцева Е.Н.

ГБОУ ВПО Самарский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения РФ,
13zen31@mail.ru

В настоящее время существует достаточно много разнообразных портативных приборов для измерения артериального давления у людей. Среди них есть аппараты как отечественного, так и зарубежного производства. Вот лишь некоторые из них. Устройство для измерения артериального давления, содержащее корпус, рабочий элемент и манжету [1], устройство для контроля кровотока, аэрации, содержащее корпус и рабочий элемент [2], прибор для измерения давления, содержащий манжету и рабочий элемент с дисплеем [3], автоматический измеритель артериального давления, содержащий манжету, корпус с дисплеем и элементами электропитания [4] и многие другие. Однако все они имеют один недостаток – невозможность измерения артериального давления у мелких лабораторных животных в условиях искусственной силы тяжести.

Известно также устройство для изучения влияния повышенных нагрузок на лабораторных животных, содержащее нагружочный механизм, выполненный в виде круглой платформы с центральной осью вращения, соединенной с электроприводом, клетки-пеналы для лабораторных животных с решетчатым заполнением сторон, элементы крепления клеток-пеналов на круговой платформе и круговую шкалу расстояний от центра вращения [5]. Недостатком данного устройства является невозможность изучения влияния повышенных нагрузок на артериальное давление лабораторных животных.

Целью настоящего исследования явилась разработка устройства и методики для проведения экспериментов по изучению влияния повышенных нагрузок на артериальное давление лабораторных животных.

Эта цель достигается тем, что на платформе при помощи элементов фиксации размещен автоматический измеритель артериального давления с манжетой, выполненной в виде тора из эластичного материала для размещения и фиксации в ней хвоста животного, установленной в муфте, выполненной с кольцевым пазом для размещения тора и снабженной прижимным фиксирующим элементом.

На фигуре 1 изображено предлагаемое устройство, вид сверху; на фигуре 2 изображена муфта для размещения манжеты, на фигуре 3 – изображен разрез А-А на фигуре 2.

Предлагаемое устройство содержит нагружочный механизм, выполненный в виде круглой платформы 1 с центральной осью вращения (на чертеже не показано), соединенной с электроприводом (на чертеже не показано), и клетку-пенал 2 для размещения лабораторных животных (чертеж), снабженную элементом фиксации 3 на платформе 1. На платформе 1 при помощи элементов фиксации 4 (например, в виде пружинных зажимов, или винтовых соединений) установлен автоматический измеритель 5 артериального давления, снабженный элементами питания и дисплеем. При помощи эластичной трубы 6 измеритель 5 соединен с манжетой, выполненной в виде трубчатого тора 7 из эластичного материала, и размещен в муфте, снабженной кольцевым пазом 9 для размещения тора 7 и прижимным фиксирующим тор 7 элементом 10 при помощи, например, винта 11. В отверстии 12 тора 7 размещается хвост 13 животного. Винт 11 взаимодействует с крышкой 14.

Для проведения исследований на лабораторных животных по определению влияния повышенных нагрузок на артериальное давление устройство используют следующим образом.

Лабораторное животное размещают в клетке-пенале 2. Хвост 13 животного размещают вне клетки-пенала 2, пропуская его сквозь решетчатую стенку. Клетку-пенал 2 закрепляют на платформе 1 на заданном от центра расстоянии при помощи элементов фиксации 4, тем самым регулируя величину искусственной силы тяжести, действующей на организм животного. Хвост 13 фиксируют в муфте 2, размещая его в отверстии 12 тора 7 при помощи фиксирующего элемента 10. На платформе 1 закрепляют автоматический измеритель 5 артериального давления при помощи элементов 4 фиксации. Манжету 7, выполненную в виде тора, соединяют с измерителем 5 при помощи эластичной трубы 6. Включают нагружочный механизм (вращают платформу, с заданной скоростью вращения), создавая определенную нагрузку, и по дисплею автоматического измерителя определяют артериальное давление. Длительность разового воздействия искусственной силы тяжести составляет оптимально 10 мин. Допустимые нагрузки для белых беспородных половозрелых лабораторных крыс обоего пола варьируют от 2г до 5г, где г – искусственная сила тяжести.

Использование предлагаемого устройства позволяет с минимальными трудозатратами определить артериальное давление мелких лабораторных животных при различных нагрузках с высокой точностью. Разработанное устройство просто в конструктивном исполнении, просто и надежно в работе [6]. Устройство востребовано и найдет применение в экспериментальной медицине.

Библиографический список

1. Авторское свидетельство СССР №1377026, кл. А61 В5/02, 1988.
2. Патент США №4419999, кл. А61 В5/02, 1983.
3. Прибор для измерения артериального давления фирмы «OMRON» модель RI, паспорт и инструкция по

- эксплуатации, Япония, 2008.
4. Автоматический измеритель артериального давления, модель UA-77, паспорт и инструкция по эксплуатации, Япония, 2009.
 5. Свидетельство на полезную модель РФ №69738, кл. A61D7/00, 2008.
 6. Свидетельство на полезную модель РФ №103727, кл. A61D7/00, A61D17/00, 2011.

MONITORING OF ARTERIAL PRESSURE AT SMALL LABORATORY ANIMALS IN THE CONDITIONS OF CHANGING GRAVITY

Zaitceva E.N.

Samara state medical university of Ministry of health of the Russian Federation, 13zen31@mail.ru

Now there are many various portable devices for measurement of arterial pressure at people. Among them there are devices both domestic, and foreign production. However all of them have one shortcoming – impossibility of measurement of arterial pressure at small laboratory animals in the conditions of artificial gravity.

The device for studying of influence of the raised loads of the laboratory animals, containing the loading mechanism executed in the form of a round platform with the central axis of rotation, connected to the electric drive, cages cases for laboratory animals with trellised filling of the parties, elements of fastening of cages cases on a circular platform and a circular scale of distances from the rotation center is known also. A lack of this device is the impossibility of studying of influence of the raised loads of arterial pressure of laboratory animals.

The purpose of the real research was development of the device and a technique for carrying out experiments on studying of influence of the raised loads of arterial pressure of laboratory animals. This purpose is reached by that on a platform by means of elements of fixing the automatic measuring instrument of arterial pressure with a cuff executed in a loop a torah from an elastic material for placement and fixing of a tail in it of an animal, established in the coupling executed with a ring groove for placement a torah and supplied with a clamping fixing element is placed. The offered device contains the loading mechanism executed in the form of a round platform with the central axis of rotation, connected to the electric drive, and a cage case for placement of the laboratory animals, supplied with a fixing element on a platform. On a platform by means of elements of fixing the automatic measuring instrument of arterial pressure supplied with elements of a food and the display is established. By means of an elastic tube the measuring instrument is connected to a cuff executed in the form of tubular a torah from an elastic material, and placed in the coupling supplied with a ring groove for placement a torah and a clamping element fixing torahs. In an opening the torah takes place a tail of an animal. The screw cooperates with a cover.

For carrying out researches on laboratory animals by definition of influence of the raised loads of arterial pressure the device use as follows. Laboratory animal place in a cage case. A tail of an animal place out of a cage case, passing it through a trellised wall. A cage case fix on a platform at the distance set from the center by means of fixing elements, thereby regulating size of the artificial gravity influencing an organism of an animal. A tail fix in the coupling, placing it in an opening a torah by means of a fixing element. On a platform fix an automatic measuring instrument of arterial pressure by means of fixing elements. A cuff executed in a loop a torah, connect to a measuring instrument by means of an elastic tube. Turn on the loading mechanism (rotate a platform, with the set speed of rotation), creating a certain loading, and by the display of an automatic measuring instrument determine arterial pressure. Duration of single influence of artificial gravity makes optimum 10 minutes. A permissible load for white not purebred polovozrely laboratory rats of both sexes varies from 2g to 5g, where g-artificial gravity.

Use of the offered device allows to define with the minimum labor costs arterial pressure of small laboratory animals at various loadings with high precision. The developed device is simple in a design, it is simple and reliable in work. The device is demanded and will find application in experimental medicine.

**МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛИАМИНОПОЛИУКСУСНЫХ КИСЛОТ:
ЭТИЛЕНДИАМИНТЕТРАЦЕТАТА И ДИЭТИЛЕНТРИАМИНПЕНТАЦЕТАТА И ИХ
КОМПЛЕКСОВ С МЕТАЛЛАМИ НА ОСНОВЕ АЭРОБНЫХ БАКТЕРИЙ
*CHELATIVORANS OLIGOTROPHICUS BKM-2395***

¹Кувичкина Т.Н., ¹Капаруллина Е.Н., ²Сафонов А.В., ¹Доронина Н.В., ¹Решетилов А.Н.

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрябина Российской академии наук

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук

e-mail: kuv@ibpm.pushchino.ru

К полиаминополиуксусным кислотам швейцарским химиком Г. Шварценбахом, основоположником исследования данных соединений, был предложен термин комплексоны. Комплексоны относят к полидентатным хелатообразующим лигандам и их часто называют хелантами, а комплексы с ними – хелатами.

Комплексоны в ряду полиэтиленполиаминов обладают широкими конфигурационными возможностями, что позволяет им приспосабливаться к стереохимическим данным разных катионов, чем можно объяснить универсальность их действия. Оптимальным вариантом универсально действующих комплексонов можно считать шестидентатный этилендиаминтетраацетат (ЭДТА) и восьмидентатный диэтилентриаминпентаацетат (ДТПА). Эти комплексоны используются для устранения мешающего действия катиона металла и наоборот, для введения металлов в определенную систему. Так, ДТПА применяют в качестве титранта в комплексонометрии и маскирующего агента в аналитической химии; для разделения редкоземельных и трансурановых элементов методом экстракции, для стабилизации бумаги в процессе искусственного теплового старения [1]. Кроме того, благодаря способности образовывать водорастворимые комплексы с двух- и трёхвалентными металлами, ДТПА может использоваться при дезактивации ядерных реакторов [2,3]. Закономерен интерес исследователей к мониторингу ДТПА в водной среде. Традиционными методами определения ЭДТА в лабораториях являются титриметрия [4] и высокоеффективная жидкостная хроматография высокого давления [5]; методы достаточно эффективны, но имеют при этом высокую стоимость. Для определения ДТПА в воде известны хроматографические методы [6]. Кроме того, известен спектрофотометрический метод определения ДТПА [7] и метод определения ДТПА с использованием капиллярного электрофореза [8]. Все перечисленные методы требуют дорогостоящего стационарного оборудования.

Ранее нами было показано, что существуют штамм аэробных бактерий *Chelativorans oligotrophicus* LPM-4, способные деградировать ЭДТА с потреблением молекулярного кислорода. Этот штамм был выделен из очистных сооружений г. Пущино и отнесен к новому роду и виду *Chelativorans oligotrophicus* LPM-4 sp. nov. (типовому штамму LPM-4T=BKM B-2395T=BKM B-2445T=DSM 19276T) [9]. На основе этих бактерий был создан амперометрический биосенсор для определения ЭДТА и её комплексов с ионами Ba^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Mn^{2+} , Co^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} [10].

Целью работы являлось использование штамма аэробных бактерий *C. oligotrophicus* BKM-2395 для определения полиаминополиуксусных кислот: этилендиаминтетраацетата и диэтилентриаминпентаацетата и их комплексов с металлами амперометрическим биосенсором.

Подход, применяемый нами, основан на регистрации потребленного кислорода рецепторным элементом. В качестве рецепторного элемента использовали иммобилизованные клетки (ИмК) штамма аэробных бактерий *C. oligotrophicus* BKM-2395, имеющего ферментные системы, способные окислять ЭДТА с потреблением молекулярного кислорода. В качестве преобразователя использовали кислородный электрод Кларка. Регистрируемым параметром являлась максимальная скорость изменения выходного сигнала dI/dt (нА/с), связанная пропорциональной зависимостью со скоростью изменения концентрации потребленного кислорода в измеряемом водном образце.

Штамм *C. oligotrophicus* BKM B-2395 выращивали первоначально на агариованной среде состава (г/л): $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 1,0; KH_2PO_4 – 0,26; $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – 0,40; $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ – 0,63; ЭДТА – 1,0. Микроэлементы (мг/л): $\text{FeCl}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – 1,5; H_3BO_3 – 0,06; $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – 0,1; $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – 0,12; ZnCl_2 – 0,07; $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – 0,025; $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – 0,015; Na_2MoO_4 – 0,025; агар – 20,0. Витамины (мг/л): пиридоксин* HCl – 0,1; тиамин* HCl – 0,05; рибофлавин – 0,05; никотиновая кислота – 0,05; кальция пантотенат – 0,05; Р-аминобензойная кислота – 0,05; липоевая кислота – 0,05; никотинамид – 0,05; витамин B12 – 0,05; биотин – 0,02; фолиевая кислота – 0,02. Витамины и микроэлементы готовили в виде концентрированных стерильных растворов и добавляют в среду в количестве 1 и 2 мл/л, соответственно. Смыв со свежей культуры в количестве 1-2 мл переносили в стерильные колбы Эrlenмейера объемом 750 мл со 100 мл среды. Для выращивания биомассы использовали жидкую среду того же состава. Периодическое культивирование бактерий проводили на качалке 150 об/мин при 28°C в течение 5-7 сут. Культуральную жидкость, взятую в конце экспоненциальной фазы роста штамма, центрифугировали при 5000 g в течение 20 мин, дважды промывали 30 mM НЕРЕС буфером (pH 7,4); клетки ресуспенсировали в том же буфере и иммобилизовали на носителе. Иммобилизацию клеток проводили методом физической адсорбции на хроматографической бумаге Whathman GF/A (Великобритания). Клеточную суспензию наносили на бумагу и подсушивали при комнатной температуре. Полученный биорецептор помещали на рабочую поверхность кислородного электрода и фиксировали его с помощью нейлоновой сетки. Водные растворы комплексов ЭДТА, ДТПА с металлами готовили, смешивая эквимолярные концентрации водных растворов ЭДТА, ДТПА и соответствующей соли металла за 24 ч до начала эксперимента. Измерения проводили с помощью гальвано-потенциометра IPC-Micro (Россия).

Нижний предел определения ЭДТА составлял 0,125 mM; операционная стабильность была 14 суток, продолжительность анализа - 20 мин, Нижний предел определения ДТПА составлял 0,5 mM; операционная стабильность была 3 суток, продолжительность анализа - 20 мин.

Таким образом, штамм аэробных бактерий *C. oligotrophicus* BKM B-2395 могут служить основой для биосенсорного определения таких полиаминополиуксусных кислот как этилендиаминтетраацетат, диэтилентриаминпентаацетат и их комплексов с металлами на примере ионов Mg^{2+} , Mn^{2+} , Co^{2+} и Ni^{2+} .

Библиографический список

1. Цибульникова Н.В., Дёмина Н.П., Литвинова Т.В., Тёмкина В.Я. Диэтилентриаминпентауксусная кислота и её применение// Химическая промышленность. 1977. № 6. С.23-26.

2. Мелентьев А.Б., Машкин А.Н., Тугарина О.В., Колупаев Д.Н., Герман К.Э., Тананаев И.Г. Влияние комплексообразующих реагентов (ДТПА и щавелевой кислоты) на экстракционное поведение технеция в системе «ТБФ – HNO_3 – $\text{N}_2\text{H}_5\text{NO}_3$ » // Радиохимия. 2011. Т. 53. № 2. С. 150-154.
3. Герман К.Э., Мелентьев А.Б., Зубавичус Я.В., Калмыков С.Н., Ширяев А.А., Тананаев И.Г. Синтез, исследование структуры и свойств новых малорастворимых комплексных соединений технеция с диэтилентриаминпентаакусной кислотой // Радиохимия. 2011. Т.53. № 2. С. 155-161.
4. Пилипенко А.Т., Демецкая Л.Н., Онопа Н.В., Фалендыш Н.Ф., Арендарюк Е.Н. Способ определения этиленлиаминтетраацетата в воде // Бюллете́нь изобретений. 1989. № 44. АС 1525574 А 1.
5. Bucheli-Witshel M., Egli T. // FEMS Microbial. Rev. 2001. V. 25. № 1. P. 69-106.
6. Randt C., Wittlinger R. and Merz W. Analysis of nitrilotriacetic acid (NTA), ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) and diethylenetriaminepentaacetic acid (DTPA) in water, particularly waste water // Fresenius J. Anal. Chem. 1993. V. 346. P. 728-731.
7. Sunil Kamboj, Deepak Sharma, Anoop B Nair, Suman Bala, Rakesh Kumar Sharma, Vinod Kumar, Javed Ali, Pramod K. and Ansari S. H. A simple and sensitive spectrophotometric method for estimation of diethylene triamine penta acetic acid (DTPA) in topical gel formulations // Der Pharmacia Lettre. 2011. V. 3. № 3. P. 23-28.
8. Laamanen PL, Mali A, Matilainen R. Simultaneous determination of DTPA, EDTA and NTA by capillary electrophoresis after complexation with copper // Anal. Bioanal. Chem. 2005. V. 381. № 6. P. 1264-1271.
9. Dedyukhina E.G., Chistyakova T.I., Badruttinova D.N., Yudina E.I., Minkevich I.G., Vainshtein M.B. EDTA-dependent assimilation of glucose and organic acids by an EDTA-degrading bacterium // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2008. V. 77. № 6. P. 1367-1370.
10. Решетилов А.Н., Кувичкина Т.Н., Капарулина Е.Н., Доронина Н.В. Биосенсор для определения этилендиаминтетраакусной кислоты и ее комплексов с ионами металлов // Бюллете́нь изобретений полезных моделей. 2011. № 16. С. 1133-1134. Патент РФ на полезную модель № 105292.
11. Dedyukhina E.G., Chistyakova T.I., Badruttinova D.N., Yudina E.I., Minkevich I.G., Vainshtein M.B. EDTA-dependent assimilation of glucose and organic acids by an EDTA-degrading bacterium // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2008. V. 77. № 6. P. 1367-1370.

**THE METHOD OF DETECTING POLYAMINOPOLYACETIC ACIDS:
ETHYLENEDIAMINETETRAACETATE AND DIETHYLENTRIAMINEPENTAACETIC AND THEIR
METAL COMPLEXES BASED ON AEROBIC BACTERIUM *CHELATIVORANS OLIGOTROPHICUS* VKM-
2395**

¹Kuvichkina T.N., ¹Kaparullina E.N., ²Safonov A.V., ¹Doronina N.V., ¹Reshetilov A.N.
¹G.K.Skryabin Institute of Biochemistry and Physiology of Microorganisms, Russian Academy of Sciences,
²A.N. Frumkin Institute of Physical Chemistry and Electrochemistry, Russian Academy of Sciences,
kuv@ibpm.pushchino.ru

The biosensor models for polyaminopolyacetic acids: ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) and diethylenetriaminepentaacetic acid (DTPA) metal-EDTA and metal- DTPA determination was based on the immobilized cells of bacterial strain *Cheletivorans oligotrophicus* VKM B-2395 as a receptor and pO_2 electrode as the transducer. Microorganisms were cultivated in Erlenmeyer flasks with a liquid medium under periodic conditions on a shaker at 28°C. The cells grown to the exponential phase were harvested and washed with the buffer. The cells were immobilized by the method of physical adsorption. The prepared receptor element was fixed on the surface of a Clark-type electrode. Measurements were made in the buffer saturated with oxygen using an IPC-Micro Cronas potentiostat (Russia). The registered parameter was the maximum rate of change in a target signal dI/dt (nA/s) connected by proportional dependence with the rate of change in consumed oxygen concentration. The lower limit was 0.125 mM, operation time was 14 days for EDTA. The lower limit was 0.5 mM, operation time was 3 days for DTPA.

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ
КРАТКОВРЕМЕННЫХ РЯДОВ БИОМЕДИЦИНСКИХ СИГНАЛОВ ПРИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ
НАГРУЗКАХ**

Борисов В.И., Кубланов В.С.

Уральский федеральный университет им. Первого президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург
vi.borisov.official@gmail.com, kublanov@mail.ru

Введение. Известно, что физиологические процессы являются сложными явлениями, включающими в себя поведенческую, нервную и гормональную регуляцию, метаболические процессы и гуморальные влияния, которые могут быть представлены в форме физических веществ, нейротрансмиттеров или электрических

сигналов, отражающих природу и протекание этих процессов [1]. Поэтому биомедицинские сигналы случайными процессами и, в общем случае, имеют детерминированную, стохастическую и хаотическую составляющие. Первая и вторая компоненты могут быть распознаны традиционными методами корреляционного и спектрального анализа, в то время как анализ хаотических свойств требует применения методов нелинейной динамики, которые позволяют численно охарактеризовать динамику системных изменений структуры сигнала во времени.

Целью работы является рассмотрение особенностей применения одного из показателей нелинейной динамики сложных систем, показателя Херста, при анализе коротких (пятиминутных) временных рядов на примере анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР), который в современных клинических исследованиях достаточно популярен не только в России [2], но и за рубежом [3].

Метод и результаты

Для расчета показателя Херста H предлагается использовать метод накопленной дисперсии, описанный [4]. При помощи него параметр H можно найти из закона дисперсии: $Var |(X(t_2) - X(t_1))^2| = \sigma^2 |t_2 - t_1|^{2H}$. После преобразований к виду $\log \sigma_{rms}(\Delta X) = c + H \log |\Delta t|$, где $\sigma_{rms}(\Delta X)$ - среднеквадратичное отклонение приращений ΔX , соответствующих интервалу Δt , c - константа. Применяя этот алгоритм в среде *Matlab*, вычисляется $\sigma_{rms}(\Delta X)$ для нескольких величин интервалов Δt , затем находится МНК-прямая по точкам приращения $p=1, \dots, P_{max}$, где P_{max} - максимальная длина приращения по времени. Показатель Херста определяется как угловой коэффициент МНК-прямой. При использовании этого метода требуется выполнение условия нормального распределения первых разностей (приращений) временного ряда.

Исследования проводились для временных рядов ВСР в трех функциональных состояниях пациентов: функциональный покой (F), и при выполнении пассивной ортостатической пробы - ортостатическая (O) и клиностатическая (K) нагрузки. В каждом из функциональных состояний пациенты находились в течение 5 минут. Были получены оценки для двух групп пациентов - практически здоровые (20 человек), и больные, страдающие артериальной гипертензией различных стадий до и после лечения (30 человек). Исследования проведены в Свердловском областном клиническом психоневрологическом госпитале для ветеранов войн (г. Екатеринбург), для регистрации кардиоритмограмм использовался комплекс электроэнцефалографа - анализатора «Энцефалан-131-03» и поворотного стола Loyer для проведения пассивной ортостатической пробы.

Исследуемые временные ряды ВСР линейно интерполировались с постоянным шагом 100 мс, сигнал избавлялся от тренда методом скользящего среднего. Во всех полученных таким образом временных рядах выполнена проверка нормальности распределения приращений ряда с помощью критерия Колмогорова-Смирнова (ККС), после чего вычислялся показатель Херста.

Для полученных результатов проводилась проверка принадлежности значений показателей Херста группы пациентов определенного статуса к одной генеральной совокупности с постоянным средним с помощью критерия Аббе-Линника [5]. Это дает возможность определить среднее по группе для каждого из функциональных состояний при доверительной вероятности $\alpha = 0,99$.

Математическое ожидание для группы относительно здоровых пациентов по трем нагрузкам: F – $M[H_F] = 0,46 \pm 0,06$; O – $M[H_O] = 0,50 \pm 0,10$; K – $M[H_K] = 0,45 \pm 0,05$. Для группы больных пациентов до лечения $M[H_F] = 0,55 \pm 0,08$; $M[H_O] = 0,66 \pm 0,10$; $M[H_K] = 0,55 \pm 0,10$; после лечения $M[H_F] = 0,52 \pm 0,08$; $M[H_O] = 0,65 \pm 0,12$; $M[H_K] = 0,55 \pm 0,09$. В [3] показано, что при $H > 0,5$ приращения $X(t) - X(t')$ и $X(t+h) - X(t')$ имеют одинаковые знаки, что является признаком наличия долговременной памяти временного ряда.

Полученные усредненные результаты не дают однозначной оценки изменению состояния пациентов, у которых наблюдается клинически доказанное улучшение после курса лечения, поэтому имеет смысл провести анализ изменений значений показателей Херста разных функциональных состояний.

На рис. 2 представлены графики плотности вероятности распределения изменений показателя Херста при переходе из состояния функционального покоя в ортостатическое положение (O-F) и клиностатическое положение (K-F), из ортостатического положения в клиностатическое (K-O), полученные методом аппроксимации Розенблатта-Парзена [6].

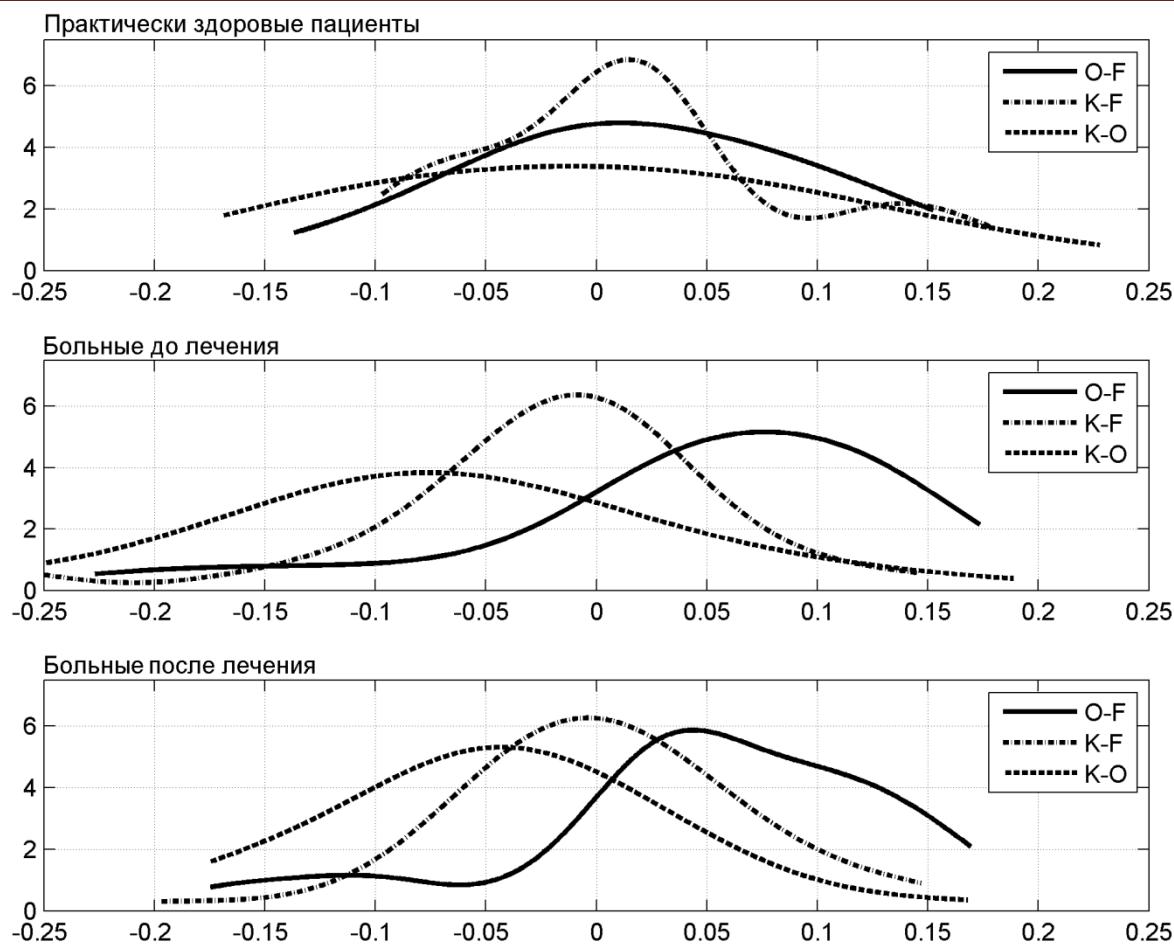


Рис. 2. Графики функций плотности вероятности распределения изменений показателей Херста трех функциональных состояний пациентов

Моды функций распределения изменений показателей Херста $Mo[H_F-H_O]$, $Mo[H_F-H_K]$, $Mo[H_O-H_K]$ представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Моды функций плотности распределения изменений показателя Херста.

	Группа практически здоровых пациентов	Группа больных до лечения	Группа больных после лечения
$Mo[H_F-H_O]$	0,011	0,076	0,044
$Mo[H_F-H_K]$	0,014	-0,009	-0,004
$Mo[H_O-H_K]$	-0,011	-0,076	-0,043

Из графиков, представленных на рис. 2 и значений, приведенных в табл. 2, следует, что изменения значений показателя Херста имеют тенденцию к восстановлению распределения группы больных пациентов после лечения к распределению группы практически здоровых пациентов. Параметры функций распределения изменений показателей Херста соответствуют изменению функционального состояния пациента.

Заключение

Таким образом, полученные оценки показателей Херста интерполированных временных рядов ВСР дают возможность применять метод накопленной дисперсии для идентификации групп пациентов разного нозологического статуса по оценке изменений распределения показателя Херста при выполнении пассивной ортостатической пробы.

Проведенные расчеты функций плотности вероятности распределения относительных изменений показателей Херста по кратковременным рядам ВСР свидетельствуют о наличии соответствия между распределениями изменений показателей Херста и изменениями функционального состояния пациентов при проведении пассивной ортостатической пробы. С другой стороны, анализ значений показателей Херста в определенном функциональном состоянии не дает однозначной идентификации состояния групп пациентов разного нозологического статуса.

Библиографический список

1. Рангайян. Р.М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход. – М.: Физматлит, 2010. – 440 с.
2. Баевский Р.М. и др. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) // Вестник аритмологии, 2001. – № 24. – 65-87 с.
3. Heart rate variability. Standatds of Measurement, Physiological interpretation and clinical use. Circulation, 1996. – V.93. –1043-1065 p.
4. Кроновер Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории - М.: Постмаркет, 2000. - 272 с.
5. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика – М.: Физматлит, 2006. –518 с.
6. Поршнев С.В., Копосов А.С. Использование аппроксимации Розенблатта-Парзена для восстановления функции распределения непрерывной случайной величины с ограниченным одномодальным законом распределения // В мире научных открытий. Серия Математика, механика, информатика. 2013. № 10(46). 235-260 с.

APPLICATION OF NONLINEAR DYNAMICS METHODS IN THE STUDY OF SHORT SERIES OF BIOMEDICAL SIGNALS IN FUNCTIONAL STUDIES

Borisov V.I., Kublanov V.S.

vi.borisov.official@gmail.com, kublanov@mail.ru

Yekaterinburg, Ural Federal University named after first President of Russia B.N. Yeltsin

In this paper we consider the possibility of using the method of estimation of the Hurst exponent for the analysis of short-term series of biomedical signals. The results of the use of estimates of the Hurst exponent for solving the problem of identification nosological status of patients according to heart rate variability in functional studies.

ИНТЕГРАЛЬНО-КОДОВЫЕ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КОНФИГУРАЦИЙ С ГЕКСАГОНАЛЬНЫМИ ЯЧЕЙКАМИ

Антаков М.А., Бурнаевский И.С.

Национальный исследовательский университет «МИЭТ», maxim.antakov@microsoft.com,
igor_bs@mail.ru

Одним из направлений при использовании ионизирующих излучений является применение интегрально-кодовых (мультиплексных) систем измерений (ИКСИ), например, в рентгеновской и гамма-астрономии, эмиссионной томографии, мониторинге радиоактивного загрязнения приповерхностного слоя почвы [1-5].

ИКСИ регистрируют дискретные отсчёты, которые являются линейными комбинациями дискретных отсчётов, характеризующих искомую функцию (например, пространственное распределение радионуклида), а не сами отсчёты. Поэтому полученные с помощью ИКСИ данные необходимо подвергнуть обратному преобразованию (декодированию).

Интегральное преобразование при регистрации ионизирующих излучений осуществляется с помощью кодирующих коллиматоров (КК), позволяющих реализовать томографическую реконструкцию трехмерных пространственных распределений радионуклидов без вращения массивной детектирующей системы вокруг исследуемого объекта [1, 3]. Отличительной особенностью таких коллиматоров является свойство фокусировки, которое дает возможность определять не только планарное двухмерное, но и восстанавливать трёхмерное распределение радионуклидов.

Распространены и целесообразны прямоугольные коллиматоры, построенные на основе одномерных псевдослучайных последовательностей (ПСП) единиц и нулей, имеющих двухуровневую автокорреляционную функцию [6], а также расширенных псевдослучайных последовательностей (РПСП), обладающих близкими с ПСП свойствами [7]. Любая ПСП является строкой (v, k, λ) -матрицы-циркулянта [3], имеющей экстремальные свойства на классе $(0, 1)$ -матриц. При этом v – длина ПСП и порядок (v, k, λ) -матрицы, k – количество единиц в ПСП, и $\lambda = k(k-1)/(v-1)$. Важно, что для (v, k, λ) -матрицы существует аналитическое выражение для обратной матрицы.

При производстве кодирующих коллиматоров изготовление прямоугольных пинхолов неэффективно, намного удобнее изготавливать круглые пинхолы. Однако, при использовании круговых отверстий, расположение которых задается в соответствии с положением прямоугольных пинхолов, существенная часть пластины кодирующего коллиматора (36% и более) не используется (рис. 1а).

Отмеченного недостатка, во многом, лишены гексагональные кодирующие коллиматоры (ГКК), обладающие существенно более компактным расположением кругов на плоскости (рис. 1б). Неиспользуемая часть пластины коллиматора уменьшается на 27%, и в ряде случаев позволяет увеличить число пинхолов на пластине фиксированного размера, увеличивая тем самым пространственное разрешение.

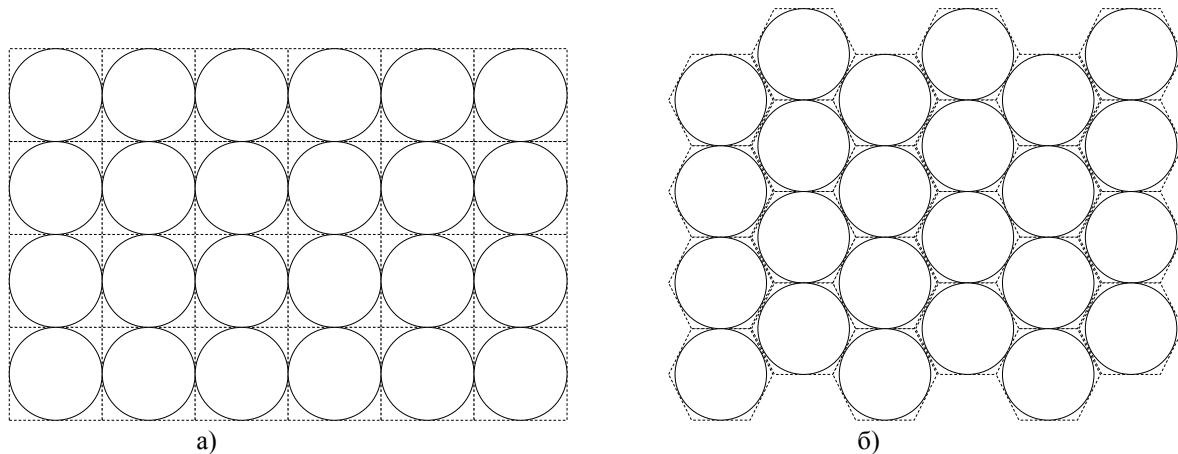


Рисунок 1. Использование круглых пинхолов, расположение которых задается в соответствии с положением прямоугольных пинхолов (а) и в соответствии с положением гексагональных пинхолов (б)

Были предложены псевдопрямоугольные гексагональные кодирующие коллиматоры, процесс построения таких конфигураций (рис.2) схож с построением прямоугольных КК, с той лишь разницей, что возникает смещение встыкования базовых частей. При этом матрица, описывающая процесс декодирования, остается циклической. Таким образом, появляется возможность задействовать те ПСП, которые ранее не использовались в построении гексагональных кодирующих коллиматоров.

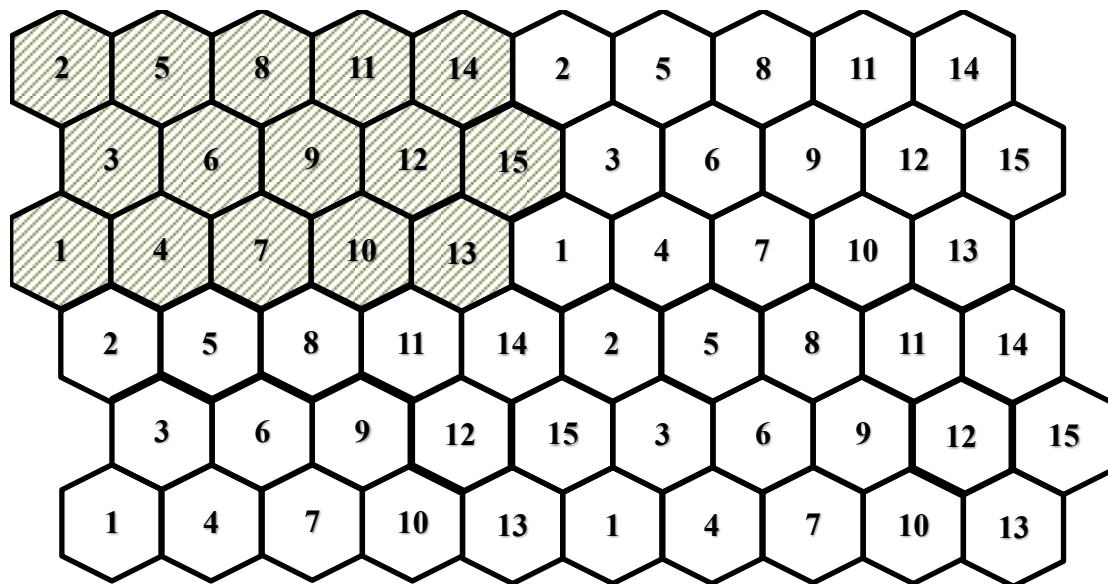


Рисунок 2. Мозаика псевдопрямоугольного гексагонального кодирующего коллиматора, построенного на основе ПСП с $v = 15$ (пунктиром выделена базовая часть).

Удобным инструментом для исследования свойств кодирующих коллиматоров являются глубинные аппаратные функции (АФ) ИКСИ, характеризующие влияние нефокусных источников на изображение в плоскости фокуса [9]. Для характеристики томографических (фокусирующих) свойств ИКСИ могут быть использованы такие параметры, как глубинное разрешение δ_z , равное ширине АФ на половине высоты около плоскости фокуса, максимальная амплитуда ложных пиков t_z и интегральный критерий (ИК) I и нормированный интегральный критерий I_N (рис. 3). Аппаратные функции можно получить только численно.

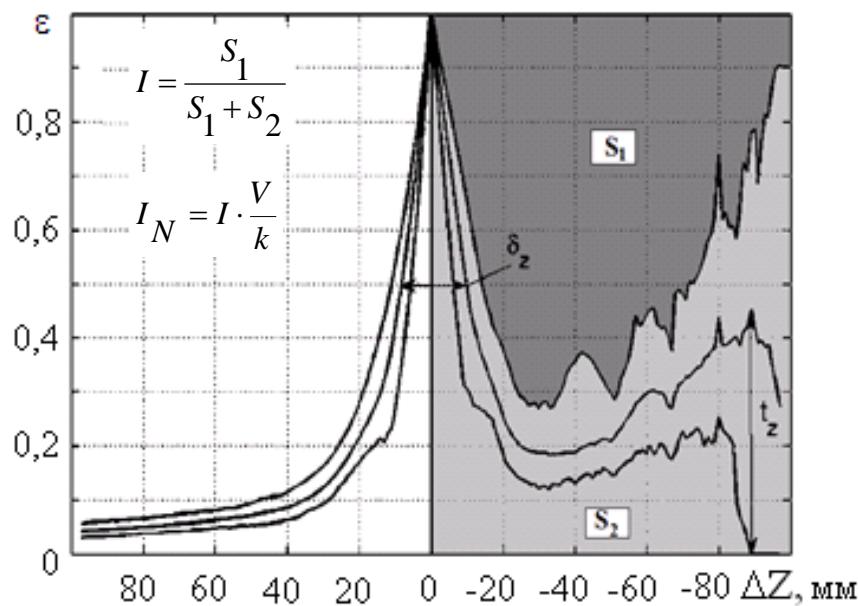
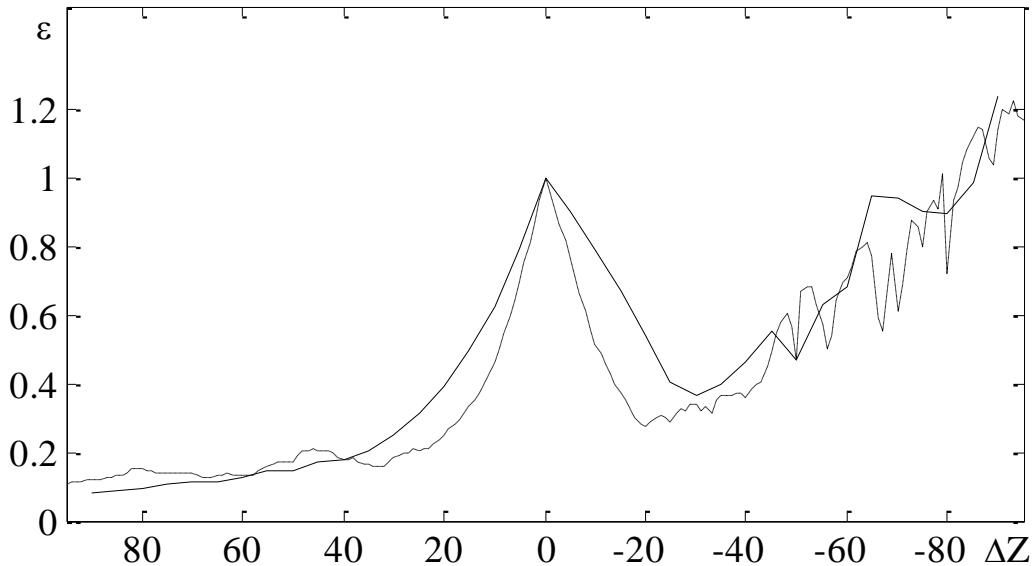


Рисунок 3. Аппаратная функция КК и её основные параметры

На рис.4 представлены аппаратные функции псевдопрямоугольного ГКК и прямоугольного КК. Как видно из рисунка псевдопрямоугольный ГКК обладает лучшими томографическими свойствами по сравнению с прямоугольным КК (меньшее δ_z , большие I и I_N).

Рисунок 4. АФ псевдопрямоугольного ГКК (пунктирная линия) и прямоугольного КК (сплошная линия), построенных на основе ПСП с $v = 342$

Было рассчитано более 200 АФ псевдопрямоугольных ГКК. На рис. 5 представлены ИК АФ для псевдопрямоугольных ГКК и прямоугольных КК.

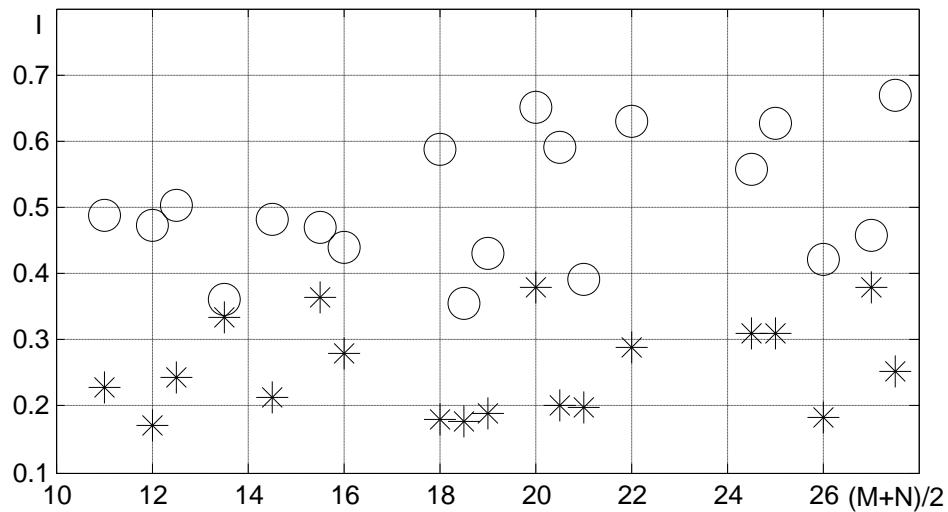


Рисунок 5. ИК АФ псевдопрямоугольного ГКК (кружки) и прямоугольного КК (звездочки)

Из рисунка 5 видно, что интегральный критерий I при использовании гексагональных пинхолов в среднем выше, чем при использовании прямоугольных пинхолов, что позволяет говорить о лучших томографических свойствах.

Библиографический список

1. *Федоров Г.А.* Радиационная интроскопия. Кодирование информации и оптимизация эксперимента. М.: Энергоатомиздат. 1982.
2. *Caroly J., Stephen J.B., DiCocco G. et al.* Coded aperture imaging in X-and Gamma-ray astronomy // Space Science Reviews.–1987.–Vol. 45.–No. 3/4.–P. 349-403.
3. *Терещенко С.А.* Методы вычислительной томографии. М.: Физматлит, 2004.
4. *Durrant P.T., Dallimore M., Jupp I.D. et al.* The application of pinhole and coded aperture imaging in the nuclear environment // Nuclear Instruments and Methods A.–1999.–V. 422.–P. 667-671.
5. *Accorsi R.* Design of near-filed coded aperture cameras for high-resolution medical and industrial of gamma-ray imaging // Ph.D. Thesis, Department of Nuclear Engineering, MIT.–2001.
6. *Спанин Р.* Свойство псевдослучайных последовательностей максимальной длины при двумерной корреляции // ТИИЭР, 1965. – Т. 53, № 12. – С. 2363-2364.
7. *Федоров Г.А., Терещенко С.А.* Расширенные псевдослучайные последовательности и двумерные кодирующие коллиматоры на их основе // Измерительная техника, 2007.–№ 6.–С. 66-71.
8. *Федоров Г.А., Терещенко С.А., Антаков М.А., Бурнаевский И.С.* Аппаратные функции интегрально-кодовых систем с многопинхольными гексагональными кодирующими коллиматорами // Измерительная техника, 2012.–№ 5.–С. 59-64.
9. *Федоров Г.А., Терещенко С.А.* Интегрально-кодовые системы регистрации ионизирующих излучений. 3. Аппаратные функции. //Измерительная техника, 1997, №2, с.44-50; Fedorov G.A., Tereshchenko S.A. // Measurement Techniques, 1997. V. 40. No. 2. P. 164.

MULTIPLEXED MEASUREMENT SYSTEMS BASED ON RECTANGULAR CONFIGURATIONS WITH HEXAGONAL PINHOLES

Antakov M.A., Burnaevskiy I.S.

National Research University of Electronic Technology,
maxim.antakov@microsoft.com, igor_bs@mail.ru

There were proposed new classes of flat multi pinhole hexagonal coded apertures (HCA), constructed on pseudo-random sequences. The main advantage of new class is significant increasing of possible HCA number. To compare it with known HCA there were numerically counted point-spread functions, which shows tomographical properties of HCA.

ПРИЛИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ ЗЕМЛИ

Грунская Л.В., Исакевич В.В., Исакевич Д.В., Лукьянов В.Е., Рубай Д.В.

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича
Столетовых, grunsk@vlsu.ru

Одна из задач, поставленных при изучении вариаций электрического поля пограничного слоя атмосферы, связана с исследованием воздействия приливных процессов на электромагнитное поле. Выявление периодических составляющих с частотами лунных приливов во временных рядах вертикальной составляющей электрического поля пограничного слоя атмосферы земли на первом этапе исследований было осуществлено с помощью классического метода спектрального оценивания [1]. Результаты показали, что воздействие приливных процессов на электромагнитное поле Земли является подшумовым процессом при отношении сигнал/шум не более 1-3, что явно недостаточно для достоверного обнаружения подобного воздействия. Дальнейшие исследования воздействия приливных процессов на электромагнитное поле Земли были осуществлены с использованием анализатора собственных векторов и компонент сигнала [1-6], показавшего свою эффективность при выделении из экспериментальных временных рядов энергетически не доминирующих периодических процессов. В данной статье исследовались три многолетних временных ряда (ВР) вертикальной составляющей электрического поля пограничного слоя атмосферы станций: Душети (1976-1980 гг), Воейково (1966-1995 гг) и Верхняя Дуброва (1974-1995 гг).

Обработка информации проводилась с использованием анализатора собственных векторов и компонент сигнала (АСВ и КС) [1], структурная схема которого представлена на рис.1. На вход блока масштабирования 1 поступает анализируемый временной ряд; в блоке 2 вычисляется ковариационная матрица временного ряда на заданном интервале анализа; в блоке 3 производится вычисление собственных векторов ковариационной; в блоке 4 осуществляется анализ собственных векторов и спектра собственных значений — с целью выявления характерных признаков искомых физических явлений. Ковариационная матрица в блоке 2 вычисляется с использованием соотношения, в котором - так называемая траекторная матрица [2] - отрезки временного ряда, получаемые из временного ряда путем перемещения «кадра» с единичным шагом.

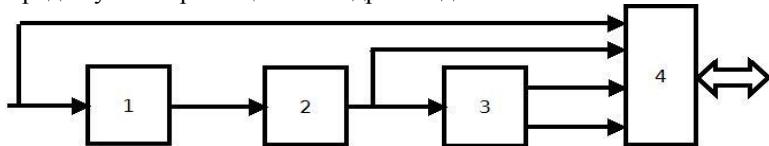


Рис.1 Структурная схема анализатора собственных векторов и компонент сигнала

Показано [4], что спектральный анализ СВ обладает большей чувствительностью чем классический спектральный анализ ВР, особенно в тех случаях, когда компоненты не являются абсолютно когерентными. АСВ и КС во многих случаях позволяет выявлять тип анализируемого ВР. Использование АСВ и КС целесообразно в тех случаях, когда использование классической квадратурной схемы спектрального анализа вызывает затруднение в силу некогерентности ВР.

Для выявления некогерентной составляющей на частотах лунных приливов в АСВ и КС использовались ковариационные матрицы размера $M \times M = 1000 \times 1000$, построенные по траекторным матрицам исходных временных рядов. Собственные векторы подвергались спектральному анализу с использованием стандартной процедуры быстрого преобразования Фурье (БПФ). Выявлялись те СВ, которые имеют максимальную проекцию на плоскость взаимно ортогональных отрезков гармонических ВР (критерий МКК — максимума коэффициента корреляции) длительностью , имеющих периоды, совпадающие с периодами лунных приливов (второй столбец таблицы 1). Для каждого СВ также рассчитывался индекс когерентности, получаемый как отношение отсчета амплитудного спектра СВ на частоте лунного прилива к среднему значению амплитудного спектра данного СВ (аналог сигнал/шум). Значения индекса когерентности для отобранных по максимуму критерия МКК собственных векторов приведены в последнем столбце таблицы 1.

На рис. 2 приведен пример собственных векторов и их амплитудных спектров для лунных приливов по терм станциям наблюдения: Душети, Верхняя Доброва, Воейково.

В таблице 1 приведены данные о СВ, имеющих максимумы АС на частотах лунных приливов (с периодами, приведенными во втором столбце), отобранные по критерию МКК. Приведены данные только об одном СВ, имеющем максимальное значение критерия МКК. Для каждого такого СВ по величине его относительного СЗ рассчитывалось действующее значение главной компоненты (путем умножения среднего квадрата значений ВР на квадратный корень из соответствующего значения нормированного спектра собственных значений). Как видно из шестого столбца таблицы, действующие значения спектрально локализованных на частотах лунных приливов спектральных компонент составляют от нескольких десятых В/м до 1 В/м. И вполне сопоставимы с амплитудами спектральных составляющих солнечных приливов. Амплитуды одноименных компонент хорошо согласовываются для ВР на различных станциях (диапазон для большинства лунных приливов не отличается более чем вдвое).

Главные компоненты (проекции ВР на соответствующие СВ), локализованные на частотах лунных приливов, обнаруживают годичную модуляцию. На рис.3 приведен пример амплитудного спектра такой составляющей, полученной путем проектирования временного ряда на на собственные вектора 100, 101, 106, 107, частотно локализованные на частоте лунного прилива 2N2. Сравнение этих амплитудных спектров с амплитудным спектром тестового сигнала, имеющего единичные амплитуды гармонических составляющих с периодами 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ и $\frac{1}{4}$ года, свидетельствует о наличие годичных модуляций. Наличие годичной модуляции частот лунных приливов является одним из признаков внеземного характера выделяемых сигналов.

Таблица 1 — Главные компоненты на частотах лунных приливов

Прилив	Т (час)	Станция	Номер СВ	МКК	Амплитуда (В/м)	ИК
2N2	14,3261	Воейково	134	0.54	0.74	77.89
		Верхняя Дуброва	130	0.52	0.63	16.33
		Душети	107	0.39	0.65	31.59
J1	23,0646	Воейково	89	0.60	0.97	107
		Верхняя Дуброва	82	0.48	0.89	113
		Душети	119	0.38	0.63	57
L2	12,1991	Воейково	176	0.46	0.63	37
		Верхняя Дуброва	143	0.36	0.60	53
		Душети	127	0.37	0.62	49
M1	24,8724	Воейково	80	0.62	1.03	147
		ВД	77	0.54	0.92	134
		Душети	124	0.31	0.62	31
M2	12,4(6)	Воейково	179	0.60	0.62	227
		Верхняя Дуброва	145	0.45	0.60	27
		Душети	131	0.40	0.61	32
N2	12,65	Воейково	167	0.49	0.65088	67
		Верхняя Дуброва	135	0.32	0.62	59
		Душети	131	0.38	0.61	58
O1	25,8176	Воейково	62	0.63	1.13	132
		Верхняя Дуброва	85	0.27	0.88	109
		Душети	40	0.46	0.79	9

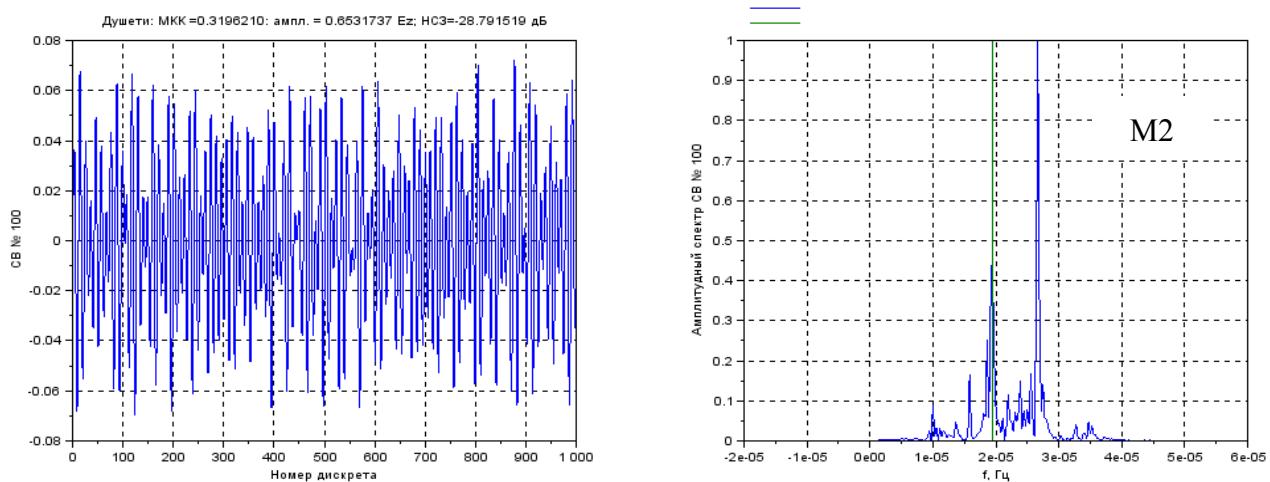


Рис. 2. Спектральный анализ собственных векторов: а)лунный прилив 2N2, Станция Душети.

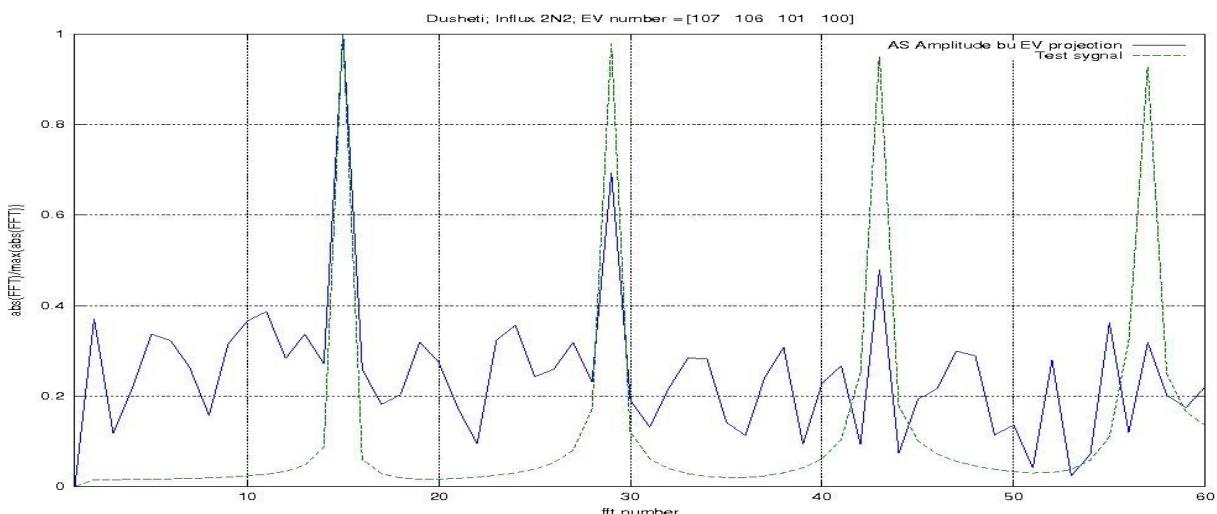


Рис. 3. Выделение годичной модуляции частоты лунного прилива 2N2. Нормированный к максимуму амплитудный спектр проекции временного ряда Душети на плоскость, образованную собственными векторами 100, 101, 106, 107; пунктирной линией показан амплитудный спектр тестового полигармонического сигнала, имеющего единичные составляющие с периодом 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ и $\frac{1}{4}$ года.

Выводы

Разработан программно - аналитический комплекс (ПАК) для исследования структуры сигналов, вызванных подшумовыми периодическими процессами геофизического и астрофизического характера. ПАК собственных векторов и компонент сигнала позволяет вычислять и анализировать собственные вектора и спектр собственных значений матрицы смешанных моментов сигнала, определять спектральный состав и статистические свойства отдельных собственных векторов, осуществлять разложение сигнала в подпространствах собственных векторов, отобранных по тем или иным признакам - с целью последующего анализа такого сигнала. Анализ собственных векторов открывает новые возможности при выявлении тонкой структуры сигнала и обнаружении новых физических эффектов и характеристик исследуемых объектов. Новизна разработанного метода состоит в том, что спектральному анализу подвергается не сам исходный временной ряд, а его собственные вектора, на которые он раскладывается, что позволяет применить спектральный анализ к отдельным некоррелированным составляющим временного ряда, связанным с определенными физическими процессами.

Анализ эффективности выявления в исследуемых временных рядах компонент, соответствующих приливным частотам, показал высокую эффективность метода собственных векторов, отбираемых по критерию МКК, который обеспечивает пренебрежимо малу вероятность ложной тревоги при вероятности пропуска обнаруживаемых признаков на уровне 10^{-4} . Энергетический вклад собственных векторов, несущих информацию о частотах, соответствующих приливным процессам, выделенных в результате обработки экспериментальной

информации, по электромагнитным полям составил $-29,3$ дБ (10^{-3}). Отношение максимального значения амплитудного спектра у отобранных собственных векторов к его среднему значению – индекс когерентности (аналог отношения сигнал/шум) для электрического поля при выделении периодов, соответствующих солнечным и лунным приливам составляет в среднем 267-179. Уровень индексов когерентности на частотах лунных приливов позволяет сделать вывод о достоверном обнаружении приливных воздействий на земной электромагнетизм, что по сути до данных исследований не было в исследованиях по приливным эффектам сделано.

Таким образом, использование метода спектрального анализа собственных векторов в многолетних временных рядах вертикальной составляющей электрического поля показало его эффективность для выявления периодических составляющих, связанных с лунными приливами. Работа осуществлена при поддержке Государственного Задания 2014/13,2871, гранта РФФИ № 14-07-97510\14.

Библиографический список

1. Грунская Л.В., Исакевич В.В., Исакевич Д.В. Анализатор собственных векторов и компонент сигнала. Патент РФ на полезную модель №116242 от 30.09.2011
2. <http://www.gistatgroup.com/gus/book1/algors.html>
3. Кострикин А.И. Введение в алгебру. Часть 2. Линейная алгебра. МЦНМО, 2009.
4. Исакевич В.В., Д.В. Исакевич, Грунская Л.В., А.С. Батин, Л.Т. Сушкова Использование собственных векторов ковариационных матриц для обнаружения гармонических составляющих временных рядов // Известия института инженерной физики. –2012. – Т.17.- №3. – С. 45-50.
5. Грунская Л.В., Морозов В. Н., Ефимов В. А., Золотов А.Н., Рубай Д. В., Закиров А. А. Мониторинг электромагнитных полей пограничного слоя атмосферы Земли// Монография Издатель: Germany, LAP LAMBERT Academic Publishing. – ISBN: 978-3-659-32919-7. -2013 г, 192 с.
6. Грунская Л.В., Батин, А.С., В.В. Исакевич, Д.В. Исакевич, Л.Т. Сушкова Каскады дискриминантных функционалов в задачах анализа временных рядов в базисах собственных векторов ковариационных матриц //Нелинейный мир. Изд. Радиотехника. 2012. - №4. – С. 215-222.

TIDE PROCESSES OF GEOPHYSICAL AND ASTROPHYSICAL NATURE THE EARTH ELECTROMAGNETIC FIELD

Grunskaya L.V., Isakevich V.V., Isakevich D.V., Lukyanov V.E., Rubai D.V.
Vladimir State University
grunsk@vlsu.ru

One of the tasks given at studing variations of the atmosphere boundary layer electrical field is connected with investigation of tide process effect on the electromagnetic field. At the first stage of investigation the exposing periodical components with the frequencies of moon tides in the vertical component time series of the Earth atmosphere boundary layer electrical field was done with the classical method of spectral estimation. The results showed that the influence of tide processes on the Earth electromagnetic field was a subnoise process at signal-to-noise ratio not more than 1-3, which is not quite enough for true acquisition of the similar effect. The next investigation of the effect of tide processes on the Earth electromagnetic field was done using an analyzer of eigen vectors and a signal component which showed its efficiency at extracting out of experimental time series of non-dominating energetically periodical processes. In this article 3 many years' time series (TS) of the vertical component of the atmosphere surface boundary layer electrical field were investigated at the stations of Dushety (1976-1980), Voyeikovo (1966-1995) and Verhnyaya Dubrova (1974-1995). The work are supported by grants RFFI № 14-07-97510\14 and the State Task 2014/13,2871.

КОМПЬЮТЕРНОЕ ФАЦЕТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАССЕЯНИЯ ПЛОСКИХ МИЛЛИМЕТРОВЫХ ВОЛН НА ЛЕСНОМ ПОКРОВЕ

Никитин О. Р., Шулятьев А.А.
Владимирский государственный университет им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. olnikitin@mail.ru

Введение. В последние десятилетия интенсивно развиваются технологии дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Данные технологии находят широчайшее применение для решения задач метеорологии, экологического мониторинга, геологоразведки, картографирования, военного дела, земельного и кадастрового учёта, а также в других отраслях науки и промышленности. [1].

Одним из направлений, набирающих популярность в последние несколько лет, является активное ДЗЗ в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах длин волн. Ранние эксперименты [2] показывали перспективность проведения наблюдений в отмеченных диапазонах, однако ввиду специфики проведения

измерений коммерческая эксплуатация систем ДЗЗ миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов являлась нерентабельной до недавнего времени, покуда развитие и резкое удешевление средств малой авиации не позволило вернуться к данному вопросу.

Настоящая работа посвящена вопросу разработки и калибровки компьютерной модели рассеяния электромагнитного излучения на лесном покрове. Целью разработки данной модели является создание инструмента, позволяющего предсказать характер рассеяния электромагнитного излучения на лесном покрове с заданными параметрами, что, в свою очередь, откроет возможность создания банка моделей для решения обратной задачи дистанционного зондирования — определения биометрических характеристик подстилающей поверхности по результатам измерений.

Выбор способа моделирования. На сегодняшний день существует ряд концепций описания механизма рассеяния электромагнитных волн на объектах произвольной формы. Всякая модель предлагает тот или иной вариант представления моделируемого объекта в виде упрощённой математической абстракции, при этом ради облегчения математического описания модели прибегают к многочисленным допущениям и упрощениям. Анализ существующих решений показал их неэффективность в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах, объясняемую тем, что на указанные диапазоны нельзя экстраполировать допущения, лежащие в основе существующих моделей. Впоследствии в работе [2] были найдены аналогичные выводы.

В итоге было принято решение использовать технику фацетного моделирования, хорошо зарекомендовавшую себя в радиолокации при моделировании объектов сложной формы [3]. В основе данной методики лежит представление объекта в виде совокупности фацетов — рассеивателей относительно простой формы, на каждом из которых характер рассеяния электромагнитной волны может быть вычислен точно. При этом полагается, что электромагнитная волна распространяется по законам геометрической оптики. Данное допущение можно считать справедливым в случае, когда линейные размеры фацета по крайней мере на порядок превышают длину волны. В зарубежной литературе были найдены ссылки на закрытые публикации, посвящённые использованию фацетного моделирования для решения схожих задач ДЗЗ, что косвенно подтверждает актуальность исследований в данном направлении.

Структура алгоритма. В основе метода фацетного моделирования лежит алгоритм трассировки лучей². Псевдокод данного алгоритма приведён в листинге 1. В направлении трёхмерной сцены посыпается луч с заданными характеристиками (точка испускания, направление, мощность, длина волны, поляризация). Путём перебора всех фацетов, составляющих сцену (строки 9-13), и последующей сортировки найденных пересечений по удалению от точки испускания луча (15) выявляется фацет, с которым имеет место пересечение этого луча, и рассчитываются характеристики отражённого и преломлённого лучей (16). Далее процесс повторяется рекуррентно с использованием хвостовой рекурсии (2-3, 22-23). Лучи, улетевшие «в небо», исключаются из рассмотрения, при этом фиксируется их мощность и направление (19), на основании чего в дальнейшем и производится построение диаграммы направленности рассеяния электромагнитных волн на поверхности сцены. Помимо данного «естественного» механизма ограничения процесса нарастания количества лучей в геометрической прогрессии в алгоритм также введён искусственный ограничитель: лучи, претерпевшие заданное количество преломлений, также исключаются из рассмотрения (5-7).

Листинг 1. Псевдокод алгоритма трассировки лучей

```

1 Поместить трассируемый луч в основной список лучей;
2 ПОКА в основном списке есть лучи к рассмотрению
3     Создать временный список лучей (пустой);
4     ДЛЯ КАЖДОГО луча из основного списка
5         ЕСЛИ данный луч претерпел пороговое число преломлений
6             Пропустить луч и перейти к следующей итерации цикла (строка 4);
7         Конец ЕСЛИ;
8         Создать пустой список пересечений;
9         ДЛЯ КАЖДОГО фацета сцены
10            ЕСЛИ рассматриваемый луч пересекается с рассматриваемым фацетом
11                Запомнить это пересечение в списке пересечений;
12            Конец ЕСЛИ;
13            Конец ДЛЯ КАЖДОГО;
14            ЕСЛИ список пересечений не пуст
15                Выбрать пересечение, ближайшее к точке испускания луча;
16                Рассчитать для него параметры отражённого и преломлённого лучей;
17                Записать рассчитанные лучи во временный список лучей;
18            ИНАЧЕ
19                Запомнить направление и мощность луча;
20            Конец ЕСЛИ;
21            Конец ДЛЯ КАЖДОГО;
22            Заменить содержимое основного списка лучей содержимым временного;

```

² В трёхмерной компьютерной графике известен похожий алгоритм обратной трассировки лучей, отличающийся тем, что ход лучей рассчитывается в направлении от точки наблюдения к источникам света. В рассматриваемом же случае ход лучей рассчитывается от источника излучения, поскольку областью приёма лучей является вся небесная полусфера.

23 Конец ПОКА;

Очевидно, что по результатам трассировки только одного луча невозможно судить о характере рассеяния электромагнитных волн на поверхности сцены, поскольку характер преломления луча целиком и полностью зависит от того, на какой участок сцены данный луч был направлен. Поэтому процесс трассировки повторяется многократно для множества различных лучей, а результаты, коими являются сведения о мощности и направлении отражённых в небо лучей, объединяются. Стоит также отметить, что процесс трассировки каждого луча происходит независимо от исхода трассировки других лучей, ввиду чего существует возможность запуска нескольких параллельных процессов трассировки на множестве ЭВМ одновременно.

Разработка ПО. На основании вышеприведённых рассуждений об особенностях алгоритма трассировки лучей было принято решение выполнить программу для трассировки лучей в виде трёх автономных модулей (см. рис. 2). Модуль генерации сцены служит для формирования сцены в виде набора фасетов на основании исходных данных о плотности и диэлектрических свойствах биомассы. Он содержит набор подпрограмм для генерации сцены того или иного типа (хвойный лес, лиственный лес, различные виды лесопатологий и т.п.). Модуль трассировки выполняет собственно трассировку лучей с заданными характеристиками (направление, поляризация) в пространстве сцены, сформированной генератором. Модуль агрегации осуществляет объединение результатов трассировки, полученных путём многократного запуска модуля трассировки, и построение отчёта в виде пространственной диаграммы рассеяния излучения.

Проверка модели. После разработки и отладки ПО была выполнена проверка адекватности модели путём осуществления моделирования ряда сцен и сопоставления результатов моделирования с экспериментальными данными, изложенными в литературе. В качестве примера приведём результаты моделирования лиственного лесного массива, описанного в работе [5] (Section 3.1), для двух вариантов поляризации излучения. Характеристики данной сцены, являющиеся исходными параметрами для моделирования, приведены в табл. 1. Результаты моделирования и экспериментальные данные представлены на рис. 3.

Таблица 1. Исходные данные для моделирования случая рис. 3

$\lambda, \text{мм}$	33	$\epsilon_{\text{ствола}}$	$3,1+0,01j$	$\rho_{\text{стволов}}, \text{M}^{-2}$	0,11	$d_{\text{стволов}}, \text{м}$	0,24
$\Delta\varphi_{\text{листьев}}$	$\pm 15^\circ$	$\epsilon_{\text{почвы}}$	$1,85+0,2j$	$\rho_{\text{листьев}}, \text{M}^{-3}$	830	$d_{\text{листьев}}, \text{м}$	0,06
$\varphi_{\text{пад}}$	$10-70^\circ$	$\epsilon_{\text{листьев}}$	$27+0,4j$	$h_{\text{стволов}}, \text{м}$	8	$h_{\text{листьев}}, \text{м}$	0,001

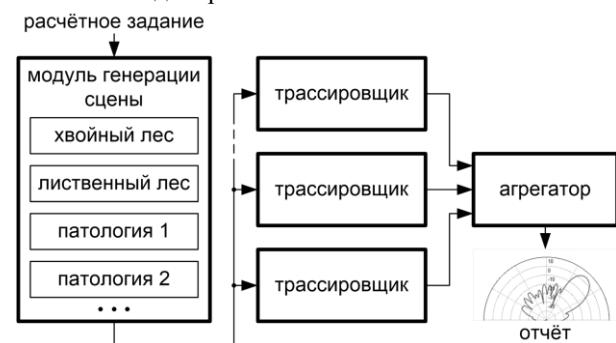
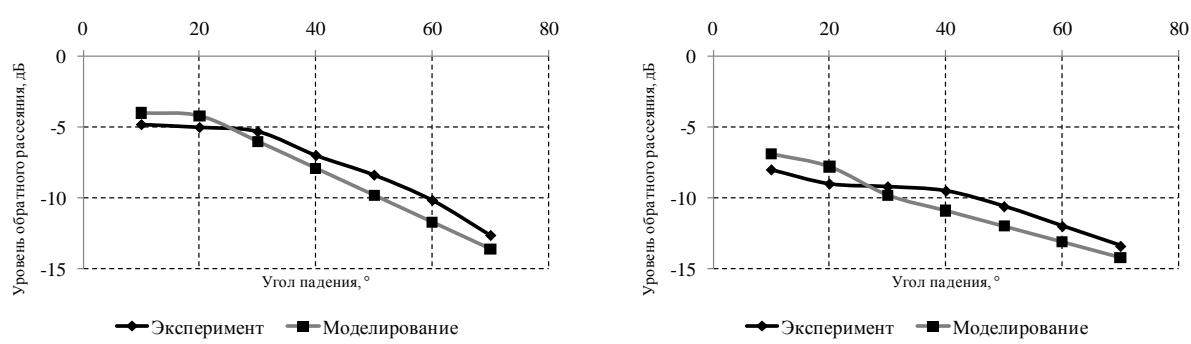


Рис. 2. Структурная схема фацетной модели



а) поляризация HH б) поляризация VV
Рис. 3. Сравнение результатов моделирования с экспериментальными данными

Сравнение результатов моделирования с экспериментальными данными показывает их качественное сходство. Отклонение не превышает $\pm 1,5$ дБ на всём диапазоне углов падения, что считается достаточным для практических целей [5]. Наблюдаемые различия могут быть объяснены погрешностью моделирования, которая может быть ещё уменьшена ценой повышения времени расчёта.

Вывод. В ходе настоящей работы была создана компьютерная фацетная модель рассеяния радиоизлучения на поверхности лесного массива. Проверка адекватности модели путём сравнения результатов расчёта с экспериментальными данными, опубликованными в литературе, свидетельствует об адекватности модели, достаточной для её практического применения.

Библиографический список

1. Кравченко, В. Ф. Статистическая теория радиотехнических систем дистанционного зондирования и радиолокации. / В. К. Волосюк, В. Ф. Кравченко. // М.: Физматлит. – 2008, 704 с.
2. Никитин, О. Р. Мониторинг лесных массивов методом многоспектрального дистанционного зондирования. / О. Р. Никитин, А. Н. Кисляков, А. А. Шулятьев // Радиотехнические и телекоммуникационные системы, 2011, №1, с. 50-52.
3. Афиногенов, А.Ю. Математическое моделирование радиолокационных портретов распределённых объектов сложной формы и некоторые его приложения: диссертация на соискание уч. ст. к. ф.-м.н. – 1996. – 275 с.
4. Бронштейн, И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов. / И. Н. Бронштейн, К. А. Семеняев. // М.: Наука. – 1980, 976 с.
5. F. T. Ulaby, K. Sarabandi, K. McDonald, M. Whitt, M. Craig Dobson. *Michigan Microwave Canopy Scattering model (MIMICS)* / The University of Michigan, 1990. – 246 с.

COMPUTER FACET MODELLING OF WAVE SCATTERING ON A FOREST CANOPY

O. P. Nikitin, A.A. Shulyat'ev Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletovs
olnikitin@mail.ru

The computer facet scattering model of centimeter- and millimeter-band microwave on a forest canopy has been presented. The validity of the model has been verified by comparing the modeling results with the experimental data taken from the earlier publications.



ПРЕДВЕСТНИК ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИГНАЛИЗАТОРА ЗНАЧИМЫХ ОТЛИЧИЙ И СИГНАЛИЗАТОРА ИЗМЕНЕНИЯ ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ

Лукьянов В.Е.
 Владимирский государственный университет
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, ghostly_slayer@mail.ru

Каждый год на земном шаре происходят несколько сотен тысяч землетрясений, и около ста из них – разрушительные, несущие гибель людям и целым городам. Следя за изменением различных свойств Земли, сейсмологи надеются установить корреляцию между этими изменениями и возникновением землетрясений. Те характеристики Земли, значения которых регулярно изменяются перед землетрясениями, называют предвестниками, а сами отклонения от нормальных значений – аномалиями [1]. Современные предвестники землетрясений построены на основании сопоставления опыта моделирования и результатов наблюдений.

На рисунке 1 представлен сигнализатор значимых отличий (СЗО).

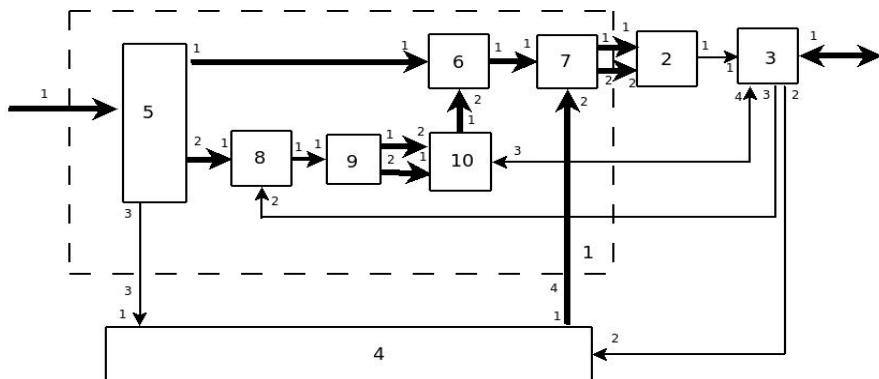


Рисунок 1 – Сигнализатор знаковых отличий по п.2 формулы полезной модели RU 133642 с блоком измерения, предварительной обработки и формирования матриц наблюдений 1 по п.3 формулы полезной модели RU 133642 [2]

Пусть при построении предвестника в каждый дискретный момент времени t на выходе некоторой конструкции или алгоритма формируется некоторая (без ограничения общности) положительная величина $h^+(t)$, которая строится на основе (в общем случае) наблюдений за многомерным временным рядом (МВР) физических величин. Тогда по ретроспективе временного ряда $h^+(t)$ (вплоть до момента анализа) может быть оценена текущая квантиль, порядок которой задан и равен q . Оценки квантиль задают некоторую шкалу $h_{q_1}^+, h_{q_2}^+, \dots, h_{q_N}^+$, с которой и сравнивается текущая величина $h^+(t)$. Будем прогнозировать землетрясение в случае, если значение $h^+(t_0) > h_q$, где h_q – квантиль порядка q для выборки значений $h^+(t)$ при $t - T_{\text{кв}} < t < t_0$.

На рисунке 2 приведены результаты использования СЗО для обработки всех составляющих МВР. Как показало сравнение [2], использование в СЗО некоррелированных компонент (главных компонент) позволяет по крайней мере вдвое увеличить значение критерия $h_{\text{max}}^2(t)$, то есть значительно повысить качество сигнализации.

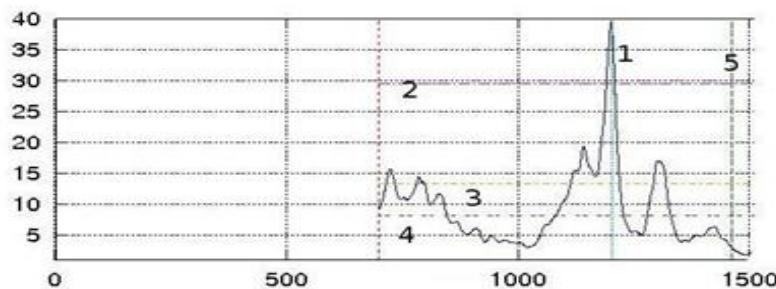


Рисунок 2 – Использование конструкции СЗО для построения предвестника землетрясений по МВР. Временной дискрет 1800 секунд. Критерий дискриминации - Фишера; 1 — максимум ДК; 5 — момент землетрясения; 2, 3, 4 — квантиль порядка 0.99; 0.75; 0.5, соответственно.

СЗО дает задержку с момента начала обработки. При построении краткосрочных предвестников вопрос задержки обработки может быть в достаточной мере критичным.

Поэтому становится актуальным поиск таких $h^+(t)$, которые обеспечивали бы минимальную задержку. В то же самое время, отказываться от использования главных компонент нецелесообразно. В связи с этим были предприняты поиски простых статистик (без задержки) обеспечивающих оперативность и в то же время достаточно эффективных. Как показали исследования, достаточной эффективностью обладает среднее геометрическое (или произведение) модулей главных компонент, построенных на основе оценок ковариационной матрицы компонент МВР [2].

На рис.3 представлена конструкция сигнализатора изменений главных компонент (СИГК), который использует в своей работе комбинацию айгеноскопии [3] с методом произведений абсолютных значений главных компонент. Эта конструкция положена в основу полезной модели, которая в настоящий момент находится в стадии регистрации в ФИПС РФ.

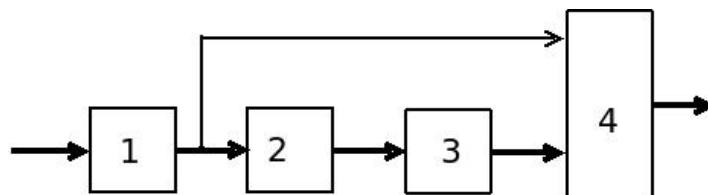


Рисунок 3 – Сигнализатор изменений главных компонент (СИГК): 1 - блок масштабирования и АЦП, 2 - блок вычислителя ковариационной матрицы, 3 - блок вычисления собственных векторов, 4 - блок вычислителя скалярных произведений и перемножения.

Проиллюстрируем работу СИГК на примере временного ряда (ВР) одной из компонент геомагнитного поля пограничного слоя атмосферы на станции Какиока (время дискретизации 1 час) [37]. При работе СИГК использовался интервал анализа $T = 24$. Ковариационная матрица рассчитывалась по отрезку ВР, имеющему длительность 500-1000 дискретов, предшествующему каждому текущему моменту времени (то есть обновление $K_{T \times T}$ осуществлялось для каждого текущего момента времени). Для каждого текущего момента времени вычислялся набор СВ, который далее использовался для вычисления коэффициентов разложения по формуле

(1) и, далее, для вычисления произведения. Таким образом, общая задержка при формировании значения произведения была существенно меньше длительности одного дискрета (1 час) и составляла величину меньшую 30 секунд.

На рисунке 4 на верхнем графике — ОВР составляющей H геомагнитного поля Земли на станции Какиока в период до и после землетрясения (по оси абсцисс — дискретное время в часах, по оси ординат — напряженность $S(t)$ в нТл). На втором сверху графике — коэффициенты разложения по собственным векторам ковариационной матрицы (по оси абсцисс — время в часах, по оси ординат — коэффициенты разложения, размерность ковариационной матрицы $T = 24h$, использовались все СВ, исключая первый, который несет информацию о «медленных» изменениях). На третьем рисунке сверху — произведение проекций на собственные векторы (по оси абсцисс — время в часах, по оси ординат отмасштабированное произведение, вертикальной линией с надписью «землетрясение» отмечен момент землетрясения). На нижнем рисунке — отношение произведения проекций на собственные векторы к квантили $Q_{0.99}$ в децибелах (по оси абсцисс — время в часах, по оси ординат — отношение в дБ, показана та часть графика, для которой отношение больше 0 дБ).

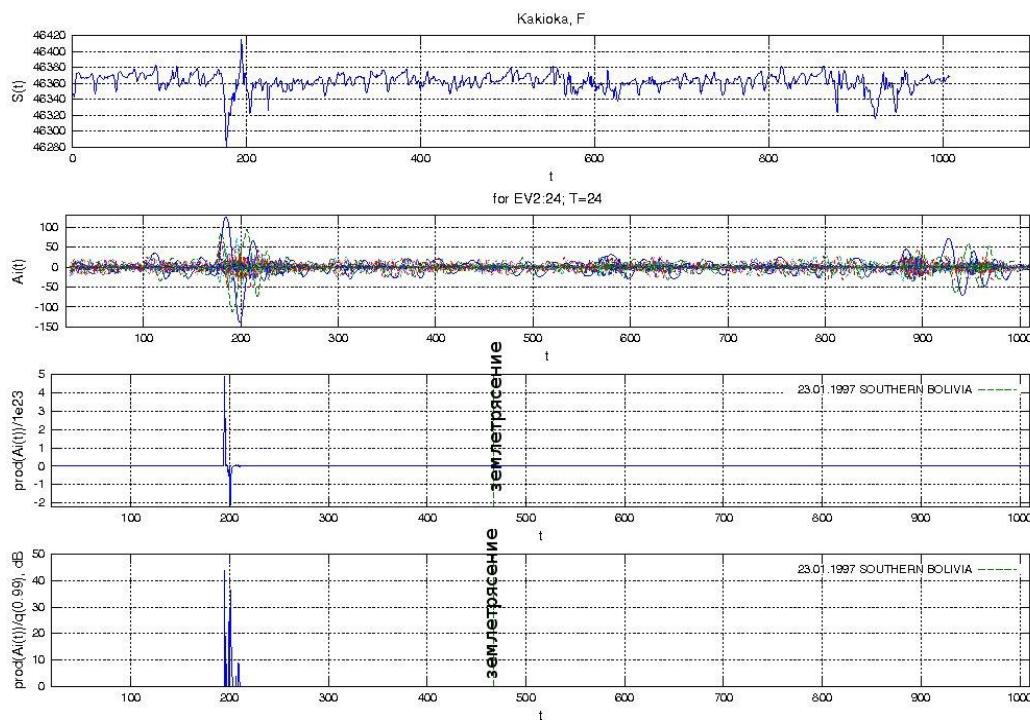


Рисунок 4 – Выявление с использованием СИГК реперной точки, предшествующей землетрясению в южной Боливии.

Вывод: использование сигнализатора значимых отличий для обработки МВР позволяет вдвое увеличить значение критерия $h^+(t)$, что в свою очередь повышает качество сигнализации. Однако СЗО дает задержку с момента начала обработки, что критично при построении краткосрочных прогнозов. Поэтому представлена конструкция сигнализатора главных компонент, которая использует в своей работе произведение главных компонент, благодаря чему происходит сокращение времени обработки. Из этого следует, что для построения долгосрочных прогнозов с более высоким качеством сигнализации целесообразно использовать сигнализатор значимых отличий; при построении краткосрочных прогнозов – сигнализатор изменения главных компонент.

Библиографический список

- Гир Дж., Шах Х. Зыбкая твердь. М., Мир, 1988. 220 с.
- Исакевич В.В., Исакевич Д.В. Сигнализатор значимых отличий. Полезная модель RU 133642, 2013. Правообладатели ООО «БизнесСофтСервис», Исакевич Д.В., Исакевич В.В., Балакирев А.Н. <http://poleznayamodel.ru/model/13/133642.html>
- Грунская Л.В., Исакевич Д.В., Исакевич В.В. Анализатор собственных векторов и компонент сигнала. Полезная модель RU 116242, 2011. Правообладатели ООО «БизнесСофтСервис», Исакевич Д.В., Исакевич В.В. <http://bankpatentov.ru/node/207042>
- Кейлис-Борок В.И. Повторный сильный толчок землетрясений: прогноз возможен. Наука в России. 1992. №1. С.60-63.

A PRECURSOR OF EARTHQUAKES USING SIGNALLING SIGNALLING SIGNIFICANT DIFFERENCES AND CHANGES IN THE PRINCIPAL COMPONENT

Lukyanov V.E.

Vladimir State University

ghostly_slayer@mail.ru

Following the change of various properties of the Earth, seismologists hope to establish a correlation between these changes and the occurrence of earthquakes. Those characteristics of the Earth, whose values are changed regularly before earthquakes, called forerunners, and themselves deviations from normal values - anomalies. use of the sensors significant differences for processing MBP doubles the value of the criterion, which in turn improves the quality of the alarm. However, NWB gives delay from the start of treatment, which is critical in building short-term forecasts. Therefore, the indicator shows the structure of the main components that are used in the work product of the principal component, thereby reducing processing time occurs. From this it follows that the construction of long-range forecasts with higher quality alarm annunciator is advisable to use significant differences; the construction of short-term forecasts - signaling changes in the principal component.



О ВОЗМОЖНОСТИ МОНИТОРИНГА МИКРОСЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ПОЛИГОНЕ

Малышева Д.А.¹, Дорожков В.В.¹, Конешов В.Н.²

1 - Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, 2- Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН
dmalysheva.npa@gmail.com dorozhkov@vlsu.ru slavakoneshov@hotmail.com

Микросейсмы были открыты в 1875 году итальянским астрономом Ф. Бертелли. Микросейсмы представляют собой малые фоновые колебания твердой поверхности Земли и являются суперпозицией, вообще говоря, несвязанных между собой колебательных процессов от различных, как по положению, так и по природе, сейсмических источников. Микросейсмические волны всегда присутствуют на поверхности Земли в каждой ее точке. В колебательном процессе участвуют как верхние, так и более глубокие части земной коры, а также верхняя мантия. Благодаря этому микросейсмы предоставляет исследователям возможность исследования земных недр до больших глубин и выявления особенностей геологических структур широкого диапазона масштабов.

Тектонические движения земной коры сопровождаются спонтанными изменениями конфигурации поля напряжений и рождением упругих волн. Повышенная сейсмичность свойственна ослабленным зонам и зонам с повышенным градиентом поля напряжений, пониженная - монолитным (стабильным) областям пространства. Информация о местоположении микросейсмических событий обеспечивает оконтуривание активных зон и позволяет получить геометрию сети активных разломов. Техногенные изменения литологического и гидростатического давления в пространстве выработки углеводородов активизируют геодинамические процессы. Нагнетание газа или воды в пласт стимулируют возрастание порового давления жидкости во фронте и вызывают микросейсмичность. Изменение местоположения и механизма этих событий во времени и пространстве дает объемную картину движения фронта жидкости в породах в реальном времени. Фактор времени играет существенную роль в изменении физических свойств пластов. На основе информации о распределении этих зон могут быть лучше поняты проблемы уплотнения залежи и распределения, дренирующих ее, каналов фильтрации.

В последнее время все большее внимание уделяется проблеме использования микросейсмического шума Земли для изучения строения глубинных геологических структур. Привлекательность использования микросейсмического поля Земли в данном качестве диктуется, по крайней мере, двумя существенными обстоятельствами. Во-первых, микросейсмический фон присутствует в каждой точке поверхности планеты и представлен в широкой полосе частот, что позволяет проводить исследования широкого диапазона глубин в любой интересующей точке твердой поверхности. Во-вторых, полевые измерения требуют существенно меньших затрат ресурсов по сравнению с традиционными методами сейсморазведки.

Большое количество исследований посвящено разработке методов оценки свойств верхней части земной коры на основе анализа свойств микросейсмического шума в частотном диапазоне от сотых долей Гц до десятков Гц. При исследованиях в более низкочастотном диапазоне от долей миллигерц возможно получение данных о строении более глубоких и крупномасштабных структур. Выявленные ранее факты устойчивого влияния глубинных и поверхностных неоднородностей среды на пространственное распределение некоторых параметров микросейсмического фона позволяют использовать его для изучения свойств геологической среды.

С самого начала XX века ученых привлекало как исследование свойств геологической среды с использованием микросейсм такое как, например, изучение локальных свойств грунтов для инженерных целей,

так и рассмотрение самого микросейсмического шума в качестве объекта исследования [1]. Основными вопросами второго направления являются природа и свойства микросейсм и их источников.

В 1903 году относительно природы микросейсм Е. Вихертом была предложена теория, согласно которой возникновение микросейсмического фона объяснялось воздействием морских волн на береговую зону. Однако более поздние работы, показали, что основным механизмом образования микросейсм является передача через поверхность акваторий, а также через относительно ровные области суши, лишенные особенностей рельефа, возмущений воздушных масс в атмосфере. Далее эти возмущения распространяются по твердой земле в виде сейсмических волн различных типов. Слабое затухание поверхностных волн по сравнению с объемными приводит к тому, что в дальней зоне преобладают волны поверхностного типа. Как показывают измерения, микросейсмический фон преимущественно представлен поверхностными волнами Рэлея и Лява. Дальнейшие исследования с использованием более совершенной приборной базы позволили ответить на ряд вопросов, касающихся механизмов излучения и особенностей процесса распространения микросейсмических волн [2,3]. Эти исследования позволили объяснить многие наблюдаемые эффекты в природе микросейсм и построить модель данного явления, на которую опираются более поздние исследования.

Результаты исследований свойств микросейсмического поля показали, что микросейсмические колебания проявляются в широком частотном и динамическом диапазонах. Частоты варьируются от сотых долей Гц до нескольких кГц, а амплитуды колебаний точек среды от долей нанометра до нескольких микрон [3]. Основная энергия микросейсмического шума сконцентрирована в диапазоне частот 0.05-0.25 Гц (соответствующие периоды 44-20 сек.). Энергетический спектр микросейсм, характерный для наблюдений на суше, имеет два максимума: первый в диапазоне частот 0.054-0.080 Гц (периоды 124-20 сек.), второй – 0.01-0.25 Гц (44-10 сек.).

Существует двойственность в подходе к рассмотрению микросейсмического поля. Во-первых, микросейсмы представляют собой сумму сейсмических волн разных типов, распространяющихся короткими цугами продолжительностью порядка десяти периодов, основные механизмы распространения которых являются хорошо изученными, и для их описания существуют достаточно точные модели. Во-вторых, микросейсмы, являясь суперпозицией волн различной природы и разных типов от множества источников, свойства которых неизвестны (а также неизвестен волновой состав), в каждой отдельно рассматриваемой точке наблюдения представляют собой случайный процесс. Эту двойственность подходов в рассмотрении микросейсм отражает возможность формального разделения подходов к использованию микросейсмического поля как зондирующего сигнала.

На территории научного экспериментального полигона кафедры общей и прикладной физики Владимирского государственного университета (ВлГУ) создана сейсмическая станция «Владимир», отличающаяся малым уровнем техногенных сейсмических шумов и техногенных воздействий [4]. С 2008 года здесь работают автоматические сейсмические станции различных типов, осуществляющие регистрацию сейсмических событий в непрерывном обсерваторском режиме.

Создание автоматизированной сейсмостанции «Владимир» явилось необходимым условием проекта, направленного на построение первого в России адаптированного в международную сеть высокоточного гравиметрического пункта 1 класса с низким уровнем сейсмических шумов по оценке неприливных изменений силы тяжести и сравнения конструкций баллистических гравиметров, расположенного в Центральном регионе Российской Федерации.

Для оценки уровня микросейсмических помех в точке расположения сейсмогравиметрической обсерватории проводилась непрерывная регистрация, а затем обработка и анализ полученных данных. Следует отметить, что микросейсмический шум имеет различные и весьма значительные суточные, сезонные, погодные и непрогнозируемые техногенные вариации. Поэтому достаточно информативные результаты измерения шумов возможно получить лишь на основе долгосрочных наблюдений.

Для анализа реализаций микросейсмического шума использовалась, в том числе, спектральная обработка. Оценка спектра энергии полезна для многочисленных приложений, включая выделение сигналов, скрытых в широкополосном шуме.

Простейшим методом расчета спектральной плотности энергии является метод периодограмм, относящихся к непараметрическим методам, т.е. к методам, в которых спектральная плотность оценивается непосредственно по сигналу. Он реализуется как квадрат результата дискретного преобразования Фурье для выборки процесса (обычно осуществляется на сетке с помощью быстрого преобразования Фурье (БПФ)). Однако недостатком этого метода является то, что периодограмма дает большие вариации исследуемой величины, причем они не уменьшаются при увеличении исследуемой выборки, т.е. при увеличении N в БПФ, периодограмма не становится более гладкой. Уменьшить вариации результата можно путем разбиения исследуемой выборки сигнала на отдельные интервалы с последующим их усреднением, а также с помощью применения различных окон к разбиваемым интервалам. Эти операции реализуются в методах модифицированных периодограмм, например, в методе Велча, применяемом в настоящей работе.

Для расчета спектральной плотности энергии в настоящей работе применялся метод Велча со следующими входными параметрами. Весь сигнал разбивался на интервалы длиной 2048 точек, с пересечением в 1024 точек, т.е. на 50%. Каждый интервал сглаживался окном Ханнинга длиной 2048 точек. Преобразование Фурье вычислялось для этих интервалов. Предварительно сигнал дифференцировался. После этого из спектра удалялась характеристика прибора.

Впервые такой подход к анализу микросейсмического шума был применен Петерсоном [5]. Поскольку, в отличие от обычного спектрального анализа, здесь результат не зависит от размеров выбранного участка записи. Этот подход удобен для сравнения различных мест регистрации между собой и даже с местами размещения всемирно известных сейсмостанций.

На рисунке 1 показаны участки фоновых, помеховых сигналов и результаты расчета и спектральной обработки сейсмического шума по реализациям автоматических сейсмостанций «UGRA» в точке измерений на экспериментальном полигоне.

На рисунках приведены слева фрагменты трехкомпонентных записей, протяженностью 40 мин, а справа спектры мощности для этих записей. Также показаны линии высокого микросейсмического шума и низкого микросейсмического шума по данным Петерсона, полученным на основе анализа записей сейсмостанций по всему земному шару.

Участок реализации на рисунке 1-а был выбран для временного интервала с неблагоприятной метеообстановкой и близким искусственным техногенным воздействием, что вызывает относительно уровень высокий уровень шума в области малых периодов колебаний. В приведенном на рисунке 1-б участке реализации – достаточно низкий уровень микросейсмического шума.

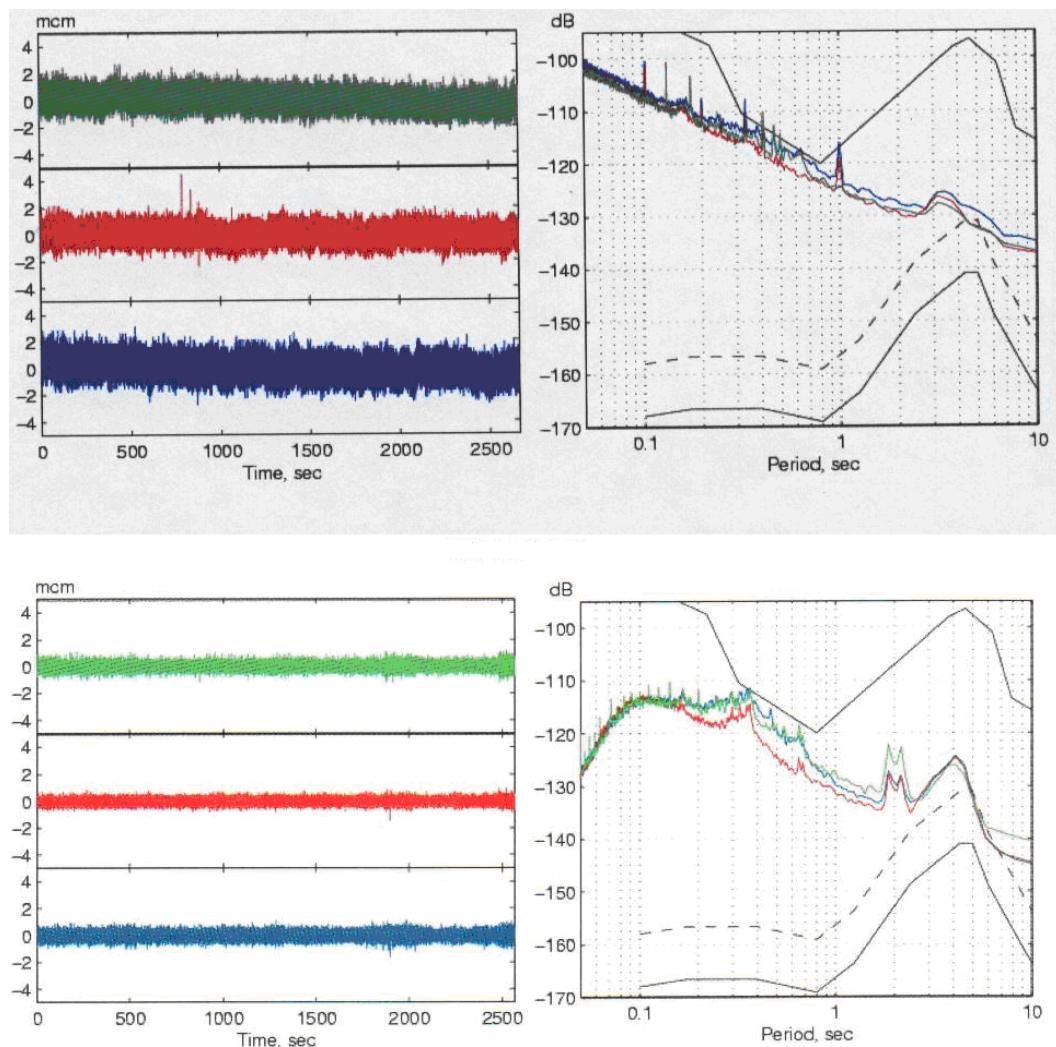


Рисунок 1. Примеры расчета спектральных характеристик микросейсмического шума по результатам регистраций автоматическими сейсмостанциями на экспериментальном полигоне

Результаты проведенных измерений, оценка помеховой обстановки в точке измерений позволяют сделать вывод о том, что расположение сейсмогравиметрической обсерватории на научном экспериментальном полигоне кафедры общей и прикладной физики ВлГУ с точки зрения уровня сейсмических шумов соответствует наивыгодному уровню относительно средних минимальных значений шумов на сейсмических станциях России. Экспериментальный полигон расположен в весьма спокойном месте, которое позволяет регистрировать как далекие, так и близкие сейсмические события, в том числе техногенные события малой мощности.

Экспериментально доказана корреляция давления с временными реализациями микросейсм, что является новым направлением в области микросейсмики. (рис.2)

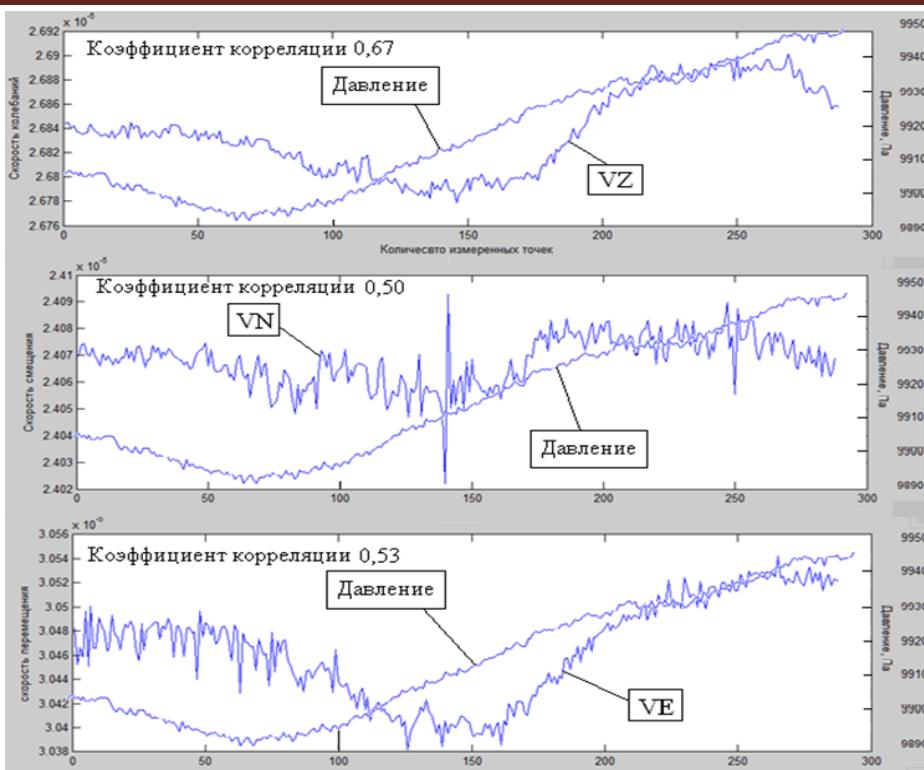


Рисунок 2. Корреляция между атмосферным давлением и микросейсмическими составляющими VZ, VN и VE.

Получив временные реализации за сутки и усреднив их, мы получили коэффициент корреляции, который получается между вариацией давления и составляющими VZ, VN, VE. Коэффициент корреляции с вертикальной компонентой составляет 0,67. Это говорит о средней взаимосвязи данных величин. Однако, мы посчитали корреляцию с горизонтальными компонентами и получили примерно одинаковый коэффициент: с VN коэффициент 0,50, с VE коэффициент 0,53. Это говорит о том, что горизонтальные составляющие также коррелируют с давлением. По каким причинам это происходит, нам предстоит выяснить.

Таким образом, экспериментальный научный полигон, находясь в сейсмически тихом месте, дает широкие возможности для исследования микросейсмической активности. Преимуществом также является наблюдение работы автоматической цифровой сейсмостанции в реальном времени с удаленным доступом. С 2013 г. ведется непрерывная всесезонная трансляция результатов сейсморегистраций через интернет на сервер Геофизической службы РАН РФ.

Работа осуществляется при поддержке гранта РФФИ № 13-05-97527.

Библиографический список

1. Голицин Б.Б. Лекции по сейсмометрии. // СПб.: Типография Императорской АН, 1912, 654 с.
2. Винник Л.П., Денисов А.С., Коньков Г.Д. Структура микросейсм в области частот около 1 Гц. Результаты наблюдений. // Физика Земли, 1967, №8, С. 21-28.
3. Винник Л.П., Пручкина Н.М.. Исследование структуры короткопериодных микросейсм. // Изв. АН СССР, серия Геофизика, 1964, №5, С. 688-701.
4. Дорожков В.В., Фуров Л.В., Абрамов Д.В., А.А. Ухина. О комплексных исследованиях на сейсмической станции «Владимир» // Перспективные технологии в средствах передачи информации: Материалы 9-й международной научно-технической конференции. – Владимир, 2011. – С. 133-137. – ISBN 978-5-905527-02-9.
5. Peterson J. Observations and modeling of background seismic noise. Open File Report , U.S. Geological Survey, Albuquerque, NM, 1993. – С. 93-322.

ABOUT POSSIBILITY MONITORING OF THE MICROSEISMIC ACTIVITY ON THE EXPERIMENTAL POLYGON

D.A. Malyshova, V.V. Dorozhkov, V.N. Koneshov

This paper deals with the study of micro-field, its properties and assess the impact that industrial noise is most effectively carry out research in a seismically quiet place where anthropogenic influence is minimal. That place is a research test site VSU. And for the evaluation of interference we use spectral analysis and cameral processing. Also we show the correlation between the pressure and the recording time microseismic components on three directions.

◆

**ОЦЕНКА ВЫСОКОИМПЕДАНСНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ВЛИЯНИЯ ЛИНИЙ
ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Шмелёв В.Е., Андрианов Д.П.

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича
Столетовых, shmelev@vlsu.ru, andrianov@vlsu.ru

Линии систем электроснабжения являются протяжёнными по территории, что в свою очередь влияет на экологию (электромагнитную обстановку в окружающей среде). Актуальность развития методов оценки электромагнитной обстановки обусловлена введением в эксплуатацию новых и реконструкцией существующих объектов систем электроснабжения [1]. Электромагнитные поля вокруг таких объектов подразделяются на высоко- и низкоимпедансные [2]. На промышленной частоте наибольший вред биологическим объектам наносят высокомощные поля [3], которые по своим свойствам близки к электростатическим.

Любая воздушная линия (ВЛ) или коридор линий представляет собой многопроводную систему, причём условно можно считать, что проводники в ней расположены в пространстве условно параллельно, и их длина во много раз превышает размеры поперечного сечения системы [4]. У воздушных линий геометрию поперечного сечения определяют высоты подвеса проводников на опорах, горизонтальные координаты точек подвеса, стрелы провисания проводов и их диаметры [5].

Коридор ВЛ будем математически моделировать как многопроводную систему, состоящую из $n+1$ проводников, причём n из них подвешено на опорах, а последний проводник – земля, которую будем считать общим проводником всего коридора. В число n входят фазные провода и грозозащитные тросы. Для описания текущего электрического состояния многопроводной системы в некотором контрольном сечении достаточно знать n напряжений и n токов. Здесь все напряжения будем отсчитывать относительно земли.

Расчёт распределения поперечного электрического поля в окрестности коридора ВЛ с высокой степенью точности может быть проведён методом изображений в электростатике [6], пренебрегая смещением электрических осей проводов относительно геометрических осей, т.к. расстояния между проводами и их высоты над землёй с учётом провисания во много раз больше их радиусов. Кроме того, поверхность земли с высокой точностью можно считать эквипотенциальной.

Пусть над плоской поверхностью земли подвешено n проводов. Обозначим x_i, y_i, r_i – горизонтальная, вертикальная координаты и радиус i -го провода, φ_i, τ_i – комплексные потенциал и линейная плотность заряда i -го провода, x, y – горизонтальная и вертикальная координаты точки наблюдения. Тогда скалярный электрический потенциал точки наблюдения может быть рассчитан по формуле

$$\varphi(x, y) = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \cdot \sum_{i=1}^n \tau_i \cdot \ln \left(\frac{\sqrt{(x-x_i)^2 + (y+y_i)^2}}{\sqrt{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2}} \right) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \sum_{i=1}^n \tau_i \cdot \ln \left(\frac{(x-x_i)^2 + (y+y_i)^2}{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2} \right).$$

Горизонтальная и вертикальная компоненты вектора напряжённости электрического поля определяются по формулам

$$E_x(x, y) = -\frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \cdot \sum_{i=1}^n \tau_i \cdot (x-x_i) \cdot \left(\frac{1}{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2} - \frac{1}{(x-x_i)^2 + (y+y_i)^2} \right),$$

$$E_y(x, y) = -\frac{\partial \varphi}{\partial y} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \cdot \sum_{i=1}^n \tau_i \cdot \left(\frac{(y-y_i)}{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2} - \frac{(y+y_i)}{(x-x_i)^2 + (y+y_i)^2} \right).$$

Как правило, линейные плотности зарядов проводов неизвестны, а потенциалы проводов либо известны, либо могут быть определены по многопролётной трёхфазной схеме замещения, учитывающей поперечные и продольные электрические параметры многопроводной системы. Заряды через потенциалы выражаются с помощью потенциальных и ёмкостных коэффициентов, которые рассчитываются по формулам

$$\alpha_{ii} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \cdot \ln \left(\frac{2y_i}{r_i} \right), \quad \alpha_{ij} = \alpha_{ji} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \cdot \ln \left(\frac{\sqrt{(x_i-x_j)^2 + (y_i+y_j)^2}}{\sqrt{(x_i-x_j)^2 + (y_i-y_j)^2}} \right),$$

Всегда положительные потенциальные коэффициенты системы проводов ВЛ или коридора линий образуют симметричную матрицу $[\alpha]$. Матрица ёмкостных коэффициентов $[\beta]$ на единицу длины линии или коридора вычисляется по формуле [6,7,8]

$$[\beta] = [\alpha]^{-1}.$$

Диагональные элементы матрицы $[\beta]$ всегда положительны, а внедиагональные элементы – всегда отрицательны. Столбец линейных плотностей зарядов проводов определяется умножением матрицы $[\beta]$ на столбец потенциалов проводов.

В реальных условиях распределения потенциалов проводов относительно земли отличаются от потенциалов соответствующих зажимов источников, питающих линии. В работе [9] кратко показана технология расчёта этих распределений потенциалов с применением методов теории электромагнитного поля и теории электрических цепей. В каждом контрольном сечении коридора линий система комплексных потенциалов фазных проводов не является симметричной из-за несимметрии продольных и поперечных параметров электромагнитных связей между проводами. На рис.1 показано рассчитанное по представленной модели распределение модуля напряжённости электрического поля под коридором двух ВЛ от подстанции «Владимирская» до подстанции «Стекловолокно» Волго-Окского ПМЭС. Моделировался режим холостого хода двух линий, каждая из которых в начале запитана симметричным трёхфазным напряжением 230 кВ. Контрольное сечение находится вблизи начала коридора.

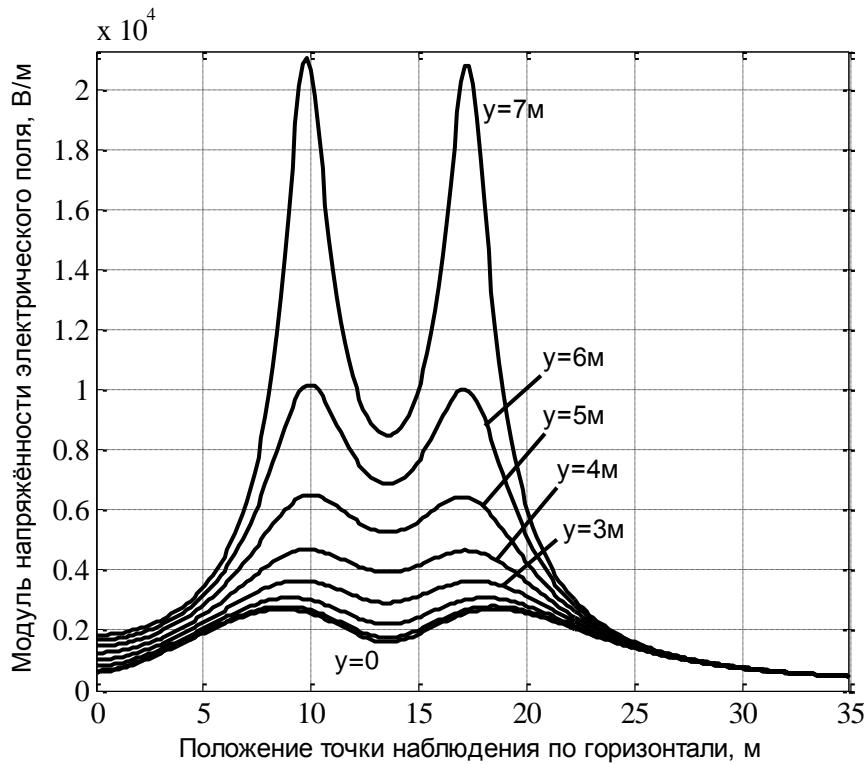


Рис.1. Распределение модуля напряжённости электрического поля под коридором линий

Результат расчёта показал, что на высоте до 2 метров от уровня земли напряжённость электрического поля не превышает предельно допустимой величины по [3] и допускает неограниченно длительное время нахождения биологических объектов в этой зоне.

Библиографический список

1. Довбыш В.Н., Маслов М.Ю., Сподобаев Ю.М. Электромагнитная безопасность элементов энергетических систем: Монография / В.Н. Довбыш, М.Ю. Маслов, Ю.М. Сподобаев. – Самара: ООО «ИПК «Содружество», 2009. – 198 с.
2. Дьяков А.Ф. и др. Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике. Учебник для вузов. – М.: Изд-во МЭИ, 2009. – 550 с.
3. Электромагнитные поля в производственных условиях. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.2.4.1191-03.
4. Лосев С.Б., Чернин А.Б. Вычисление электрических величин в несимметричных режимах электрических систем. – М.: Энергоатомиздат, 1983. - 528 с.
5. Магидин Ф.А., Берковский А.Г. Устройство и монтаж воздушных линий электропередачи. – М.: Высш. шк., 1975. – 256 с.
6. Говорков В.А. Электрические и магнитные поля. – М.: Энергия, 1968. – 488 с.
7. Теоретические основы электротехники. Том 2. Нелинейные цепи и основы теории электромагнитного поля. Под ред. П.А.Ионкина. – М: Высш. шк., 1976. – 383 с.
8. Шмелёв В.Е., Сбитнев С.А. Теоретические основы электротехники. Теория электромагнитного поля: Учеб. пособие/ Владим. гос. ун-т. – Владимир, 2003. – 88 с.
9. Шмелёв В.Е. Моделирование продольных и поперечных электрических параметров многопроводных линий с помощью уравнений электромагнитного поля. – Проектирование и технология электронных средств, №4, 2013. – с. 27-32.

SCORE HIGH IMPEDANCE ELECTROMAGNETIC EFFECTS OF POWER LINES ON THE ENVIRONMENT

Shmelev V.E., Andrianov D.P.

Vladimir State University, shmelev@vlsu.ru, andrianov@vlsu.ru

An analytical model of the calculation of the distribution high impedance electromagnetic field near the corridor of power lines. The results of modeling have shown that at the height of 2 meters from ground level, the electric field does not exceed the maximum permissible value for the sanitary-epidemiological standards and allows unlimited longest time the biological objects in this zone.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ЛЕСОПОЖАРНЫМ РИСКОМ

Жигалов И.Е., Озерова М.И.

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), ozarovam@rambler.ru

Последнее время в большинстве стран, основные усилия были направлены, в основном на ликвидацию последствий опасных природных явлений, в т.ч. природных пожаров. Несмотря на научно технический прогресс, вопрос прогнозирования стихийных бедствий является острым и не решенным в полной мере. В качестве приоритетной сегодня является именно задача прогнозирования и предупреждения природных катастроф. Первое место в этой стратегии занимает проблема оценки и управления природными рисками. Рассматриваемая проблема включает ряд фундаментальных научных задач, таких как: *прогноз опасных природных процессов и явлений, моделирование механизма их развития, разработка методов управления рисками* [1].

Основное направление в современной стратегии борьбы с природными угрозами - это задачи по разработке новых научных методов и технологий по оценке риска природного пожара. Анализ причин и последствий стихийных бедствий и природных пожаров. Формирование новых критериев оценки риска возникновения пожара. Решение данных задач позволит решить комплекс важных проблем стабильного развития общества, а именно: разрабатывать нормативные документы и законодательные акты по регулированию хозяйственного использования территорий, вести целенаправленное инвестирование мероприятий по снижению угроз от опасных природных явлений, планировать создание системы предупреждения и реагирования на природные опасности (мониторинг, силы мобильного реагирования) [2].

В соответствии с определением риска, как чрезвычайной ситуации (ЧС), лесопожарным риску будем называть меру опасности, характеризующую возможность возникновения лесного пожара на определенной территории, покрытой лесной растительностью, и тяжесть последствий этого пожара (экономические, экологические, социальные и т.п.) [3].

Таким образом, необходимо разработать систему по оценке риска возникновения природного пожара, учитывающей как можно больше факторов, в том числе социальный фактор, индустриальный характер территории, наличие опасных промышленных предприятий, анализа причин возникновения прошлых сильных природных пожаров.

Для реализации предлагается модуль принятия решения по прогнозированию риска пожара. Данный модуль позволит повысить эффективность и качество управленческих решений по предотвращению и устранению кризисных и чрезвычайных ситуаций. На его основе можно выполнить оперативный анализ факторов влияющих на возникновение ЧС и смоделировать, спрогнозировать сценарии развития ситуации в динамике и вырабатывать эффективные решения.

Для решения непосредственно задачи прогнозирования необходимо было сформировать оценочные критерии и определить математическую модель.

Для формирования оценочных критериев возникновения пожара были рассмотрены существующие ИС мониторинга: ИСДМ Рослесхоз, SFMS (ScanEx Fire Monitoring Service) и система FIRMS разработанная в Университете штата Мэриленд и поддерживаемая Национальным агентством США по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA). На основании проведенного анализа были сформулированы 4 основных фактора влияющих на риск возникновения пожара: антропогенный Р(А), по метеоусловиям Р(С), по характеристике лесонасаждений Р(Л) и риск торфяного пожара Р(Т) и выделены переменные, влияющие на каждый фактор. Риск торфяного пожара был рассмотрен, как природный и наиболее труднопрогнозируемый.

На основании проведенного анализа были сформулированы 4 основных фактора, влияющих на риск возникновения пожара: антропогенный, по метеоусловиям, по характеристике лесонасаждений и риск торфяного пожара, и выделены переменные, влияющие на каждый фактор [4]. Риск торфяного пожара был рассмотрен как природный и наиболее трудно прогнозируемый. Построены математические модели представления факторов риска природного пожара.

Риск от изменения среднесуточной температуры $P(C) = \frac{k_v \times T \times (T-t) m}{100}$. Риск от антропогенной нагрузки $P(A) = \frac{\sum_{i=1}^i S_i}{S_{общ}} \times \left(1 + \frac{N_n \times K_n}{max P_n}\right)$. Риск от торфяного пожара $P(T) = \frac{\omega_T \times \frac{\sum^m t_m}{m}}{100} \tau$. Риск зависимости от типа лесопосадки $P(L) = K_l \times \frac{S_i}{S_T} \times \delta_\omega \times K_{gr}$. Риск возникновения природного пожара $P = P(A) \times P(T) \times P(C) \times P(L)$. И соответственно: $P = \frac{k_v \times T \times (T-t) m}{100} \times \frac{\omega_T \times \frac{\sum^m t_m}{m}}{100} \times \frac{\sum_{i=1}^i S_i}{S_T} \times \left(1 + \frac{N_n \times K_n}{max P_n}\right) \times \frac{\sum_{i=1}^i S_i}{S_{общ}} \times \left(1 + \frac{N_n \times K_n}{max P_n}\right) \times K_l \times \frac{S_i}{S_T} \times \delta_\omega$.

В приведенных выражениях: Т - температура воздуха, t - точка росы, kv – скорость ветра, m - количество выпавших осадков за предыдущие сутки, K1 показатель Мелехова (определяется по классу пожароопасности по шкале Мелехова), Smus – площадь засоренной территории, S - общая площадь участка, δ_ω – коэффициент, учитывающий водные преграды, Kgr - коэффициент грозовой активности в районе участка, τ – коэффициент типа залегания торфа, ω_T – индекс влажности торфа, $\frac{\sum^m t_m}{m}$ - средняя температура торфяника, Si - площадь i-го участка леса, Sc – площадь общей территории мониторинга, Nn - численность населения района мониторинга, Kнан - нормировочный коэффициент активности населения (Кнан $\approx 0,7$), Pn - плотность населения на территории мониторинга.

Для статистического исследования согласованности показателей пожарной опасности был применен корреляционно-регрессионный анализ, учитывающий межфакторные связи: прямое влияние фактора на вероятность риска возникновения пожара, влияние всех факторов на риск возникновения пожара. С использованием статистического пакета Statgraphics Plus были построены соответствующие регрессионные модели зависимости показателей пожарной опасности:

$$\begin{aligned} Y(A) &= 2,04 + 0,664X_8 \quad R^2=82,16\% \quad F=115\% \\ Y(C) &= -7,24073 + 0,287X_1 + 2,56115X_3 \quad R^2=65,007\% \quad F=22,29\% \\ Y(T) &= -0,199 + 0,3994X_6 + 0,0029X_{15} \quad R^2=99,81\% \quad F=66,24\% \\ Y(L) &= -0,0032 - 0,0244X_7 + 0,0187X_{12} \quad R^2=63\% \quad F=20,44\% \end{aligned}$$

Таким образом, все построенные регрессионные модели $Y(*)$ четырех показателей риска $P(*)$ являются адекватными по факторам X_i , соответствующим приведенным выше параметрам (X_1 - температура воздуха, X_2 – скорость ветра и т.д.), и достаточно точно учитывают зависимости между показателями пожарной безопасности.

Инфологическая структура модуля принятия решения по прогнозированию риска пожара представлена на рисунке 1. Процедура по оценке рисков включает выполнение ряда последовательных операций, а именно: идентификацию опасности, прогнозирование опасности, оценку уязвимости, оценку риска [4].

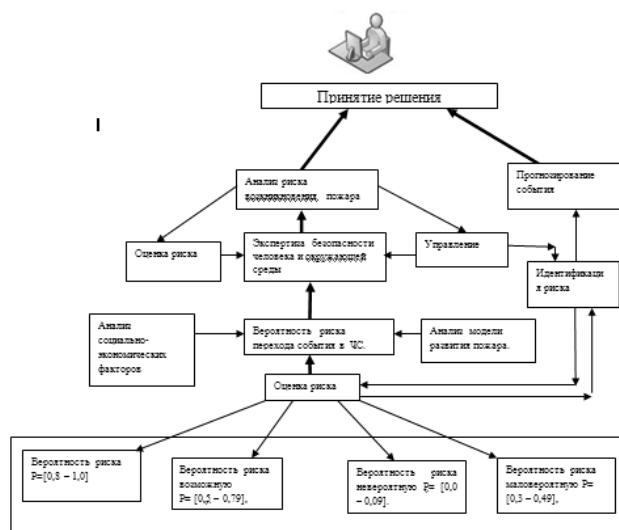


Рисунок 1- Инфологическая структура

При разработке модели вероятности возникновения риска природного пожара, была использована теория нечетких множеств и нечеткого логического вывода, позволяющих производить многофакторную оценку риска в условиях неопределенности. Условия определяющие возникновение лесного пожара многокритериальны. Переменные определяющие факторы риска, учтенные при построении нечетких систем, выбранных в целях определения сходимости результатов оценки риска.

Определены нечеткие множества, характеризующие входные и выходную переменные. Множества описываются характеристическими функциями, принимающими значения в интервале от нуля до единицы, определяющими степень предпочтения соответствующего фактора. Функции определялись, основываясь на статистические данные, в некоторых случаях на основе экспертной оценки. На основе разработанных правил произведено вычисление значений соответствующей “четкой” переменной. В среде Fuzzy Logic Toolbox MATLAB были проведены вычислительные эксперименты по построению поверхностей вероятности риска возникновения лесного пожара (рис. 2).

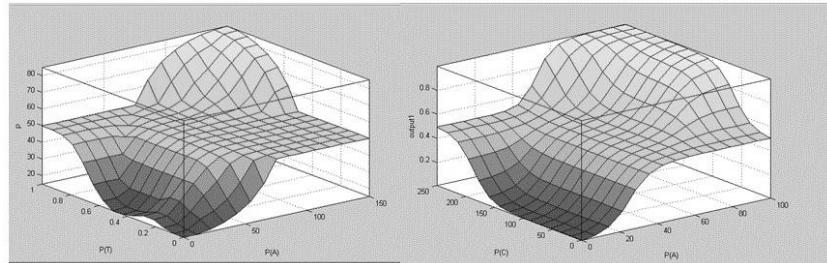


Рисунок 2- Поверхности вероятности риска возникновения лесного пожара

Реализация метода прогнозирования пожарной опасности представлена программным комплексом по прогнозированию и мониторингу пожарной опасности на участке по заготовки сырья на арендуемом лесном выделе деревообрабатывающего предприятия. Программный комплекс представляет собой web-ориентированную ГИС мониторинга природного пожара с применением GPS технологий.

На рисунке 3 представлена концептуальная схема, разработанная в соответствии с предложенным методом прогнозирования пожарной опасности. В ИС предприятия поступает информация от системы космического мониторинга лесных пожаров SFMS (ScanEx Fire Monitoring Service) и показания температурных датчиков, расположенных в торфяных болотах природного выдела (это могут быть датчики, установленные на территории природного выдела). Эта информация будет служить исходными данными для выработки прогноза риска возникновения природного пожара на контролируемой территории. Затем происходит обработка исходной информации, и после этого результаты прогнозирования в виде отчета направляются пользователю. В качестве каналов связи могут служить локальные вычислительные сети и каналы Всемирной сети Интернет. Логическая структура ИС представлена на рисунке 3. В качестве платформы для разработки системы были выбраны свободная реализация Java Platform, Standard Edition Open JDK и Java Platform, Enterprise Edition (Java EE). Для создания веб-сайта использованы технологии Java Servlet, JavaServer Pages, мобильные MIDlet приложения на платформе Java Platform Micro Edition. Для хранения данных в системе использована реляционная система управления базами данных MySQL.

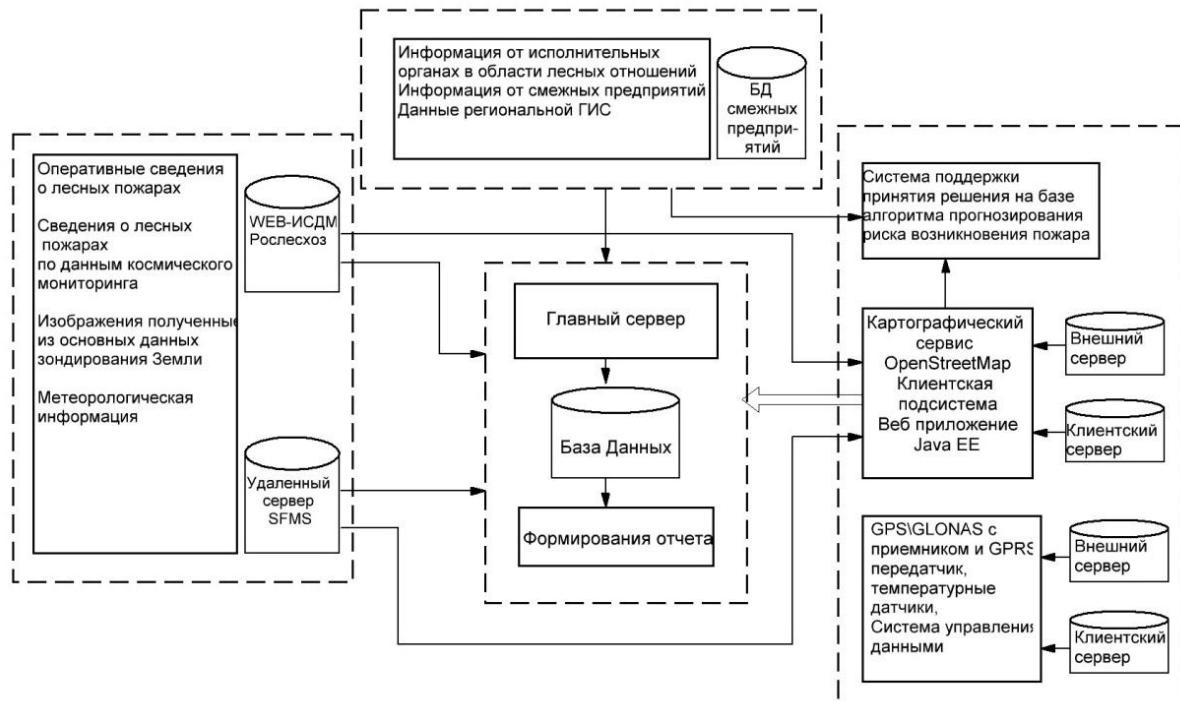


Рисунок 3- Общая схема ИС

В системе предусмотрены следующие модули, разделение на которые произведено по функциональному признаку:

модуль мониторинга предназначен для отслеживания местоположения датчиков пожаров на торфяниках. На карту выводятся слой с отметками датчиков и слой с контурами лесных массивов, населенных пунктов. Модуль мониторинга предназначен для отслеживания местоположений датчиков пожаров на торфяниках;

модуль прогнозирования предназначен для вывода статистической информации входных переменных. На данный модуль возлагаются функции сбора данных об антропогенной нагрузке, характеристике природного участка и оперативных данных, поступающих от персонала, а также сбора и первичной переработки данных от датчиков, расположенных по территории природного участка и метеоданных данные о термоточках от SFMS. Полученные данные направляются в СУБД системы предприятия;

модуль управления лесными ресурсами предназначен для управления сведениями о лесных ресурсах и их типах, определения координат точки регистрации датчиков и объектов предприятия, их привязки к ближайшему населенному пункту; определения административной принадлежности участка леса; анализа графической информации, формирования документов.

В качестве источника картографических данных был выбран сервис Open Street Map, который создает и предоставляет свободные географические данные. Данный сервис позволяет свободно использовать географические данные даже в коммерческих целях.

Основная подсистема и подсистема GPS мониторинга обслуживаются отдельными физическими серверами, которые взаимодействуют с общим сервером баз данных. Клиентская часть основной подсистемы представлена рядом персональных компьютеров, клиентская часть подсистемы GPS мониторинга мобильными устройствами.

Библиографический список

1. Методологические основы прогнозирования динамики чрезвычайных лесопожарных ситуаций. / Подрезов Ю.В., Шахраманян М.А.- МоскваВНИИ ГОЧС, 2001.
2. Профилактика и меры предупреждения лесных пожаров в системе лесоуправления Российской Федерации / Д. Ф. Ефремов, А. С. Захаренков, М. А. Копейкин, Е. П. Кузьмичев, М. И. Сметанина, В. В. Солдатов ; под общ. ред. Е. П. Кузьмичева. – М. Всемирный банк, 2012. – 104 с.
3. Анализ существующих методов прогнозирования лесной пожарной опасности для телекоммуникационной системы дистанционного мониторинга /Озерова М.И., Монахова Г.Е. Овдина А.С // Новый университет Технические науки № 4(10) 2012г стр.55-58
4. ГИС технологий в анализе последствий природных пожаров/Жигалов И.Е. Озерова А.С Сборник научных трудов SWorld. «Современные направления теоретических и прикладных исследований '2012». – Выпуск 1. Том 5. – Одесса: КУПРИЕНКО, 2012 – 93 с. 80

PREDICTION AND CONTROL OF FOREST FIRE RISK.

Zhigalov Ilya E. , Ozerov Marina I.

Vladimir State University Alexander G. and Nicholas G. Stoletovs (VSU), ozerovam@rambler.ru

The article describes the factors influencing the occurrence of forest fire risk presented mathematical model of these factors. To implement the applied theory of fuzzy sets and fuzzy inference, which allows us to estimate multivariate risk under uncertainty adequate. Suggest a software implementation of forecasting and monitoring of forest fires.

ПРОГРАММНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ОБРАБОТКИ МЕТЕОРЕОЛОГЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЕСТНОСТИ

Разумов Д. А., Орешкин Д. М., Давыдов Н. Н.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», bobbytots@ya.ru

Современные информационные системы контроля локальных атмосферных процессов предполагают непрерывное совершенствование параметров и характеристик, как аппаратных, так и программных комплексов отображения и регистрации наблюдаемых явлений [1].

Датчики, являющиеся окончными устройствами распределенной метеорологической сети, дополняются средствами фиксации изменений характеристик электростатического поля Земли [2] и локализации

местоположения. В этом случае список параметров, подлежащих регистрации и отображению, определяется перечнем, представленным в таблице.

В состав сети входят – датчики; компьютер-сервер; GSM-модем; средства коммутации, сбора и передачи данных в центральную базу [3]. Частота считывания информации 2 Гц. Время хранения информации в памяти локального компьютер-сервера – до момента выгрузки данных по сети Интернет или с помощью внешнего носителя.

Таблица — Список регистрируемых показателей

Показатели	Формат
Идентификатор	24 символа
Дата	дд.мм.гггг
Время	чч:мм:сс:ммм (вплоть до мс)
Температура, °С	трехзначное целое число
Атмосферное давление, мм рт. ст.	трехзначное целое число
Влажность, %	трехзначное целое число
Параметр электростатического поля, В/м	трехзначная целая и двузначная дробная часть
Количество GPS-спутников	трехзначное целое число
Дата (со спутника)	дд.мм.гггг
Время (со спутника)	чч:мм:сс (вплоть до с)
Широта по GPS	двузначная целая и шестизначная дробная часть
Долгота по GPS	трехзначная целая и шестизначная дробная часть
Высота по GPS, км	трехзначная целая и шестизначная дробная часть
Скорость движения, м/с	трехзначная целая и шестизначная дробная часть

Функциями программного комплекса являются:

- сбор информации с датчиков за указанный временной промежуток;
- шифрация данных и отправка на удалённый сервер;
- хранение данных о датчиках и их показаниях на сервере в структурированном индексированном виде с использованием технологии базы данных;
- организация защищённого доступа к данным;
- расширение, редактирование и устранение информации о датчиках с возможностью экспорта;
- определение местоположения датчиков в текущий момент времени с применением различных технологий по выбору;
- построение графиков и построение таблиц на основе сохраняемых данных;
- возможность обработки данных с применением многопроцессорных суперкомпьютеров.

В целом разработано четыре автономных программных компонента:

- компонент, обеспечивающий работу локальных серверов и подключённых датчиков, а также отправку данных в централизованную базу (запуск на сервере с датчиками);
 - компонент просмотра данных центральной базы ответственным лицом с доверенных серверов (запуск на любом компьютере);
 - компонент централизованного просмотра данных, регистрации доступных локальных серверов и ответственных лиц, построения графиков и вывода карт (запуск на любом компьютере);
 - компонент управления базами данных и работой со сторонними интерфейсами (на центральном сервере).

Структура программного комплекса представлена на рис. 1.

Описание компонентов программного комплекса и требований корректной работы серверной части представлено для следующих составляющих – конфигурируемый сервер Apache; конфигурируемый сервер баз данных; PHP версии 5.2 и выше с расширением php_mysql.dll.

Передача данных между клиентом и сервером происходит запросами в зашифрованном виде с использованием метода POST по протоколу HTTP или HTTPS.

База данных состоит из следующих таблиц: организации – учреждения, работающие с локальными серверами и датчиками; пользователи – ответственные за локальные серверы лица от организаций; локальные сервера – локальные серверы, к которым подключаются датчики; типы показаний – метеорологические и электрофизические параметры местности; типы показаний на серверах – связь, указывающая какие показатели считаются на различных локальных серверах; датчики – устройства, собирающие показания; показания – значения измеряемых величин; показания GSM – данные о сотах, к которым подключён датчик, нужные для определения местоположения [4]; компьютеры пользователей – компьютеры, с которых пользователи просматривают данные из центральной базы; сеансы связи – подключения локальных серверов или

компьютеров пользователей к центральной базе; логирование – протоколирование IP-адреса, даты и содержания, приходящих на сервер запросов.

Сервер настроен на работу с интерфейсами программирования приложений (API) – «Яндекс.Карты» и «Яндекс.Локатор».

Первый предоставляет доступ к функциям определения местоположения по точкам доступа Wi-Fi и сотам мобильных сетей [4]. Второй – позволяет использовать в приложениях актуальные карты местности с выделением собственных областей и меток [5].

Для определения местоположения датчиков, а также изменения положения используются три величины с точностью шести знаков после запятой – широта, долгота, высота.

Клиентское приложение состоит из экрана со списком ответственных лиц, экрана серверов, экрана датчиков, а также вспомогательных экранов добавления и редактирования информации.

Вывод показаний в приложении возможен в различных форматах: в виде таблиц, в виде графиков (рис. 2), а также в виде карт, с нанесёнными на них метками (рис. 3).

При построении графиков и таблиц в клиентском приложении требуется указывать список датчиков, названия измеряемых величин, значения которых необходимо отобразить, дату начала и дату окончания измерений.

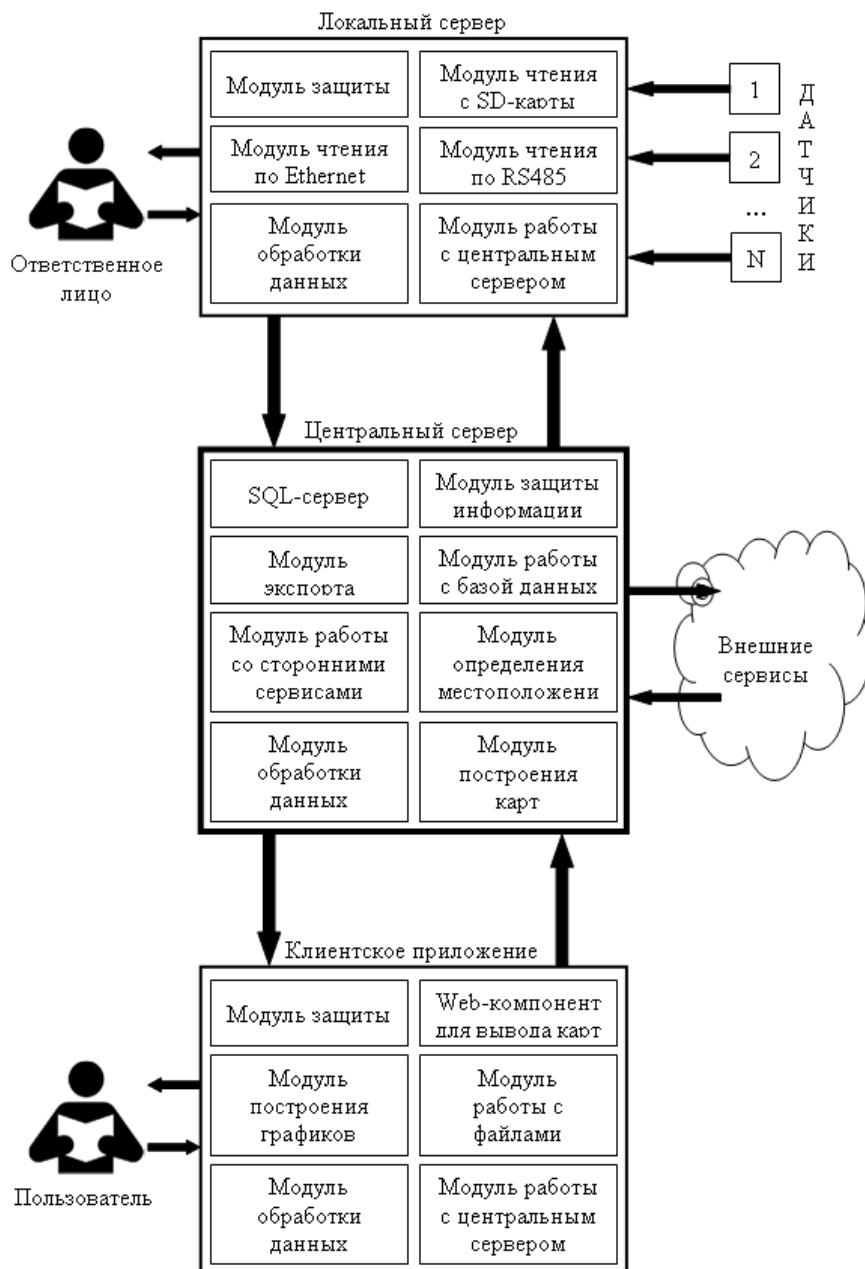


Рисунок 1 — Структура программного комплекса

Для построения графиков на клиентском приложении используется свободная библиотека для .NET под названием “NPlot” (ранее известная как “SCPL”) [6].

Графики величин, как и карты показаний, в приложении размещены на различных вкладках, соответствующих различным показаниям — температуре, давлению, влажности и напряжённости электростатического поля.

JavaScript-компоненты «Яндекс.Карт» реализуются в элементе контроля формы WebBrowser программной платформы .NET Framework.

Код, отображаемый в WebBrowser, генерируется на сервере после запроса, и отправляется обратно на клиентское приложение для вывода карты (рис. 3).

Все таблицы в интерфейсе приложения сортируются по произвольным полям, положение столбцов позволено изменять. Графики и карты масштабируются.

В результате выполненной работы создана система передачи, хранения и предоставления данных конечному пользователю. Клиентские приложения выполнены на языке программирования C#. Серверное – на языке программирования PHP с использованием системы управления базами данных MySQL. Имеется возможность вывода карт местности с отмеченными на них датчиками и показаниями. Предусмотрены графические и табличные формы предоставления данных.

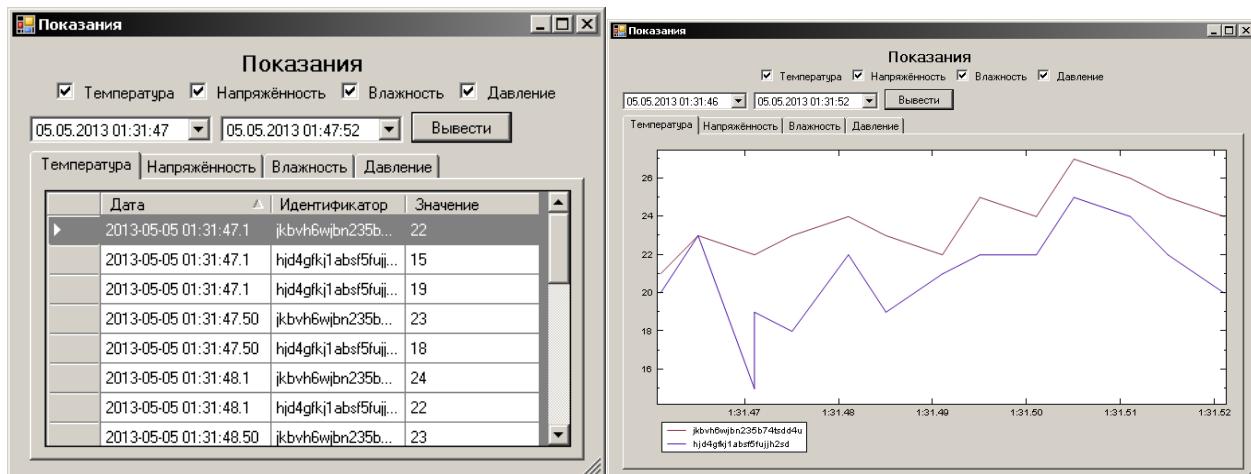


Рисунок 2 — Вывод значений

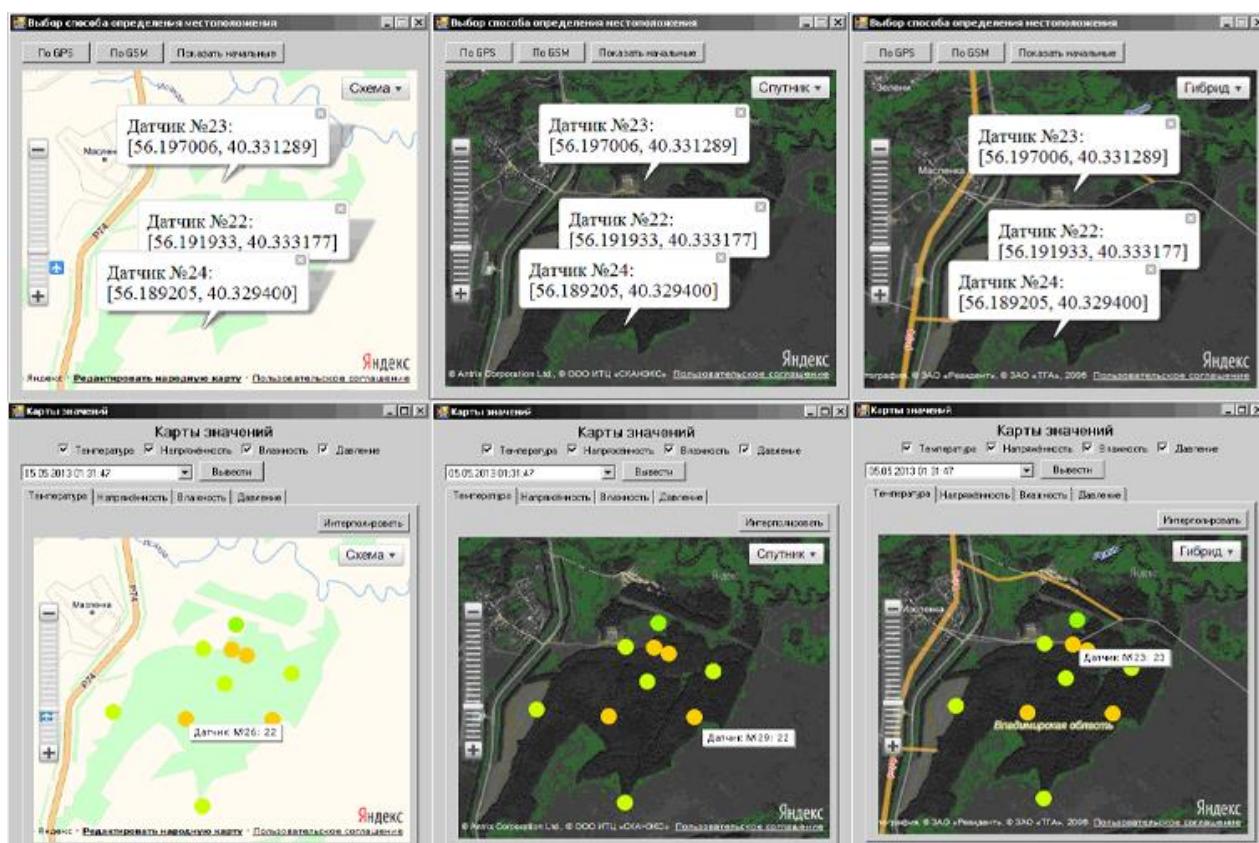


Рисунок 3 — Отображение датчиков на карте

Библиографический список

1. Александров, Д.В., Давыдов, Н.Н. Информационное обеспечение поддержки испытаний [Текст] // Инфокоммуникационные технологии. – 2008, Т. 6, № 3. – С. 78 – 81.
2. Ефимов, В.А., Грунская, Л.В., Федотов, М.Ю. и др. Приемно-регистрирующий комплекс для изучения атмосферного электрического поля [Текст] // Проектирование и технология электронных средств. – 2002, №1. – С. 44 – 48.
3. Разумов, Д.А., Орешкин, Д.М., Давыдов, Н.Н. Структура программно-аналитического комплекса обработки метеорологических и электрофизических параметров местности [Текст] // Инновационное развитие современной науки, сборник статей Международ. науч.-практич. конфер. в 9 ч. Ч.3. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2014. – 370 с. – С. 308 – 312.
4. Запрос на определение местоположения // Документация API «Яндекс.Локатор» [Электронный ресурс] / ООО Яндекс. – Режим доступа: <http://api.yandex.ru/locator/doc/>.
5. Руководство разработчика // Документация API «Яндекс.Карты» [Электронный ресурс] / ООО Яндекс. – Режим доступа: <http://api.yandex.ru/maps/doc/>.
6. NPlot Documentation [Electronic resource] / Netcontrols. — 2006. — Mode of access: <http://www.netcontrols.org/nplot/>.

SOFTWARE-ANALYTICAL SYSTEM FOR INTERACTION WITH METEOROGOCAL AND ELECTRIC ENVIRONMENTAL PARAMETERS

Razumov D. A., Oreshkin D. M., Davydov N. N.

Vladimir State University, bobbytots@ya.ru

Describes the work done on the development of software system, designed to supply the sensors.

Describes the possibilities of sensors to measure environmental, as well as how to interact with the devices.

Raised the issue of working with third-party services for the construction of maps and location.

Designed server configuration, structure of the relational database model and client-server communication.

Arranged work with external services for the construction of maps and positioning.

This work made in the form of client-server components with using programming languages PHP, JavaScript, C#, and also description and data transformations languages HTML and JSON, DBMS, and also different methods of external application programming interfaces.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ GPS ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ**Илюхин А.А.¹, Конешов В.Н.²1 - Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, vlsuixin@mail.ru

2 - Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН

На сегодняшний день одним из интересных и малоизученных факторов, определяющих вариации земной коры и создающих возможность перемещения водных растворов, паров и газов, является постоянное изменение приливной волны в литосфере. В результате влияния силы притяжения Луны, на Земле возникают две выпуклости и две впадины, которые на протяжении периода превышающего сутки обходят земной шар с востока на запад, следя одна за другой. Выпуклости [1] создаются во всех оболочках земной коры: атмосфере, гидросфере и литосфере (рисунок 1). Установлено, что наибольшие приливы бывают в периоды, когда Луна находится в перигее и, когда Солнце и Луна находятся с одной стороны Земли (притяжения складываются). Приливы и отливы в атмосфере изучены мало. Они обнаружены по существу сравнительно недавно, после запуска искусственных спутников земли. Приливные движения земной коры также еще только начинают изучаться. Имеющиеся сведения показывают, что в результате движения приливной волны в земной коре, каждое ее место на протяжении более десяти часов испытывает подъем, а затем на таком же отрезке времени опускание. Продолжительность полного суточного цикла подъемов и опусканий, также как приливов и отливов, превышает период обращения Земли на 50 мин, поскольку за каждые сутки Луна уходит на восток на 13°.

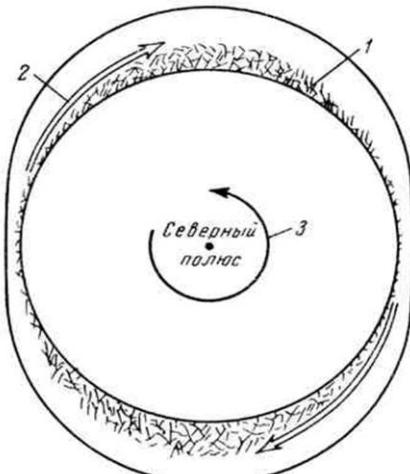


Рисунок 1 - Схема перемещения растворов по дренажной оболочке под влиянием движения приливной волны литосферы

В наше время для решения навигационных задач достаточно широко применяются различные системы *GPS*-позиционирования, из них, предлагающими действительно глобальный сервис позиционирования практически в любом месте нашей планеты, являются лишь две: американская *NAVSTAR* и российская ГЛОНАСС. Именно к ним принято относить популярное сокращение *GPS* (*Global Positioning System*). Для нахождения пространственно-временных координат потребителя и составляющих вектора его скорости в *GPS* системах применяют три основных метода: дальномерный, псевдодальномерный, разностно-дальномерный. В результате использования этих методов определяются пространственные координаты потребителя (x , y , z), высота над уровнем моря h , поправка t к шкале времени потребителя относительно шкалы времени искусственного спутника земли и составляющие вектора скорости как производные от координат потребителя во времени [2].

Для более детального изучения возможностей регистрации приливных движений земной коры с использованием спутниковых навигационных измерений проведена экспериментальная оценка системы *GPS*-позиционирования путем фиксирования суточных и полусуточных приливов по показателям высоты h над уровнем моря.

Для оценки возможностей *GPS*-позиционирования выполнены экспериментальные полевые работы в условиях геофизической обсерватории кафедры общей и прикладной физики Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.

Для оценки навигационных решений применялся комплект приборов, состоящий из стационарного двухканального *GPS* приемника *JavadPredoT*, антенны *RingAnt-G3T*, установленной на специальном центре-постаменте в геофизической обсерватории, (рисунок 2) и персональный компьютер.



Рисунок 2- Приемник *JavadPredoT* с антенной *RingAnt-G3T*

Данные с навигационных спутников записывались на персональный компьютер в течение трех недель. Основное внимание обращено на такие характеристики навигационных систем, как точность определения навигационных параметров и времени, доступность, целостность, непрерывность обслуживания. Расшифровка и обработка накопленных измерений производилась при камеральной обработке при помощи специализированной программы. В результате обработки построен график зависимости высоты от времени в течение трех недель (рисунок 3).

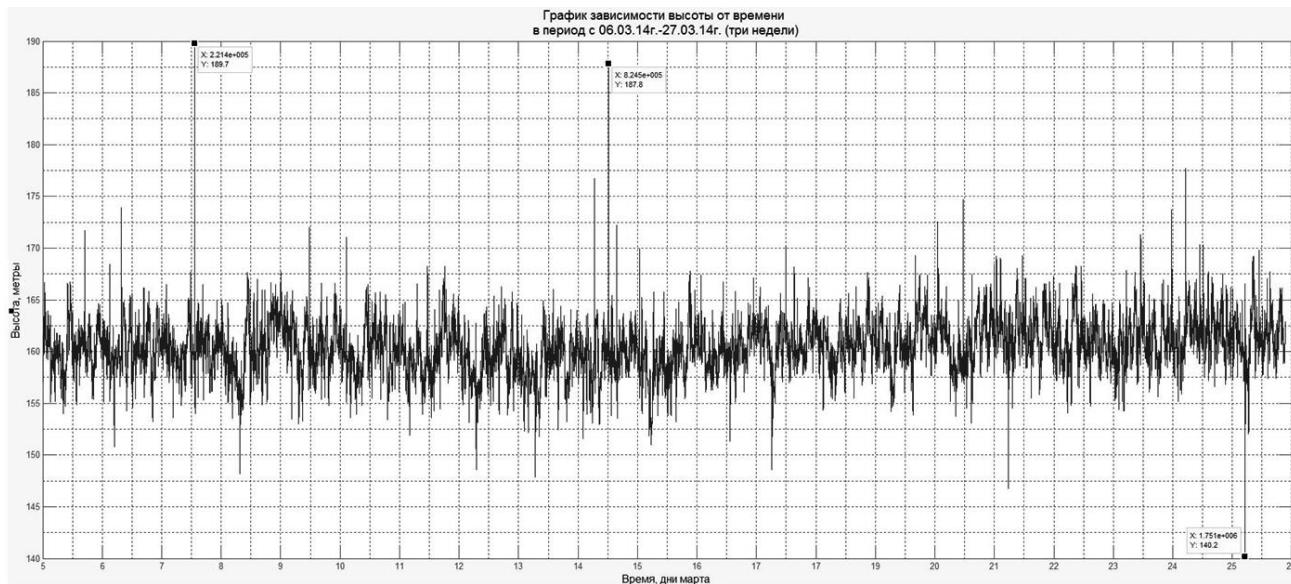


Рисунок 3- График флюктуации высоты в период с 06.03.14 по 27.03.14 г.

По полученным результатам можно сделать заключение, что спутниковая навигационная система с использованием двухканального *GPS*-приемника в полном объеме не может зафиксировать суточные приливы и отливы земной коры. Приливы представляют собой медленно меняющиеся флюктуации в течение суток, поэтому в явном виде они не видны в приведенной выше зависимости. Для более детальной и точной оценки возможностей спутниковой навигации предлагается проведение экспериментов с использованием функционального дополнения к спутниковой навигационной системе, называемой дифференциальной системой, сокращенно *DGPS* (*Differential Global Positioning System*). Предполагается, что дифференциальный режим позволит добиться существенного увеличения точности определения координат (до единиц и долей сантиметра).

Работа осуществляется при поддержке гранта РФФИ № 14-05-97504.

Библиографический список:

- 1 - Григорьев С. и Емцев М., Скульптор лика земного. - М.1977.
- 2 - Спутниковые радионавигационные системы / В.С. Шебшаевич, П.П. Дмитриев, Н.В. Иванцевич. - М.: Радио и связь, 1993 г. - 408 с.- ISBN 5-256-00174-4
- 3 - Яценков В.С., Основы спутниковой навигации. Системы GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС / В.С. Яценков.- М: Горячая линия-Телеком, 2005.- 272 с.- ISBN 5-93517-218-6
- 4 - Илюхин А.А., Конешов В.Н. Оценка эффективности метода DGPS позиционирования в условиях геофизической обсерватории // Перспективные технологии в средствах передачи информации: Материалы 10-й международной научно-технической конференции. – Владимир, 2013. – С. 130-132. - ISBN 978-5-905527-07-4

EXPERIMENTAL ASSESSMENT OF OPPORTUNITIES OF GPS OF POSITIONING IN THE CONDITIONS OF GEOPHYSICAL OBSERVATORY

Ilyukhin Alexander Aleksandrovich, graduate student

Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs, vlsuiluxin@mail.ru

Koneshov Vyacheslav Nikolaevich, Dr.Sci.Tech.

Institute of physics of Earth O. Yu. Schmidt of the Russian Academy of Sciences

In article the main prerequisites for detailed studying of opportunities of registration of tidal earth movements with use of satellite navigation measurements are considered. The experimental assessment of system of GPS positioning by fixation of daily and semidiurnal inflow on indicators of height of h above sea level is carried out.

ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В БЮДЖЕТНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

Колесник Г.П., Ледков А.Б.

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых

gkolesnik@vlsu.ru

Федеральный Закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» - первоначальный документ, определяющий политику государства в сфере энергосбережения, подразумевает установление в информативно-правовом поле определенных стимулов к энергоэффективности, а также проведение мероприятий, направленных на организацию энергосбережения в разных отраслях, устанавливает сроки их выполнения. Основной недостаток закона 261 - ФЗ РФ – видится в перекладывании нагрузки на его реализацию на потребителей энергоресурсов.

Энергосбережение — реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на рациональное и экономное расходование топливно-энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии. Энергосбережение — важная задача по сохранению природных ресурсов в условиях их ограниченности.

Энергоэффективность — использование меньшего количества энергии для обеспечения установленного уровня потребления энергии в жилых помещениях, административных и общественных зданиях либо при технологических процессах на производстве для определенного вида продукции.

Курс на энергосбережение требует от государственных и иных учреждений быстрого и, к тому же, обязательного проведения энергетического аудита, разработки новых программ по энергосбережению [1]. Компании и предприятия, которые стремятся к увеличению своего капитала, уже проводят политику по энергосбережению. В данном случае, отрицательных моментов намного больше, чем положительных, так как из-за недостаточного понимания часто неспециалистами сути проблемы допускаются очень серьезные ошибки в процессе организации энергосбережения.

Специалисты, анализируя результаты усилий чиновников, выделили два отрицательных вида энергосбережения - «мнимое» и «вредное» энергосбережения [2]:

1. «Мнимое» энергосбережение представляет собой замену технического понятия экономическим. Иными словами, происходит процесс не экономии энергоресурсов, а экономии финансовых средств на энергоресурсах. Ярким примером послужит факт установки на многих предприятиях дровяных печей отопления вместо систем электроотопления. Также сюда относится замена электрического отопления газовым отоплением (при этом не учитывается, что газовый котел имеет сравнительно низкий коэффициент полезного действия КПД). Можно выделить также ложный эффект энергосбережения. Так, в Законе 261-ФЗ сделан акцент на замене ламп накаливания более энергоэффективными источниками света, что нашло свое отражение практически во всех региональных и муниципальных программах энергосбережения. В некоторых из них даже сказано, что использование ламп накаливания является одной из главных причин неэффективной работы систем электроснабжения. Данное утверждение представляется крайне спорным потому, что на освещение в нашей стране расходуется примерно 14% от полного электропотребления (по данным Министерства промышленности и торговли РФ), а доля электрической энергии в общем конечном потреблении топливно-энергетических ресурсов составляет примерно такую же величину (Приложение 2 к «Государственной программе энергосбережения и повышения энергетической эффективности на период до 2020 г.»). Таким образом, эффект от массовой замены ламп накаливания на другие источники света будет слабо заметен в топливно-энергетическом балансе страны, тем более что мощные дуговые лампы промышленного освещения (а это более половины общего потребления электроэнергии на нужды освещения) равнозначно по энергоэффективности и стоимости заменить пока нечем.

Кроме того, в настоящий момент замена ламп накаливания в подавляющем большинстве случаев осуществляется на так называемые энергосберегающие лампы (компактные люминесцентные лампы, КЛЛ, экономия электроэнергии до 80 % по сравнению с лампами накаливания, а по цене на порядок дороже). По мнению специалистов, в силу целого ряда причин КЛЛ являются тупиковой ветвью развития источников света. К этим причинам можно отнести и проблемы с утилизацией (КЛЛ содержат ртуть и фосфор), и несоответствие заявленного срока службы фактическому (встроенная пускорегулирующая аппаратура вряд ли прослужит более 4-х лет при заявлении сроке службы лампы до 10 лет), и возможные проблемы со здоровьем у людей с повышенной светочувствительностью кожи, и многие другие. Не трудно убедится в том, годовая экономия электроэнергии при одной и той же мощности ламп и равной суточной продолжительности работы составит несколько десятков рублей (с учетом примерно равного срока службы КЛЛ китайского производства и отечественных ламп накаливания, разницы в цене и КПД) при весьма туманных экологических последствиях на человека. Использование светодиодных ламп (LED - лампы, экономия электроэнергии, как и у КЛЛ, до 80 % по сравнению с лампами накаливания, а по цене на два порядка дороже) в ценовом выражении даст отрицательный эффект. Поэтому наиболее перспективным видится широкое внедрение в промышленных и бытовых осветительных установках индукционных и плазменных ламп.

2. Вредное энергосбережение проявляется себя в воздействии на здоровье людей, а также на качестве продукции (экологические аспекты, в том числе отсутствие ультрафиолетового излучения в LED – лампах в

отличие от солнечного спектра). Вредное энергосбережение имеет несколько характерных составляющих, которые следует отметить:

- понижение уровня освещенности ниже установленных нормативов в результате частичного отключения приборов освещения (зрительная утомляемость и как следствие понижение разряда зрительной работы, повышенный расход энергии человеком), либо замене их на новые, которые более экономичны, если при этом не соблюдаются регламентированные нормы относительно освещенности и требований к цветопередаче;
- нарушение установленного нормативами (стандарт СанПИН) температурного режима по кондиционированию или отоплению;
- снижение уровня вентилируемости (мощности вентиляционных установок) помещений путем его частичной герметизации с целью сохранения тепла.

В настоящее время энергоэффективность и энергосбережение входят в 5 стратегических направлений приоритетного технологического развития страны, поэтому ставится задача — снижение энергоемкости отечественной экономики (ВВП) на 40% к 2020 году (выход на уровень показателей наиболее промышленно развитых стран в 2012 году). В этой связи должно регулярно и объективно разъясняться какие энергетические ресурсы есть, как они используются, как и чем можно снизить их потребление, каким образом экономия энергоресурсов отразится и отражается на жизни каждого гражданина. Только в этом случае энергосбережение как регулируемый осмыслиенный процесс будет иметь целевую установку, понятную и принимаемую обществом.

Информация должна быть не только объективной, открытой, но и целенаправленной, связанной с ожидаемым результатом — ограничением темпов роста тарифов на энергоресурсы и давать четкое разграничение между экономией и воровством. Установка счетчиков воды, газа, тепла или других не ведет, как нас стараются убедить ретивые администраторы, прямоLINейно к экономии энергоресурсов, тем более, что плата за их приобретение и установку является эквивалентом некоторого количества энергии. Говорить, что установка счетчиков тепла привела к снижению платежей конкретного потребителя и это якобы есть энергосбережение, это обманывать самих себя. Справедливая система энергосбережения, контролируемая государством, требовала бы взыскания с продавца энергии или энергоносителей, всей суммы платежей, которые он получил прежде и не направил на энергосбережение, чтобы в следующем сезоне оставить тариф без изменений. Оплачивая по счетчику использованную воду, потребитель также имеет возможность объективно оценить не только стоимость воды в его личном бюджете, но и целесообразность и рациональность в использовании этого ресурса.

Когда после установки счетчика энергоносителя, воды, тепла и др. потребитель начинает платить за потребление по тарифу в объеме, зафиксированном счетчиком, он платит некоторую известную цену, установленную на данный период монополистом, в объеме своих потребностей не имея возможности выбора. При этом потребитель электрической и тепловой энергии, газа или воды, установивший счетчик воды или газа, вынужден платить еще за некоторый технический газ или техническую воду (в том числе и общедомовые и др. нужды) третьему участнику этого «рынка» (различным управляющим компаниям), возникает вопрос, а кто получает выгоду от сбережения энергоносителя, куда уходят средства, полученные от реализации программы энергосбережения конкретным потребителем?

Вторая задача национальной программы — создать механизм преобразования экономии энергоресурсов в рыночный товар, т.е. в товар, который можно продать, на который найдется покупатель. Экономия энергоресурсов на множестве потребителей формируется у поставщика энергоресурсов в форме продаваемого товара, который должен быть доступен потенциальным покупателям. Целесообразность экономии энергоресурсов определяется сдерживанием роста тарифов, ростом фонда заработной платы, ограничением негативного воздействие на окружающую среду, созданием новых рабочих мест и развитием новых технологий.

Без учета перечисленных факторов внедрение энергоэффективных технологий при отсутствии механизмов, снижающих тарифы на энергоресурсы, является временной мерой по стабилизации роста себестоимости продукции и услуг. Экономия энергоносителя генерирующей компанией будет заметной величиной при проведении централизованных мероприятий по внедрению энергоэффективных технологий на конечном интервале времени и тогда у нее появится товар для компенсации затрат на приобретение новых энергоэффективного оборудования для своих абонентов при соблюдении перечисленных выше условий. При этом и у снабжающей энергоносителем компании должна быть заинтересованность в использовании высвобождающихся объемов, а у генерирующей компании возможность перепродажи излишков.

В этом случае генерирующая компания вынуждена заниматься различными вариантами реализации экономии энергоресурсов, повышения интенсивности формирования объемов нового товара за счет более рационального использования электрической энергии абонентами, т.е. управления энергопотреблением за счет тарифной политики, внедрения других средств и технологий экономии электрической энергии. При этом процесс экономии ресурсов приобретет целенаправленное движение. Условиями обращения созданного нового типа товара, формируемого монополистическими структурами, является созданная законодательная, организационно-экономическая и современная научно-техническая база, т.е. создание рынка сбыта нового типа товара представляет собой системную задачу энергосбережения.

Третья задача национальной программы энергосбережения — создание конкурентную среду на рынке сбыта всех видов энергоресурсов, в том числе энергоресурсы, полученные в результате энергосберегающих

мероприятий или проектов всеми участниками программы энергосбережения. Отметим, что тормозом программы энергосбережения в некогда одной из лучших мировых систем электроснабжения – Единой энергетической системе (ЕЭС СССР), является изношенность оборудования (по данным Еврокомиссии за 20 лет от 40 % (станции) до 80% (передачи). После реформы РАО ЕЭС монополистический характер производства и сбыта электроэнергии почти не изменился, поэтому реформа свелась к созданию системы с формальными признаками рынка электроэнергии при полной монополизации ее генерации и продаж в процессе приватизации, т.е. произошла подмена целевых установок при использовании одного и того же механизма преобразований. Поэтому наблюдается сдерживание развития новых энергоэффективных технологий, так как при неуклонном росте тарифов понятие сроков окупаемости теряет смысл. Повышение спроса на «энергоэффективность» зависит от заинтересованности государства к ограничению темпов роста тарифов на энергоресурсы за счет их экономии. Поэтому еще раз отметим, что использование экономии энергоресурсов для сдерживания темпов роста тарифов на энергоресурсы является основной целью энергосбережения.

Несмотря на то, что в последнее время введены показатели оценки эффективности деятельности органов власти в области энергосбережения и правила осуществления государственного контроля за соблюдением требований законодательства об энергосбережении Федеральный закон № 261 не определил единый государственный орган, ответственный за его реализацию. Отчасти данное упоминание устранено Распоряжением Правительства РФ № 2446-р от 27.12.2010, которое установило Минэнерго РФ ответственным исполнителем за реализацию «Государственной программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности на период до 2020 г.».

Поскольку проблема существует, то некоторые подзаконные акты различных ведомств посвящены регулированию одних и тех же вопросов (например, в части мероприятий по энергосбережению в отношении общего имущества собственников помещений в многоквартирных домах). Это же относится и к оценке промежуточных результатов выполнения программ энергосбережения на различном уровне (региональном, муниципальном, федеральном и т.д.), а также подготовки кадров энергетиков и энергоаудиторов. Решение этих и еще многих вопросов невозможно без государственной поддержки и стимулирования энергосбережения и внедрения энергоэффективных технологий.

В условиях ограниченности запасов органических энергоносителей важной темой является организация учета потребляемых ресурсов. В Законе 261-ФЗделено существенное внимание данному вопросу, но в закон уже внесены изменения, отодвигающие срок обязательной установки приборов учета. Следует понимать, что без организации учета невозможно составление энергетического баланса, определение всех его составляющих и, как следствие, оценка потенциала энергосбережения. Так, например, в условиях отсутствия полного учета тепловой энергии у потребителей (особенно в части ЖКХ), невозможно достоверно определить уровень фактических потерь в тепловых сетях. В различных источниках эта величина оценивается и в 14% (по отношению к отпуску тепловой энергии в сети), и в 19%, и даже в 30%. Очевидно, что и потенциал снижения этих потерь определить на сегодняшний день невозможно.

Без принятия должных мер по симметрированию и компенсации в распределительных электрических сетях 0,4 кВ также невозможно оценить небаланс энергии израсходованной генерирующей кампанией и полученной потребителем, а, следовательно, и показатели энергосбережения и энергоэффективности.

Однако, в целом следует признать, что несмотря на перечисленные проблемные моменты и недостатки Закон 261-ФЗ сдвинул процессы энергосбережения и повышения энергоэффективности в стране с мертвой точки. Также важным является создание государственной информационной системы в области энергосбережения, а также участие государства в решении вопросов энергосбережения и повышения энергетической эффективности, при реализации более 50 pilotных проектов в разных регионах страны. Причем большая часть из них принята в регионах, муниципальных образованиях, субъектах естественных монополий и регулируемых организаций и представляет собой вполне реальные, а не абстрактные исследовательские проекты.

Согласно Закону 261-ФЗ, энергетические паспорта, составленные по результатам энергетических обследований, будут ежеквартально аккумулироваться в рамках государственной информационной системы в области энергосбережения.

Библиографический список

1. Федеральный Закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. Павлюченко Д.А., Могиленко А.В. Комплексная экспертная система оценки энергоэффективности предприятий // Главный энергетик. 2010. № 5.

THE PROBLEMS OF ENERGY SAVING IN BUDGETARY INSTITUTIONS

G.P. Kolesnik, A.B. Ledkov
Vladimir State University

Abstract

This report addresses the implementation of the federal law № 261-FL in terms of energy saving in budgetary institutions. The apparent energy savings when replacing technical solutions with economic ones and energy savings without regard to environmental impact are noted. The report underlines the relationship of energy efficiency and saving with the strategic direction of technological development of the country.

Key words: energy conservation, energy efficiency, fluorescent indoor lamp; energy consumption; energy savings, environmental impact.



ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ 0,4 кВ

Колесник Г.П., Куражнов И.А.

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых
e-mail: gkolesnik@vlsu.ru

Однофазная нагрузка в распределительных сетях напряжением 0,4 кВ учреждений здравоохранения, образования, административных зданий, жилищно-коммунального хозяйства преимущественно нелинейная. Суммарный эффект этих нагрузок выражается в искажении формы питающего напряжения промышленной частоты, которое воздействует на другое оборудование, получающее электропитание от того же источника, вследствие появления кондуктивных помех в системе электроснабжения. Поэтому возрастают требования к обеспечению уровня электромагнитной совместимости системам электроснабжения, которые должны обладать способностью обеспечения качества электроэнергии, в соответствии со стандартами, и справиться с широким спектром проблем электромагнитной совместимости, начиная от провалов (ниже $0,9U_{\text{H}}$), колебаний и выбросов напряжения, высокочастотных шумов, импульсных помех и заканчивая обеспечением электропитания при полном отсутствии напряжения промышленной сети.

Искажения формы напряжения питающей сети обусловлены гармоническими составляющими тока, потребляемого нелинейной нагрузкой, что связано с нарушением режима работы других устройств, со сбоями вследствие кондуктивных помех в коммуникациях и сетях передачи данных, повреждением аппаратуры и другие нежелательные эффекты. Государственный стандарт 13109-97 ограничивает действующее значение высших гармонических и характеризует степень искажения напряжения коэффициентом искажения синусоидальности кривой напряжения K_U , нормально допустимое значение которого, в точках общего присоединения к электрическим сетям при номинальном напряжении 0,38 кВ не должно превышать 8%, а также коэффициентом n -ой гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$. Наиболее вероятными виновниками в ухудшении качества электроэнергии в этом случае являются потребители с нелинейной нагрузкой и потребители с несимметричной нагрузкой.

Наличие высших гармоник напряжения и тока в системе электроснабжения приводят к:

- искажению формы питающего напряжения и как следствие дополнительным потерям мощности в линиях, а также потерям напряжения в распределительной сети;
- резонансным явлениям на частотах высших гармоник (резонанс токов);
- наводкам в телекоммуникационных и управляющих сетях;
- повышенному акустическому шуму и вибрациям в электромашинных системах и электромагнитном оборудовании вследствие возникновения паразитных электромагнитных полей;
- нагреву и дополнительным потерям в трансформаторах и электрических машинах, а также нагреву компенсирующих конденсаторов и кабелей распределительной сети.

Коррекцию формы питающего напряжения компьютерной и офисной техники можно осуществить современным источником бесперебойного питания (ИБП), с функцией контроля формы выходного напряжения на каждом полупериоде синусоиды. Подавляющее большинство современных систем бесперебойного питания практически любой мощности содержит инвертор на биполярных транзисторах с изолированным затвором (IGBT) при высокочастотном широтно-импульсном методе (ШИМ) их управления. Известно, что такие системы обладают способностью питания нагрузок с высокими коэффициентами амплитуды тока (3 и выше) за счет переключений на высокой частоте и корректировке формы напряжения на каждом полупериоде при этом форма напряжения на выходе ИБП с двойным преобразованием электромагнитной энергии заметно лучше, чем у промышленной сети на входе системы. Иными словами, ИБП является силовым активным фильтром, отдающим реактивную энергию заряженных конденсаторов в сеть при провалах питающего напряжения, тем самым поддерживая значение напряжения в заданный момент времени на заданном уровне, сохраняя его синусоидальную форму, причем коэффициент искажения синусоидальности напряжения не превышает 3-6 % на выходных клеммах самих ИБП, следовательно, в этом месте и должна быть подключена нелинейная

нагрузка. Спектральный состав тока на входе ИБП при 100% нагрузке без входного фильтра и корректора коэффициента мощности приведен в таблице.

№ гармоники, n	однофазный ИБП, I_n / I_1 (%)	трехфазный ИБП, I_n / I_1 (%)
1	100	100
3	65,7	-
5	37,7	33
7	12,7	2,7
9	4,4	-
11	5,3	7,3
13	2,5	1,6
15	1,9	-
17	1,8	2,6

Наличие высших гармонических составляющих тока при активно-индуктивном характере сопротивления распределительной сети обуславливает увеличение потери напряжения в линиях. При этом потери напряжения на кабелях и проводах линии становится намного выше предельно допустимых значений, и в типичных распределительных системах электропитания 0,38 кВ с кабельными трассами длиной более 100 метров может происходить сильное искажение напряжения на несимметричной нелинейной нагрузке, что приводит к появлению напряжений обратной и нулевой последовательности. Кроме того, ток в нейтральном проводе, формируемый нечетными гармониками, по значению может превышать фазный с учетом того, что они составляют большую долю в действующем значении фазных токов, что подтверждает необходимость увеличения сечения проводников нейтрали (до уровня сечения фазного) трехфазных кабелей сети электропитания компьютерного оборудования.

При наличии высших гармоник в распределительных сетях системы электропитания возникает опасность появления резонансных явлений, обусловленных наличием паразитных емкостей. При возникновении резонансного или близкого к нему режима на какой-либо высшей гармонике тока или напряжения эта составляющая оказывается больше, чем амплитудное значение первой гармоники тока (напряжения) на тех же участках цепи, что может отразиться на работоспособности отдельных элементов и узлов системы. Кроме того, электромагнитные поля, создаваемые токами высших гармоник в пространстве вблизи силовых сетей, наводят напряжения помех в телекоммуникационных или управляющих сетях, что приводит к искажению информационного сигнала. Степень искажения будет зависеть от частоты высших гармоник, длины параллельных участков сетей и расстояния между ними.

Для обеспечения минимального тока в нейтральном проводнике и минимального содержания гармоник в выходном напряжении ИБП необходимо добиться сбалансированности нагрузок по фазам. Соответствующие схемы контроля и управления в ИБП будут поддерживать номинальное действующее значение выходного напряжения, и обеспечивать его синусоидальную форму. Не всегда возможно одновременно выполнить обе эти функции. В общем случае несбалансированная нагрузка воздействует на питающее напряжение, вызывая его несимметрию по фазам и искажение.

Одним из рациональных способов симметрирования однофазных нагрузок в трехфазной сети является использование ИБП с двойным преобразованием энергии при трехфазном входе и однофазном выходе (3ф / 1ф). В этом случае разгружается нейтраль, т.к. она не участвует в работе трехфазного выпрямителя на входе ИБП, находящейся в нормальном режиме преобразования напряжения.

В электрических сетях 0,4 кВ с большим удельным весом однофазных потребителей очень сложно равномерно распределить нагрузки по фазам, потому как они включаются независимо друг от друга в разные моменты времени. Главной причиной необоснованного увеличения потерь в таких сетях является несимметричная нагрузка, под действием которой значительно увеличиваются потери энергии в трансформаторе, и ухудшается качество выходного напряжения. Увеличение этих потерь и ухудшение качества отпускаемой энергии сильно зависит от применяемой схемы соединения обмоток трансформатора. Как известно, по стандартам России наиболее распространенной схемой соединения обмоток распределительных трансформаторов являются схемы соединения Y/Y₀, Y/Δ, Y₀/Δ. Однако при несимметричной нагрузке в таких трансформаторах происходит искажение фазных напряжений и резко возрастают потери энергии. Эти негативные последствия связаны с конструктивной особенностью трансформатора и устранить их можно только усложнением конструкции вторичных обмоток трансформатора – соединением обмоток в «Зигзаг».

Для соединения вторичных обмоток (низшего напряжения НН) трансформатора в схему «зигзаг», вторичная обмотка каждой фазы составляется из двух половин; одна половина расположена на одном стержне,

другая - на другом. Данные половины обмотки включены встречно, т.е. конец $x1$ соединен с концом $y2$ и т.д. Начала $a2$, $b2$ и $c2$ соединены и образуют нейтраль.

При соединении вторичных обмоток в «зигзаг» результирующие электродвижущие силы обмоток, расположенных на разных стержнях, сдвинуты на 120° .

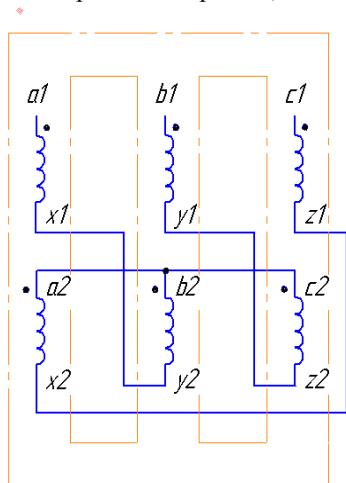


Рис.1. Схема соединения вторичных обмоток в «зигзаг».

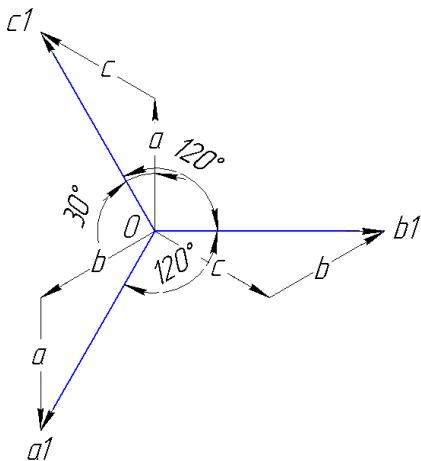


Рис.2. Векторная диаграмма трансформатора Y/Z_0-11 .

Третья гармоника напряжения является доминирующей по своему наиболее неблагоприятному воздействию в однофазных цепях. Включение в схему фильтра, который имеет низкое полное сопротивление на частоте этой гармоники, понижает генерируемое нелинейной нагрузкой напряжение. Применение таких фильтров в случае систем бесперебойного питания целесообразно для компенсации эффекта несбалансированных нагрузок, обуславливающих генерирование высших гармоник. Фильтры могут быть установлены как внутри ИБП, так и расположены на выходном конце кабеля (т.е. на стороне нагрузки), частично снижая суммарный ток в проводнике нейтрали.

Если на выходе ИБП подключены распределенные нагрузки, то установленный таким образом фильтр защищает только часть нагрузки, к которой он непосредственно подключен. Поэтому схема подключения должна быть такой, чтобы фильтр защищал всю нагрузку, а не только ее часть, что связано с усложнением схемы электропитания, увеличением стоимости оборудования и расстановке дополнительных устройств в нескольких участках распределительной сети на различных этажах здания.

Особое значение имеют фильтры, устанавливаемые на входе ИБП. Выпрямители шестипульсные, применяемые в трехфазных ИБП, создают высокий уровень пятой гармоники тока в питающей сети. Для снижения гармонического состава потребляемого тока и повышения коэффициента мощности системы в фазные провода включают индуктивные сопротивления (дроссели). Повышением эффективности подавления высших гармоник тока является включение входного фильтра ИБП, настроенного на пятую гармонику.

Уменьшение влияния нелинейных искажений можно получить снижением полного сопротивления распределительной сети. Например, увеличение сечения кабелей (проводов) снижает активное сопротивление распределительной сети, но не снижает ее индуктивность. Максимальное эффективное сечение жил кабелей (проводов) составляет приблизительно 95 кв. мм. С дальнейшим увеличением сечения кабелей их индуктивность остается относительно постоянной. Очевидно, что более эффективным будет использование параллельно соединенных кабелей (проводов), а также переход с алюминия на медь или разделение всего оборудования на секции, каждая из которых будет питана от отдельного источника бесперебойного питания (ИБП).

Отметим, что во время профилактических, ремонтных и т.п. работ системы бесперебойного питания должны и могут быть переключены в режим обхода (Bypass). Форма напряжения сетевого электропитания часто бывает искажена из-за других нагрузок, не относящихся к критическим, но имеющих характеристики, подобные компьютерному и офисному оборудованию, что увеличит искажениям от компьютерной нагрузки, которая была переключена на питание непосредственно от сети создавая, таким образом, более высокие уровни искажений и более широкий спектр высших гармоник.

Библиографический список

1. ГОСТ 13109 - 97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
2. Жежеленко И.В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий. М.: Энергоатомиздат, 2000. 331 с.

3. Климов В.П., Москалев А.Д. Проблемы высших гармоник в современных системах электропитания // Практическая силовая электроника. Науч.-техн.сб./Под ред. Малышкова Г.М., Лукина А.В.- М.: АОЗТ "ММП-Ирбис", 2002. Вып 5. с.
4. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов. М.: ЭНАС, 2009.

**THE PROBLEMS OF ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY IN MODERN ELECTRIC-POWER
TRANSMISSION 0,4 KW.**

G.P. Kolesnik, I.A. Kuragnov,
Vladimir State University

Abstract

This report addresses the industrial frequency supply voltage distortion by single-phase non-linear loads and the current harmonic components exposure effects on the performance of other devices on the same network. The potentialities of the supply voltage waveform correction using an uninterruptible power supply is shown.

Key words: non-linear load, distortion, harmonic components, uninterruptible power supply; shape correction

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ
В МУНИЦИПАЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ**

Колесник Г.П., Кротова А.С., Казаковцев А.С.
Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых
e-mail: gkolesnik@vlsu.ru

В преддверии грядущего сокращения потребления органических энергоносителей, которые человечество так не рационально продолжает использовать, проблема получения энергии от возобновляемых источников становится все более актуальной. По оценке экспертов при нынешних объемах добычи угля на Земле хватит лет на 400-500, а нефти и газа - максимум на столетие. Поэтому перед человечеством стоит задача освоения экологически чистых, возобновляемых источников энергии. По существу речь идет об использовании энергии Солнца для получения электромагнитной и тепловой энергии по двухступенчатой схеме преобразования без ухудшения экологии планеты. Энергия Солнца и ветра поистине неисчерпаема и утвердилось мнение, что устройство солнечных станций и установка ветрогенераторов не вносит практически никаких изменений в природу. Однако затенение огромных площадей солнечными станциями большой мощности и ослабление потоков ветра полями ветроустановок приводит к изменению теплового баланса почвы и вентилируемости атмосферы больших, многомиллионных городов и в итоге к отрицательному воздействию на человека, как и всякое другое техногенное вмешательство в дела природы.

Разумеется, все страны мира стремятся к использованию «бесплатной» энергии Солнца, но географическое положение и природные условия ограничивают это стремление. Откроем атлас ветров России и убедимся, что средняя скорость ветра в Центральном Федеральном округе не превышает 3 – 5 м/с. По справочным данным установим, что максимальная мощность генератора в этом случае не превысит 3 – 5 кВт. Следовательно, один – два ветряка для экзотики можно установить, тем более что возможна и некоторая польза, но строить ветровую станцию, ввиду малой ее мощности и больших занимаемых площадей, нецелесообразно. Цена киловатт – часа значительно превысит аналогичный показатель тепловых станций, если учесть комплектацию каждого ветряка аккумулятором, зарядным устройством, инвертором и устройством сопряжения с сетью промышленной частоты.

Россия имеет самый большой в мире ветровой потенциал, ресурсы ее ветровой энергии определены в 10,7 ГВт. К благоприятным зонам развития ветроэнергетики относится Северо-Запад страны (Мурманская и Ленинградская области), северные территории Урала, Курганская область, Калмыкия, Краснодарский край, Дальний Восток. В целом технический потенциал ветровой энергии России оценивается более чем в 50000 млрд. кВт·ч/год, экономический потенциал составляет 260 млрд. кВт·ч/год, т.е. около 20 % производства электроэнергии всеми электростанциями страны. Реализованы эти возможности незначительно. В настоящее время в России насчитывается более 13 МВт установленной мощности (0,1% всей вырабатываемой в стране энергии). Самой мощной на сегодняшний день считается ветроэлектростанция в Калининградской области, введенная в строй в 2002 году (первая установка - в 1999 г.) и состоящая из 21 установки, переданной в дар властями Дании (все ВЭУ – производства Vestas). Ее суммарная мощность составляет 5,1 МВт. Всего в работе находятся следующие системные ВЭС:

1. Калининградская ВЭС (см. выше).
2. Воркутинская ВЭС мощностью 1,5 МВт (агрегаты НПО «Южное»).
3. Камчатская ВЭС (о. Беринга, п. Никольское) – 2 ВЭУ мощностью 250 кВт производства Micon, Дания.
4. Тюпкельды ВЭС (г. Октябрьский, Башкирия) – 4 ВЭУ мощностью 550 кВт производства HAG, Германия.

5. Ростовская ВЭС - 10 ВЭУ мощностью 30 кВт производства HSW, Германия.
6. Мурманская ВЭС – 1 ВЭУ мощностью 200 кВт, производства Micon, Дания.
7. Чукотская ВЭС – 10 ВЭУ мощностью 250 кВт производства НПО «Ветроэнз».

Следует также упомянуть также малые ветроустановки устанавливаемые в Сибири на удаленных станциях сотовой связи и запланированное строительство ВЭС на Кольском полуострове мощностью 200 МВт.

Помимо сетевых ВЭУ, в России созданы и выпускаются небольшими партиями малые ВЭУ на современном технологическом уровне. Среди их изготавителей: МКБ «Радуга» (8-16 кВт), ГНЦ РФ – ЦНИИ «Электоприбор» (40, 500 и 1000 Вт), НПК «Ветроток» (4 и 16 кВт), АО «Долина» (2 и 5 кВт), ООО «Спецремтекс» (1,5 кВт), НПО «Электросфера» (5 кВт). В январе 2009 г. Премьер-министром РФ В.В. Путиным подписано Постановление Правительства №1-р о доведении к 2020 г. доли ВИЭ в электрогенерации России до 20% (15,5 % должно вырабатываться большими гидростанциями, 4,5% - другими видами ВИЭ, в т.ч. и ВЭС). Суммарные цели по ВИЭ подразумевают долю ВЭС к 2020 г. – примерно 1% (17,5 млрд. кВт·ч при суммарной установленной мощности ВЭС 7 ГВт).

Посмотрим на карту солнечной инсоляции (количество солнечной энергии, попадающей на поверхность Земли) регионов России и убедимся, что в разных регионах России годовая инсоляция находится в пределах от 800 кВт·час/м² до 1900 кВт·час/м². Для Московского региона годовая инсоляция одного квадратного метра горизонтальной площадки составляет около 1100 кВт·час/м², т.е. **количество солнечной энергии, поступающей в географическую зону Центрального Федерального Округа, сравнимо с Германией**, месячные и годовые суммы суммарной солнечной радиации, кВт·ч/м² приведены в таблице 1.

Таблица 1

Москва, широта 55.7°	янв	февр	март	апр	май	июнь	июль	авг	сент	окт	нояб	дек	год
Горизонтальная солнечная панель	16.4	34.6	79.4	111.2	161.4	166.7	166.3	130.1	82.9	41.4	18.6	11.7	1020.7
Вертикальная солнечная панель	21.3	57.9	104.9	93.5	108.2	100.8	108.8	103.6	86.5	58.1	38.7	25.8	908.3
Наклон солнечной панели - 40.0°	20.6	53.0	108.4	127.6	166.3	163.0	167.7	145.0	104.6	60.7	34.8	22.0	1173.7
Вращение солнечной панели вокруг полярной оси	21.7	62.3	132.9	161.4	228.0	227.8	224.8	189.2	126.5	71.6	42.2	26.0	1514.3

В среднем за сутки это составит около 3-х кВт·ч с одного квадратного метра некоторого условного преобразователя солнечной энергии с коэффициентом полезного действия (КПД) в 100 % (если учесть солнечную радиацию по месяцам, то получим диапазон от 0,4 до 5,5 кВт·ч/м²). Коэффициент полезного действия реального фотоэлектрического преобразователя на основе кремния (солнечной батареи) около 16 % (данные новейших лабораторных разработок на других основах 30 – 40 %), поэтому эта цифра реально уменьшится до 0,48 кВт·ч в сутки при цене одного квадратного метра солнечной батареи более 2000 рублей. Далее последует уменьшение КПД на 10 % ежегодно за счет деградации кристалла кремния и неизбежный вывод о нецелесообразности использования солнечных батарей в нашем регионе.

Выход видится (и он практически единственный в настоящий момент) в использовании **солнечных водонагревательных установок, КПД которых достигает 95 %.** В настоящее время общая площадь солнечных водонагревательных установок в России не превышает 20 тыс. м², что на порядок меньше, чем в других странах и чем было в СССР. В основном это отставание связано с недопониманием уровня развития и техническими возможностями гелиотехники, поскольку **количество солнечной энергии, поступающей в географическую зону Московской области, сравнимо с Германией**, где на данный момент площадь используемых солнечных коллекторов больше 6,5 млн. кв. метров, т.е.: **Германия и Московская область, получают равное количество Солнечной энергии**, только она почему-то слабо используется. Отметим, что во всем мире в настоящее время работает более 180 млн. м² солнечных коллекторов, обеспечивающих теплоснабжение потребителей. Большая их часть построена в Китае (59%), на втором месте - Европа (14%). Солнечные коллекторы выпускают 186 крупных фирм в 41 стране.

Одна из главных составляющих частей гелиосистемы **солнечный коллектор**, превращающий солнечную энергию в тепловую путем поглощения солнечной энергии, которая переносится видимым и ближним инфракрасным излучением. Существует множество разных конструкций и технологий, которые позволяют получать тепловой поток в солнечные дни до 1200 Вт/м², а в пасмурные до 400 Вт/м². В одном из вариантов конструкции основным элементом коллектора является **абсорбер** (пластина из меди или алюминия, черненая, матовая с одной стороны по специальной технологии). Эта пластина имеет синеватый отлив и способна поглощать требуемый спектр солнечного излучения многократно выше, чем при покрытии пластины самой черной из всех возможных красок или пигментов. С обратной стороны к пластине прикреплены медные

трубки, через которые проходит теплоноситель — вода или антифриз. Остальная часть коллектора состоит из корпуса с теплоизоляцией и защитного покрытия (как правило, используется закаленное стекло), оно обеспечивает защиту от града, мелких камней, веток, а также пропускает нужные спектры солнечного излучения и снижает обратное пропускание отраженной части солнечного излучения обратно. Поскольку теплоноситель имеет очень высокую температуру, его нельзя напрямую подавать в батареи отопления или в кран горячей воды. Такой теплоноситель подается в теплообменник, аккумулирующий тепло.

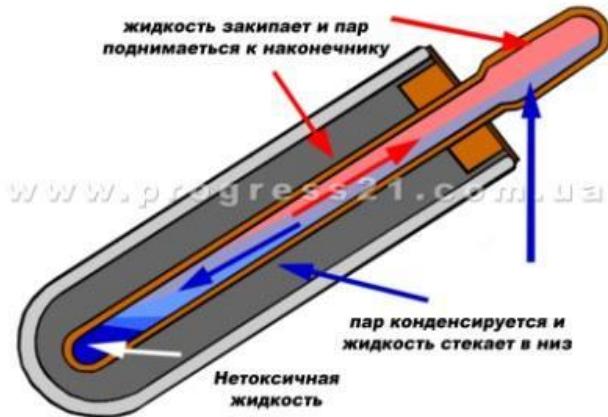


Рис.1. Вакуумная трубка

В гелиосистемах производства фирмы «Прогресс-XXI» используется высокоэффективный вакуумный трубчатый солнечный коллектор. Вакуумная тепловая труба автономна и состоит из сверхпрочного боросиликатного стекла. Внешняя трубка — прозрачная, а внутренняя имеет специальное селективное покрытие, которое обеспечивает максимальное поглощение тепла при минимальном отражении.

Для поддержания вакуума между внутренней и внешней трубками в солнечном водонагревателе «Прогресс-XXI» используется барийный газопоглотитель, который CO , CO_2 , N_2 , O_2 , H_2O и H_2 , которые выделяются из трубы в процессе хранения и эксплуатации, и является четким визуальным индикатором состояния вакуума в трубке солнечного коллектора.

При загазованности трубы барийный слой из серебристого становится белым, что позволяет определить целостность трубы вакуумного солнечного водонагревателя. При наличии солнечных лучей (прямых, рассеянных) поглощение тепла происходит в медной трубке, которая находится внутри вакуумной трубы и содержит неорганическую нетоксичную жидкость, которая испаряется при нагревании испаряется, а поскольку в трубке низкое давление, то это происходит даже при температуре минус 25-30°C. Пар поднимается к наконечнику (конденсатору) тепловой трубы, где отдает тепло теплоносителю (антифризу), который течет по теплопроводу гелиоколлектора. Потом он конденсируется и стекает вниз, и процесс повторяется снова. Солнечный водонагреватель с вакуумными трубками показывает отличные результаты даже в пасмурные дни, поскольку они способны поглощать энергию инфракрасных лучей, которые проходят через тучи. Благодаря изоляционным свойствам вакуума, влияние ветра и низких температур на работу гелиосистемы также незначительно по сравнению с влиянием на плоский солнечный коллектор. Система с вакуумным солнечным коллектором успешно работает до минус 35°C. Вакуумные трубы круглые, благодаря этому количество солнечного излучения, которое попадает на гелиоколлектор остается постоянным с утра до вечера, что увеличивает суммарную поглощаемую энергию в сравнении с плоским. Трубы установлены в солнечном водонагревателе параллельно, угол их наклона зависит от географической широты места установки системы отопления. Ориентированные из севера на юг, на протяжении дня трубы вакуумного солнечного коллектора пассивно двигаются за солнцем. Вакуумные солнечные коллекторы полностью пригодны для ремонта: в случае необходимости трубку можно заменить без остановки солнечного водонагревателя. За необходимостью вакуумные трубы можно добавлять (при недостатке тепла) или частично снимать (если есть его избыток), уменьшая площадь гелиоколлектора. Вакуумные солнечные коллекторы отлично справляются с обеспечением дома горячей водой, отоплением квартир, подогревом бассейнов, теплиц, работают в системах вентиляции, кондиционирования и отопления зданий. Работа гелиосистемы «Прогресс-XXI» проста, как с точки зрения эксплуатации, так и обслуживания и кроме вакуумного солнечного коллектора содержит насосный узел для перекачки теплоносителя от солнечного коллектора к баку; контроллер, который руководит работой всей системы; бак-аккумулятор горячей воды и пиковый доводчик (тепловой насос, электрический тэн или другой источник). Общий случай организации солнечной водонагревательной установки из собственно солнечного коллектора, теплообменного контура и аккумулятора тепла (бака с водой) показан на рис.2. Через солнечный коллектор циркулирует теплоноситель (жидкость). Теплоноситель нагревается в солнечном коллекторе

энергией солнца и отдает затем тепловую энергию воде через теплообменник, вмонтированный в бак-аккумулятор. В баке-аккумуляторе хранится горячая вода до момента ее использования, поэтому он должен иметь хорошую теплоизоляцию. В первом контуре, где расположен солнечный коллектор, может использоваться естественная или принудительная циркуляция теплоносителя. В бак-аккумулятор может устанавливаться электрический нагреватель-дублер. В случае понижения температуры воды в баке-аккумуляторе ниже установленной (продолжительная пасмурная погода или малое количество часов солнечного сияния зимой) нагреватель-дублер автоматически включается и нагревает воду до заданной температуры.

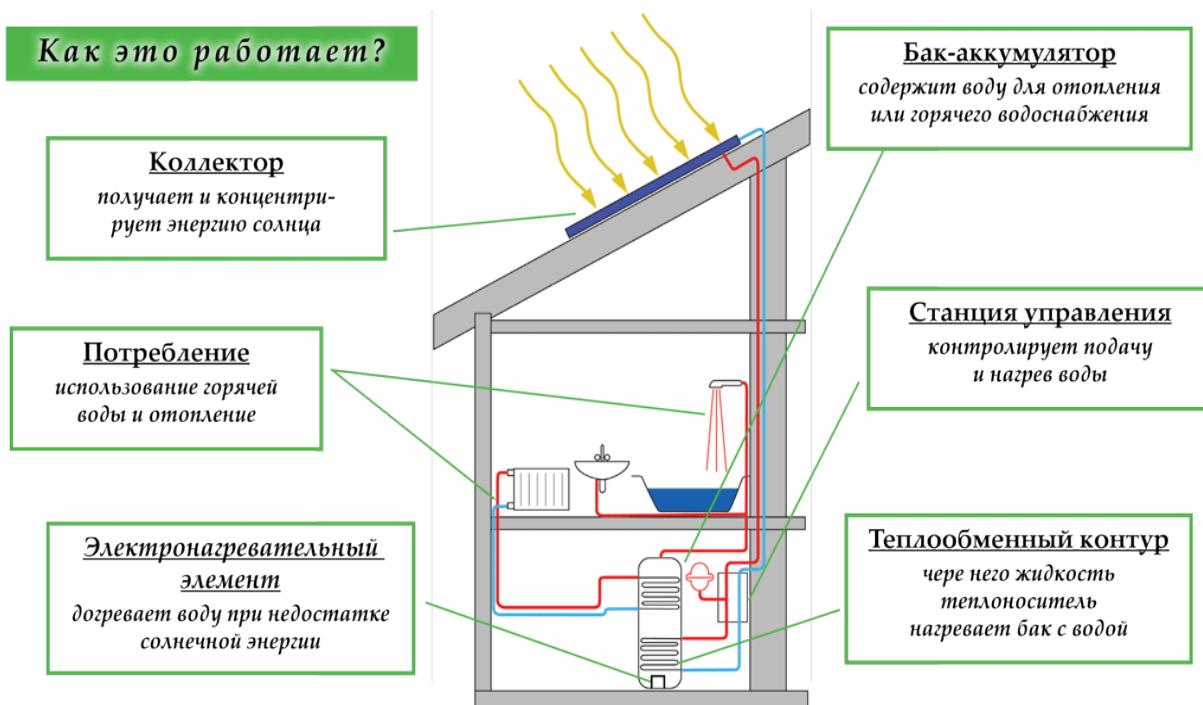


Рис. 2. Схема организации солнечной водонагревательной установки

Основное применение солнечных коллекторов в мире - для нагрева воды в системах горячего водоснабжения. Экономические выгоды приведены в табл.2:

Таблица 2

СОЛНЕЧНЫЙ ВОДОНАГРЕВАТЕЛЬ	ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ВОДОНАГРЕВАТЕЛЬ
Расходы содержание в год: 0-1000 руб.	Расходы содержание в год: 2000-6000 руб.
Объем: 150 - 300 л.	Объем: 60 - 120 л.
Срок службы: 15 - 30 лет	Срок службы: 10 - 15 лет
Расходы на содержание за 10 лет: до 10 тыс. руб.	Расходы на содержание за 10 лет: 20 - 60 тыс. руб.
Не загрязняет окружающую среду	Способствует загрязнению окружающей среды
Не зависит от расценок на электроэнергию	Расходы увеличиваются ежегодно с ростом тарифов на электроэнергию
Горячая вода доступна независимо от доступа к электроэнергии	Нагрев воды недоступен в случае отключения электроэнергии

По данным табл. 2 можно сделать вывод, что электронагреватели воды выгоднее для небольших хозяйств со сравнительно небольшим расходом горячей воды. Солнечные водонагреватели целесообразно использовать для хозяйств с большим расходом горячей воды и для целей отопления, в районах с высокими ценами на электроэнергию или в местах, где электроэнергия недоступна. Для сравнения в приведенной ниже табл. 3 даны расходы на установку и содержание различных отопительных систем для хорошо теплоизолированного дома площадью менее 100 кв. м. и потребностью в отоплении за сезон 25200 кВт·ч тепловой энергии. Система солнечных коллекторов является комбинированной с электрической и считается, что использует в среднем 70% солнечной энергии и 30% электрической. Для упрощения опустим расходы на

содержание и примем срок службы 20 лет. По данным табл. 2 наиболее экономически эффективной (и с наименьшими трудозатратами) является комбинированная система солнечных коллекторов и электронагревателей, которая за 20 лет получается в 2,5 раза дешевле дизельной и почти в два раза дешевле чисто электрической. А за весь срок жизни дома экономия будет еще выше, тем более, что цены на все энергоносители будут расти, а солнечная энергия так и останется бесплатной. Например, при цене 3 руб. за 1 кВт·ч электроэнергии система солнечных коллекторов сэкономит за 10 лет около 300 тыс. руб., а за 20 лет 700 тыс. руб. без учета затрат на техническое обслуживание, ремонт и инфляцию.

Таблица 3

	Капитальные затраты	стоимость 1 кВт·ч	кВт·ч за сезон	Экспл. затраты за сезон	Общие затраты за 10 лет	Общие затраты за 20 лет
Дизельное топливо	300 000	1.9 р.	25200	47 880р.	778 800р.	1 257 600р.
Электрическая энергия	40 000	1.8 р.	25200	45 360р.	493 600р.	947 200р.
Дрова	80 000	0.7 р.	25200	17 640р.	256 400р.	432 800р.
Солнечные коллекторы	240 000	0.6 р.	25200	15 120р.	391 200р.	542 400р.

Отметим, что такую выгоду для отопления могут обеспечить только качественные вакуумные коллекторы модели 20-21 с U-трубками производства компании Himin или такого же качества других производителей, и которые является примером наиболее эффективного и в то же время сравнительно компактного солнечного коллектора. Такой коллектор при правильной установке (на южную сторону под углом 50-60 градусов, без затенения) за отопительный сезон обеспечивает около 2200 киловатт-часов тепловой энергии, что соответствует теплу от примерно 400 кг каменного угля или 200 л. дизельного топлива (в зависимости от КПД печи или котла количество может быть больше или меньше). Но уголь и дрова надо постоянно запасать и засыпывать в печь, а топливо привозить и заливать. В то время как солнечная энергия поступает сама (в светлое время суток, интенсивно в течение 6 - 8 часов) и распределяется в систему отопления дома автоматически.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 51595-2000. Нетрадиционная энергетика. Солнечная энергетика. Коллекторы солнечные. Общие технические условия. М.: Госстандарт России. 2000.
2. Бутузов В.А., Брянцева Е.В., Бутузов В.В. Гелиоустановка горячего водоснабжения с двойным контуром // Промышленная энергетика. 2008. № 4.
3. Зотеев И. Возобновляемая энергетика в России. // Альтернативный киловатт. 2010 г. №1, с. 6-11.
4. <http://www.altalgroup.com/solar2.htm>.

PROSPECTS FOR THE RENEWABLE ENERGY SOURCES USE IN MUNICIPAL INSTITUTIONS.

G.P. Kolesnik, A.S. Krotova, A.S. Kazakovzev,
Vladimir State University e-mail: gkolesnik@vlsu.ru

Abstract

This report considers the use of solar and wind energy in the central federal district to produce electricity and thermal energy. It is pointed out that large-scale use of wind turbines and solar panels in the central regions of Russia is impractical due to their low power. A significant proportion of energy resources can be obtained in case of using solar collectors, vacuum tube in particular. It shows positive results even in cloudy weather.

Key words: solar energy, wind turbine, solar panel, solar collector vacuum tube.

КОММЕРЧЕСКИЕ ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Колесник Г.П., Грибакин В.С., Истомина Е.А.
Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых
gkolesnik@vlsu.ru

Потери электроэнергии при передаче от электростанции до потребителя неизбежны в силу ряда объективных причин, поэтому уровень потерь является важнейшим показателем экономичности работы энергоснабжающей организации, технического состояния электрооборудования станций и потребителей и

системы учета электроэнергии, а также эффективности их энергосбытовой деятельности. Решения в развитии, реконструкции и техническом перевооружении электрических сетей принимаются с учетом потерь электроэнергии. Следствием этих решений является совершенствование методов и средств их эксплуатации и автоматизации управления электрическими сетями, а также в повышении точности измерения и учета отпускаемой и потребляемой электроэнергии, эффективности и своевременности сбора денежных средств за поставленную потребителем всех уровней электроэнергию и т.п.

Принято считать, что относительные потери электроэнергии, при передаче от электростанции до потребителя, в электрических сетях большинства наиболее промышленно развитых стран мира можно считать удовлетворительными, если они не превышают 4 – 5 % от выработанной электроэнергии. Потери электроэнергии на уровне 10 % можно считать максимально допустимыми с точки зрения физики передачи электроэнергии по сетям, а уровень потерь более 12 % абсолютно недопустимым. Отметим, что особое внимание к проблеме снижения потерь электроэнергии в электрических сетях связано как с грядущим кризисом органических энергоносителей, так и с возникновением ряда негативных тенденций, отрицательно влияющих на уровень потерь в сетях, таких как: устаревшее оборудование (износ до 70 %), физический и моральный износ средств учета электроэнергии, несоответствие установленного оборудования передаваемой мощности вследствие недостаточной развитости электрических сетей. Поэтому проблема снижения потерь электроэнергии в электрических сетях актуальна, поскольку связана с решением обеспечением финансовой стабильности энергоснабжающих организаций (реализация планов модернизации электрических сетей) и экономически обоснованного, качественного и надежного электроснабжения потребителей.

Одним из видов потерь электроэнергии, влияющих на финансовое благополучие энергоснабжающих организаций являются коммерческие потери, в создании которых участвуют две стороны, как производители, так и потребители электроэнергии [1]. Степень их участия следует из определений:

Абсолютные потери электроэнергии – разность электроэнергии, отпущенной в электрическую сеть генерирующей кампанией и полезно отпущенной потребителям электроснабжающей организацией.

Технические потери электроэнергии – потери, обусловленные физическими процессами передачи, распределения и трансформации электроэнергии, определяются расчетным путем по методикам электроснабжающих организаций. Технические потери электроэнергии делятся на условно-постоянные и переменные (зависящие от электрической нагрузки).

Коммерческие потери электроэнергии – потери, определяемые как разность абсолютных и технических потерь (структура коммерческих потерь приведена в таблице).

Отметим, что в большинстве случаев коммерческие потери электроэнергии обусловлены конкретными объективными причинами, в том числе и человеческим фактором. Однако, потребители электроэнергии с преимущественно однофазной нагрузкой, к которым относятся учреждения здравоохранения, образования, жилищно-коммунальное хозяйство и др. обеспечивают значительную долю (до 50 %) коммерческих потерь за счет несимметричных режимов работы и являются вероятными виновниками ухудшения качества электроэнергии. Однако финансовая ответственность за потери, созданные в этом случае потребителем, перекладывается на поставщиков электроэнергии.

Коммерческие потери электроэнергии	
Потери из-за недостатков энергосбытовой деятельности	Потери при востребовании оплаты за потребленную электроэнергию
<ul style="list-style-type: none"> - потери при выставлении счетов; - потери из-за несоответствия дат снятия показаний расчетных счетчиков с расчетным периодом; - потери из-за расчетов потребленной электроэнергии абонентом на основе договоров без учетного электропотребления и др. 	<ul style="list-style-type: none"> - задержки платежей; - недоплата или неполнная оплата и др.
Потери из-за ограничения потребляемой мощности	Хищение электроэнергии
<ul style="list-style-type: none"> - неоплата мощности ограничения 	<ul style="list-style-type: none"> - незаконное подключение к сетям электроснабжения; - мошенничество с приборами учета и др.
Потери на истребование долгов, выявление и ликвидация хищения электроэнергии	Потери из-за нарушения качества электроэнергии
<ul style="list-style-type: none"> - судебные расходы; - транспортные расходы и др. 	<ul style="list-style-type: none"> - законный отказ от оплаты некачественной электроэнергии или уменьшение платежей; - затраты на ремонт электроустановок, локализацию и ликвидацию причин нарушения качества электроэнергии

Подключение несимметричных электрических нагрузок даже в синусоидальном режиме без компенсирующих устройств (КУ) приводит к появлению токов обратной последовательности, дополнительных

потерь, пульсаций мгновенной мощности и не симметрии напряжения, в конечном итоге к ухудшению качества энергии [1].

Дополнительные потери при несимметричной электрической нагрузке, а она составляет около 40 % всей нагрузки промышленного предприятия и 80 % для жилищно-бытового комплекса, могут даже превышать потери от реактивной мощности. При этом предельно допустимое значение коэффициента несимметрии напряжений по нулевой последовательности, в точках общего присоединения к четырехпроводным электрическим сетям с номинальным напряжением 0,38 кВ превышает 10 % вместо 4 % [1]. Поскольку эти дополнительные потери не влияют на количество электроэнергии, зафиксированной счетчиками потребителя, то в проигрыше остается энергоснабжающая организация, которая в свою очередь закладывает эти потери в тарифы на электроэнергию для потребителя. Поэтому расчет дополнительных потерь электроэнергии при несимметричных режимах представляется актуальной и довольно интересной задачей, для решения которой необходимо рассмотреть в качестве исходных симметричные режимы, а затем частичные и полные несимметричные режимы.

В **синусоидальном режиме** энергетические процессы, в точках общего присоединения к четырехпроводным электрическим сетям несимметричной трехфазной электрической нагрузки, полностью определяются комплексами действующих значений фазных напряжений и токов (в общем случае трехмерными комплексными векторами с вещественными координатами):

$$\mathbf{V} = \begin{bmatrix} \dot{V}_a \\ \dot{V}_b \\ \dot{V}_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_a e^{j\psi_a} \\ V_b e^{j\psi_b} \\ V_c e^{j\psi_c} \end{bmatrix}; \quad \mathbf{I} = \begin{bmatrix} \dot{I}_a \\ \dot{I}_b \\ \dot{I}_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_a e^{j\varphi_a} \\ I_b e^{j\varphi_b} \\ I_c e^{j\varphi_c} \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Известно, что скалярное произведение трёхмерных комплексных векторов (транспонированный вектор напряжения \mathbf{V}^T на комплексно сопряженный вектор тока \mathbf{I}^*) в случае синусоидального режима позволяет определить полную комплексную мощность трехфазной электрической нагрузки:

$$\dot{S} = \mathbf{V}^T \mathbf{I}^* = \dot{V}_a I_a^* + \dot{V}_b I_b^* + \dot{V}_c I_c^* = \dot{S}_a + \dot{S}_b + \dot{S}_c = P + jQ. \quad (2)$$

В этом случае действительная и мнимая части полной комплексной мощности (2) определяют активную и реактивную мощности трехфазной нагрузки:

$$P = \Re(\dot{S}) = P_a + P_b + P_c, \quad Q = \Im(\dot{S}) = Q_a + Q_b + Q_c. \quad (3)$$

В случае синусоидального режима активная и реактивная мощности жестко связаны между собой через модуль полной комплексной мощности, который можно назвать геометрической мощностью трехфазной нагрузки (в математике это среднегеометрическое):

$$S_G = |\dot{S}| = |\dot{S}_a + \dot{S}_b + \dot{S}_c| = \sqrt{P^2 + Q^2}. \quad (4)$$

При **синусоидальном режиме и симметричной нагрузке** (комплексные проводимости фаз равны) геометрическая мощность трехфазной нагрузки S_B , определяемая как произведение модулей трёхмерных комплексных векторов, будет равна геометрической мощности, вычисляемой по (4)

$$S_B = |\mathbf{V}| |\mathbf{I}| = \sqrt{V_a^2 + V_b^2 + V_c^2} \cdot \sqrt{I_a^2 + I_b^2 + I_c^2} = \sqrt{P^2 + Q^2}, \quad (5)$$

т.е. выполняется равенство $S_B = S_G$.

В случае **синусоидального симметричного режима в точке подключения несимметричной нагрузки** напряжение смещения нейтрали и ток в нейтральном проводе будут отличны от нуля и поэтому векторное произведение трехмерных комплексных векторов с вещественными координатами позволяет определить мощность не симметрии нагрузки (мощность небаланса) [2]

$$\mathbf{D} = \mathbf{V} \times \mathbf{I} = \begin{bmatrix} \dot{V}_a \\ \dot{V}_b \\ \dot{V}_c \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \dot{I}_a \\ \dot{I}_b \\ \dot{I}_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_a e^{j\psi_a} \\ V_b e^{j\psi_b} \\ V_c e^{j\psi_c} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} I_a e^{j\varphi_a} \\ I_b e^{j\varphi_b} \\ I_c e^{j\varphi_c} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{V}_b \dot{I}_c - \dot{V}_c \dot{I}_b \\ \dot{V}_c \dot{I}_a - \dot{V}_a \dot{I}_c \\ \dot{V}_a \dot{I}_b - \dot{V}_b \dot{I}_a \end{bmatrix}. \quad (6)$$

Вектор \mathbf{D} будет нулевым только при синусоидальном симметричном режиме и симметричной нагрузке (как произведение двух нулевых векторов), а при несимметричной нагрузке вектор \mathbf{D} считают трехмерным вектором реактивной (по определению векторного умножения) мощности небаланса (все слагаемые выражения (6) имеют размерность мощности)

$$\mathbf{D} = [D_a, D_b, D_c], \quad (7)$$

а его модуль $D_u = |\mathbf{D}|$ – действующей величиной реактивной мощности небаланса.

В случае синусоидального режима при несимметричных напряжениях фаз и несимметричной нагрузке вектор D геометрически суммируется с вектором полной мощности симметричного режима, поэтому справедливо следующее соотношение [2, 3]

$$|I|^2 |V|^2 = |V^* I^*|^2 + |V \times I|^2 \quad (8)$$

Следовательно

$$S_B^2 = S_G^2 + D_u^2 \quad (9)$$

Таким образом, геометрическая мощность трехфазной нагрузки в случае синусоидального режима при несимметричных напряжениях фаз и несимметричной нагрузке включает в себя и дополнительные потери обусловленные током небаланса и напряжением смещения нейтрали и имеющие смысл потерю от реактивной мощности, не учитываемые счетчиками активной энергии энергоснабжающей организации

$$S_B^2 = P^2 + Q^2 + D_u^2. \quad (10)$$

Поскольку вектор напряжения смещения нейтрали и ток в нейтральном проводе (ток небаланса) обусловлены как несимметрией фазных напряжений, так и несимметрией сопротивлений фаз нагрузки, то мощность небаланса (вектор D) можно определить также векторным произведением вектора смещения напряжения нейтрали на вектор тока нейтрали

$$D_u = \dot{U}_N \times \dot{I}_N. \quad (11)$$

Наличие дополнительных потерь, обусловленных током небаланса и напряжением смещения нейтрали, приводит к несимметричным падениям напряжения, ухудшению качества электроэнергии, уменьшению коэффициента мощности, недоучету электроэнергии, т.е. к увеличению коммерческих потерь.

В идеальном случае коммерческие потери электроэнергии в электрической сети, должны быть равны нулю. Очевидно, однако, что в реальных условиях отпуск от генерации в сеть, полезный отпуск потребителю и технические потери определяются с погрешностями. Разности этих погрешностей фактически и являются структурными составляющими коммерческих потерь.

К основным составляющим погрешностей измерений отпущененной в сеть и полезно отпущенной электроэнергии относятся: погрешности измерений электроэнергии в нормальных условиях работы измерительных комплексов ИК, определяемые классами точности трансформаторов тока ТТ, трансформаторов напряжения ТН и счетчика электроэнергии СЭ; дополнительные погрешности измерений электроэнергии в реальных условиях эксплуатации ИК, обусловленные; заниженным против нормативного коэффициентом мощности нагрузки (дополнительной угловой погрешностью); влиянием на СЭ магнитных и электромагнитных полей различной частоты; недогрузкой и перегрузкой ТТ, ТН и СЭ; не симметрией и уровнем подведенного к ИК напряжения; работой СЭ в не отапливаемых помещениях с недопустимо низкой температурой и т.п.; недостаточной чувствительностью СЭ при их малых нагрузках, особенно в ночные часы; систематические погрешности, обусловленные сверхнормативными сроками службы ИК; погрешности, связанные с неправильными схемами подключения электросчетчиков, ТТ и ТН, в частности, нарушениями фазировки подключения счетчиков; погрешности, обусловленные неисправными приборами учета электроэнергии; погрешности снятия показаний электросчетчиков из-за ошибок или умышленных искажений записей показаний; не одновременности или невыполнения установленных сроков снятия показаний счетчиков, нарушения графиков обхода счетчиков; ошибок в определении коэффициентов пересчета показаний счетчиков в электроэнергию. Следует заметить, что при одинаковых знаках составляющих погрешностей измерений отпуска в сеть и полезного отпуска коммерческие потери будут уменьшаться, а при разных - увеличиваться. Это означает, что с точки зрения снижения коммерческих потерь электроэнергии необходимо проводить согласованную техническую политику повышения точности измерений отпуска в сеть и полезного отпуска. В частности, если, например, односторонне уменьшать систематическую отрицательную погрешность измерений (модернизировать систему учета), не меняя погрешность измерений, коммерческие потери при этом возрастают, что, кстати, имеет место на практике [4, 5].

Коммерческая составляющая потерь, обусловленная занижением полезного отпуска из-за недостатков энергосбытовой деятельности, включает в себя: неточность данных о потребителях электроэнергии, в том числе, недостаточной или ошибочной информацией о заключенных договорах на пользование электроэнергией; ошибками при выставлении счетов, в том числе не выставленными счетами потребителям из-за отсутствия точной информации по ним и постоянного контроля за актуализацией этой информации; отсутствием контроля и ошибками в выставлении счетов клиентам, пользующимся специальными тарифами; отсутствием контроля и учета откорректированных счетов и т.п.

Потери от хищений электроэнергии являются наиболее существенной составляющей коммерческих потерь. Опыт борьбы с хищениями электроэнергии в различных странах обобщается специальной экспертной группой по изучению вопросов касающихся кражи электроэнергии и неоплаченных счетов (неплатежей). При этом термин «кража электроэнергии» применяется только в тех случаях, когда электроэнергия не учитывается

или не полностью регистрируется по вине потребителя, либо когда потребитель вскрывает счетчик или нарушает систему подачи электропитания с целью снижения учитываемого счетчиком расхода потребляемой электроэнергии.

Обобщение международного и отечественного опыта по борьбе с хищениями электроэнергии показало, что в основном этими хищениями занимаются бытовые потребители. Имеют место кражи электроэнергии, осуществляемые промышленными и торговыми предприятиями, но объем этих краж нельзя считать определяющим. Хищения электроэнергии имеют достаточно четкую тенденцию к росту, особенно в регионах с неблагополучным теплоснабжением потребителей в холодные периоды года. А также практически во всех регионах в осенне-весенние периоды, когда температура воздуха уже сильно понизилась, а отопление еще не включено.

Как правило, в осенне-зимние и зимне-весенние периоды года имеют место недоплаты за электроэнергию, а в весенне-летние и летне-осенние периоды эти недоплаты в определенной мере компенсируются. В докризисный период эта компенсация была практически полной, и потери электроэнергии за год редко когда имели коммерческую составляющую. В настоящее время осенне-зимние и зимне-весенние сезонные недоплаты за электроэнергию намного превышают в большинстве случаев суммарную оплату в другие периоды года. Поэтому коммерческие потери имеют место по месяцам, кварталам и за год в целом [6].

Коммерческие потери электроэнергии нельзя измерить, их можно с той или иной погрешностью вычислить. Значение этой погрешности зависит не только от погрешностей измерений объема хищений электроэнергии, наличия «бесхозных потребителей», других рассмотренных выше факторов, но и от погрешности расчета технических потерь электроэнергии. Чем более точными будут расчеты технических потерь электроэнергии, тем, очевидно, точнее будут оценки коммерческой составляющей.

Библиографический список

1. ГОСТ 13109 – 97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. М.: ИПК Издательство стандартов. 1998 г.
2. Сиротин Ю. А Качество энергоснабжения и энергопотребления в разбалансированной трехфазной системе /Ю.А. Сиротин // Электрика. - 2009. - №6. - С. 22-27; 2009. - №7. С. 15-21. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nait.ru/journals>.
3. Сиротин Ю. А. Мощность разбаланса и пульсации мгновенной мощности при симметричном напряжении / Ю. А. Сиротин // Электрика. - 2009.- № 11. - С. 22-27. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nait.ru/journals>.
4. Воротницкий В., Апряткин В. Коммерческие потери электроэнергии в электрических сетях. Новости электротехники, №4, 2002 г.
5. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов. М.: ЭНАС, 2009.
6. Могиленко А.В. Эффективность электросетевых компаний. Экспертная система сравнения // Новости ЭлектроТехники. – 2008. – № 2(50). – С. 162–164.

COMMERCIAL ELECTRICITY LOSSES.

G.P. Kolesnik, Gribakin V.S., E.A. Istomina
Vladimir State University

Abstract

The report addresses to the structure of commercial electricity losses due to technical and human factors. It is pointed out that a significant part of commercial losses is the result of unbalanced load and inaccuracy in the electricity (sold) released in network measurement. The calculated ratios for estimating the loss of electricity due to unbalance phase loads are shown.

Keywords: commercial losses, technical factor, the human factor, unsymmetrical load, measurement errors, tempered electricity.



СЕКЦИЯ 8

ЭКОЛОГИЯ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

ВЛИЯНИЕ ГРАДИЕНТА МАГНИТНОГО ПОЛЯ В АНОМАЛЬНОЙ ЗОНЕ АКТИВНОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗЛОМА НА ПОКАЗАТЕЛИ ЭЭГ ЧЕЛОВЕКА

Побаченко С.В.¹, Соколов М.В.¹, Шитов А.В.²

¹ Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия,

² Горно-Алтайский государственный университет, г. Горно-Алтайск, Россия.

MaxS@sibmail.com

В настоящее время общепризнанно, что магнитные поля окружающей среды являются экологическим фактором, в значительной степени определяющим оптимальное функционирование живых систем, в том числе организма человека [1,2,3]. Установлено, что флуктуации фоновых магнитных полей, возникающие в периоды магнитных бурь, либо вызванные тем или иным техногенным агентом или проявляющиеся в местах активных геологических разломов могут являться причиной выраженных нарушений функционирования основных регуляторных систем организма человека, таких как нервная и сердечно - сосудистая система, что, в свою очередь, может приводить к снижению резистентности организма к различным заболеваниям. Есть весьма убедительные эпидемиологические данные по повышению уровней госпитализаций, вызванных подобными геомагнитными условиями [4,5]. В то же время, данные о реакции функциональных систем организма человека в периоды непосредственного воздействия вариаций параметров магнитных полей носят относительно фрагментарный характер, в первую очередь это относится к online-оценкам функционального состояния мозга человека. Существует ряд работ связанных с оценками параметрических модификаций характеристик электрической активности мозга (ЭЭГ) человека в периоды геомагнитных возмущений [6,7], а результатов исследований показателей ЭЭГ мозга человека в зонах с аномальными значениями магнитных полей нами не обнаружено. В связи с этим, было организовано и проведено экспериментальное исследование динамики показателей функционального состояния мозга человека в естественных условиях в зоне активного геологического разлома с аномальным градиентом магнитного поля. Данная зона была обнаружена в эпицентре мощного землетрясения (8.5 балла по шкале Рихтера) 2003 года в окрестности поселка Бельтир (Горный Алтай).

Методика экспериментальных исследований

Исследования проводились в экспедиционном режиме в Кош-Агачском административном районе Республики Алтай (пос. Бельтир) с 1-го по 3-е августа 2013 года. Каждый из волонтеров во время мониторинга проходил по одному и тому же маршруту (рис. 1а) с нахождением в магнитоаномальной зоне в течении 15-20 мин (рис. 1б). В исследовании принимали участие два волонтера. Производилась круглосуточная запись параметров ЭЭГ. Общая геомагнитная активность в период проведения измерений была низкой (Кр = 1 - 2).

Для определения изменения характеристик электрической активности головного мозга использовался электроэнцефалографический комплекс "Энцефалан-ЭЭГР -19/26" (рис. 1в), позволяющий проводить мониторинг параметров ЭЭГ в автономном режиме с записью данных на карту памяти регистратора (по типу холтеровских ЭКГ) при полной свободе жизнеактивности человека в любых условиях его размещения.

Для анализа, в контексте настоящей работы, были использованы временные ряды амплитудных значений ЭЭГ, которые были разбиты на семь десятиминутных интервалов: два интервала соответствуют времени нахождения волонтера в лагере до прибытия в аномальную зону, один интервала соответствует времени нахождения волонтера в зоне магнитной аномалии и четыре интервала после возвращения в базовый лагерь. Затем для каждого интервала, с помощью дискретного Фурье-преобразования, производился расчет абсолютных значений спектральной мощности, для диапазонов частот (0.3-4.0 Гц, 8.0-13.0 Гц), по всем ЭЭГ – отведениям для всех экспериментальных серий.

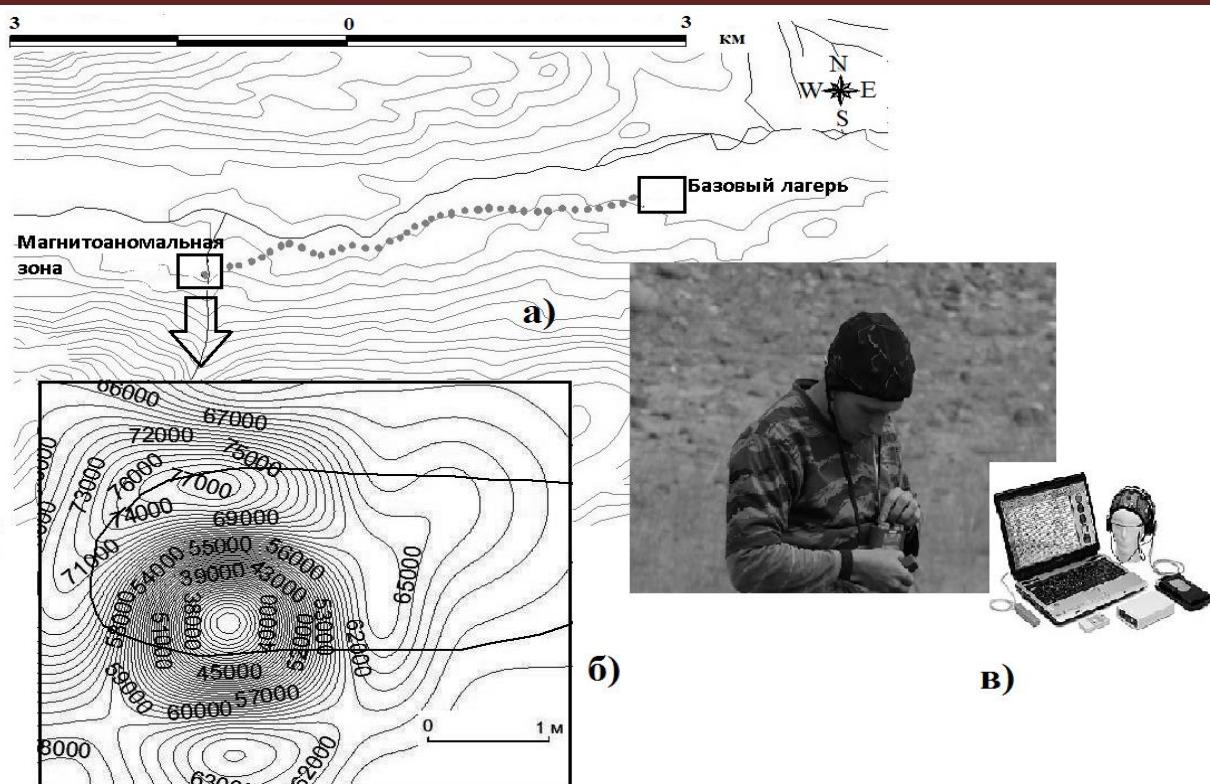


Рисунок 1 — а) маршрут измерений; б) увеличенное изображение аномальной зоны с фиксируемыми значениями магнитного поля (нТ); в) волонтер во время проведения измерений ("Энцефалан-ЭЭГР -19/26")

Результаты и их обсуждение

Анализ полученных данных по динамике изменения спектральной мощности в исследуемых частотных диапазонах ЭЭГ для первого волонтера (МВ) позволяет заметить наличие следующих закономерностей. Как видно из распределения в диапазоне частот 0.3-4.0 Гц, представленного на рисунке 3а, в интервал времени соответствующего времени нахождения волонтера в лагере до прибытия в зону магнитной аномалии уровень спектральной мощности не изменяется. В интервал времени соответствующий пребыванию волонтеров в зоне магнитной аномалии, происходит значимое увеличение значений спектральной мощности. В интервалы времени соответствующие возвращению волонтеров в лагерь, значений мощности в данном частотном диапазоне снижается до исходного уровня.

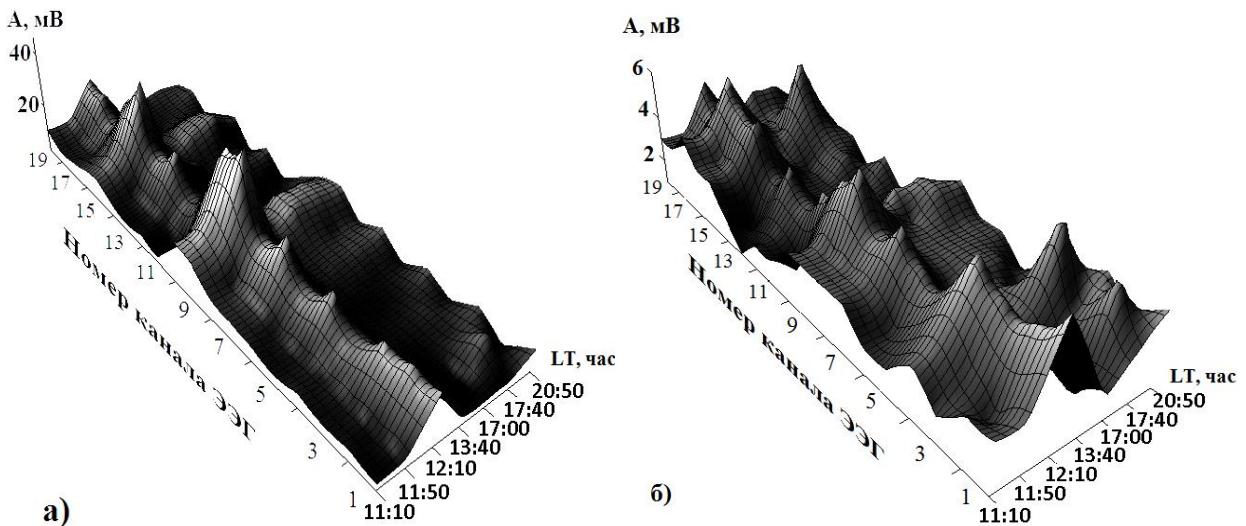


Рисунок 3 (а, б) — Распределение амплитудных значений спектральной мощности по 19 отведениям в диапазоне частот 0.3-4.0 Гц (а) и 8.0-13.0 Гц (б) для волонтера МВ

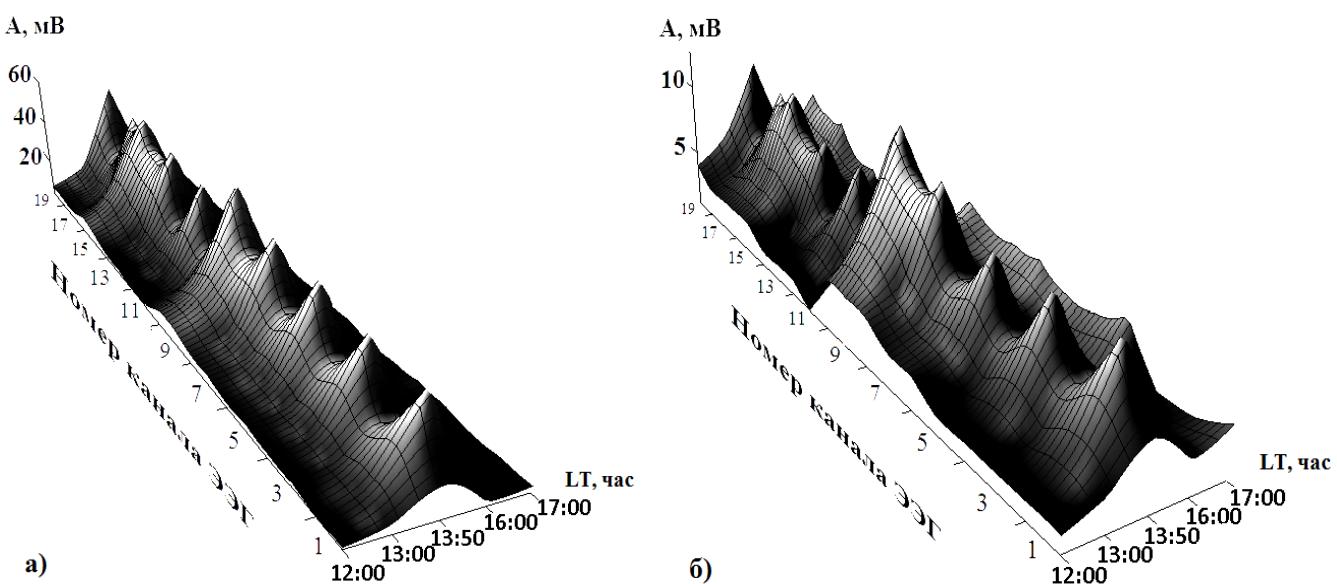


Рисунок 4 (а, б) — Распределение амплитудных значений спектральной мощности по 19 отведениям в диапазоне частот 0.3-4.0 Гц (а) и 8.0-13.0 Гц (б) для волонтера АВ

В диапазоне частот 8.0-13.0 Гц также наблюдается значительное увеличение амплитудных значений во время нахождение волонтера в зоне с аномальным градиентом магнитного поля (рисунок 3б), затем также происходит снижение уровня до исходного. Следует заметить, что пики в 20:50 часов обусловлены неотфильтрованными артефактами, связанными с движением (согласно отчета волонтера). Оценка усредненных значений фиксируемых амплитудных значений у данного волонтера позволяет констатировать увеличение в 2.6 раза при нахождении в аномальной зоне.

У второго волонтера (АВ) наблюдается схожая реакция активации в дельта (рисунок 4а) и в альфа (рисунок 4б) диапазонах, во время пребывания волонтера в зоне с аномальным градиентом магнитного поля. Но в отличие от волонтера МВ у волонтера АВ этот эффект проходит с большим увеличением амплитудных значений как в альфа, так и в дельта диапазоне. У данного волонтера происходило увеличение амплитуд в среднем 3.5 раза.

На рисунках 5,6 представлено распределение значений спектральной мощности на временных интервалах, соответствующих периодам входа волонтеров непосредственно в зону аномального поля.

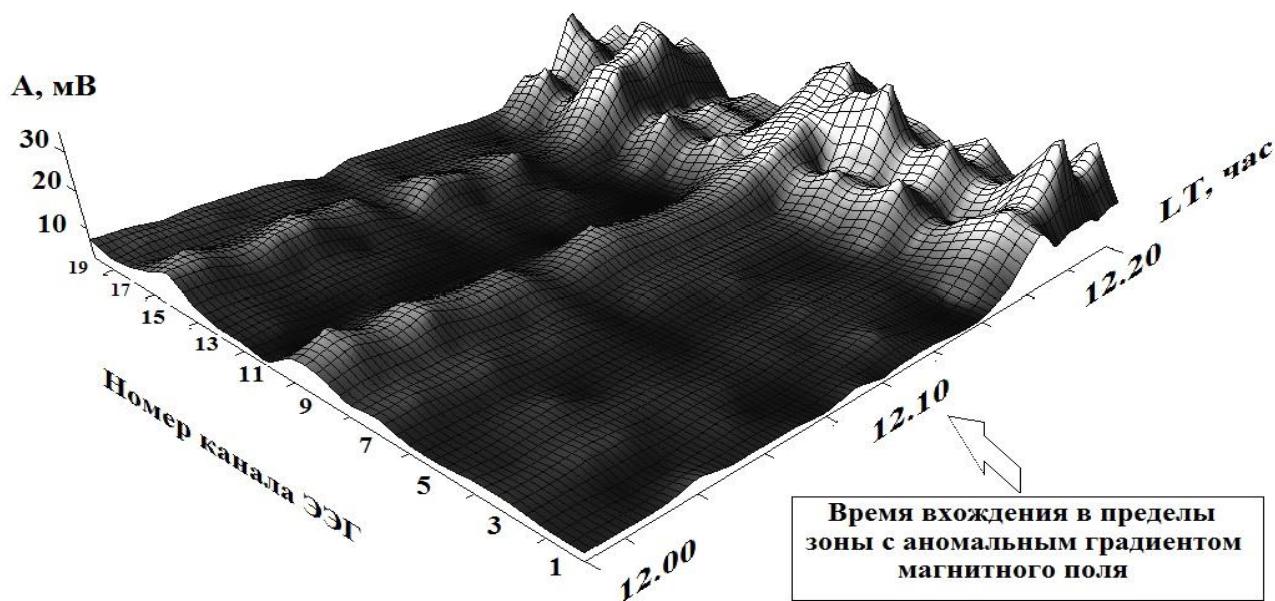


Рисунок 5 — Распределение значений спектральной мощности по 19 отведениям ЭЭГ в диапазоне частот 0.3-4.0 Гц для волонтера МВ

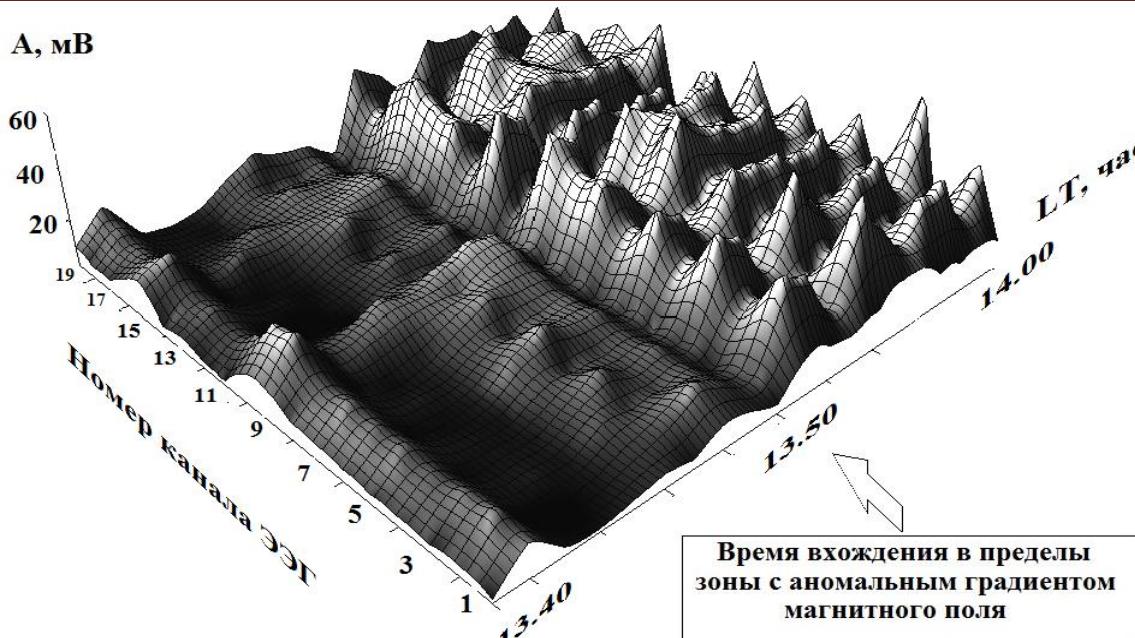


Рисунок 6 — Распределение значений спектральной мощности по 19 отведениям ЭЭГ в диапазоне частот 0.3-4.0 Гц для волонтера АВ

Данное представление результатов позволяет, наряду с описанной выше индуцируемой реакцией увеличения амплитудных значений, в данном случае, в диапазоне Δ -активности отметить одно очевидное отличие, связанное с периодом (инерционностью) реагирования. Так у волонтера МВ фиксируется задержка в появлении реакции активации порядка четырех минут при нахождении в аномальной зоне (рис. 5), в то время как у волонтера АВ данный эффект наступил сразу же после входа в зону (рис. 6). Аналогичные соотношения наблюдаются и в диапазоне α -активности ЭЭГ. Возможно данные различия могут иметь методический характер, связанный с разными местами расположения волонтеров в зоне. Впрочем это может быть связано и с индивидуальными особенностями организма, а также с тем, что волонтеры находятся в разных возрастных категориях: волонтеру МВ на момент проведения эксперимента было 23 года, а волонтеру АВ – 47 лет.

Кроме того, можно отметить ряд закономерностей, связанных с особенностями отклика на аномальные характеристики магнитного поля левого и правого полушарий головного мозга, а так же со спецификой синхронизации активности в тестируемых диапазонах. Данные реакции отчасти сходны с результатами реакций на магнитные бури, представленными в работах [6,7]. Подобный тип модификаций функционального состояния мозга человека, вероятно, можно определить как неспецифическая ориентационная реакция на внешний стимул, неидентифицируемый системами сенсорной индикации, но однозначно воспринимаемый организмом. Данное предположение соответствует концептуальным представлениям о стохастической детерминации биоритмических процессов регуляции контуров управления в живых системах внешними факторами гелиогеофизической природы.

В целом, полученные результаты позволяют констатировать, что при попадании человека в зону с аномальным градиентом магнитного поля у него наблюдается значимое повышение амплитудных значений ЭЭГ (в 2 - 3,5 раза относительно фонового уровня) для основных функциональных частотных диапазонов (α , Δ). При этом волонтер не испытывает никаких субъективных ощущений. При выходе из зоны через некоторое время показатели возвращаются на исходный уровень.

Таким образом, выявлена индуцированная реакция в динамике параметров электрической активности мозга человека при непосредственном влиянии аномального градиентного магнитного поля зоны активного геологического разлома.

Библиографический список

1. Дубров А.П. Геомагнитное поле и жизнь : Краткий очерк по геомагнитобиологии. – Л. : Гидрометеоиздат, 1974. – 176 с.
2. Владимирский Б.М Солнечная активность и общественная жизнь. Космическая историометрия: от первых российских космистов до наших дней. М.: Изд-во Либроком, 2013. – 192 с.
3. Колесник А.Г., Колесник С.А., Побаченко С.В. Электромагнитная экология. Томск: ТМЛ-Пресс, 2009. 336 с
4. Ораевский В.Н., Бреус Т.К., Баевский Р.М., Рапопорт С.И., Петров В.М., Барсукова Ж.В., Гурфинкель Ю.И., Рогоза А.Т. Влияние геомагнитной активности на функциональное состояние организма // Биофизика. 1998. Т.43, вып. 5. С. 819-826

5. Бреус Т.К., Чибисов С.М., Баевский Р.М. Хроноструктура биоритмов сердца и факторы внешней среды. М.:Изд-во «Полиграф сервис», 2002
6. Белов Д.Р., Гетманенко О.В., Киселев Б.В. Двухфазная реакция нервной системы человека на геомагнитные бури, по данным ЭЭГ// Рос. физиол. журн. им. И.М.Сеченова. 2001. Т.87, №3. С 296-313.
7. Белов Д.Р., Кануников И.Е., Киселев Б.В. Зависимость пространственной синхронизации ЭЭГ человека от геомагнитной активности в день опыта// Рос. физиол. журн. им. И.М.Сеченова. 1998. Т.84, №3. С 761-773.

INFLUENCE MAGNETIC FIELD GRADIENT IN THE ANOMALOUS ZONE ACTIVE GEOLOGICAL FAULTS ON THE EEG OF THE HUMAN BRAIN

Pobachenko S.V.¹, Sokolov M.V.¹, Shitov A.V.²

¹ National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

² Gorno-Altaisk State University, Gorno-Altaisk, Russia/

It was an experimental study of the dynamics of the functional state of the human brain *in vivo* in the zone of active geological fault with anomalous magnetic field gradient. The results of studies of the dynamics of the human brain EEG indices, located in a zone of anomalous values of the magnetic field and beyond. Found that when released into the identified area observed a significant increase in the amplitude of EEG indices of recorded values (2 - 3.5 times above background levels) for major functional frequency bands (α , Δ). Shown on the analysis of the dynamics of daily EEG parameters, as well as control data for the same volunteers taken in an area without abnormal variations that effect is uniquely identified due to the influence of a gradient magnetic field.

Thus, the detected induced reaction dynamics parameters in the electrical activity of the human brain with the direct effect of the anomalous magnetic field gradient zone of active geological fault.

Keyword: electroencephalogram (EEG), anomalous magnetic field gradient, zone of active geological fault.

НЕТРАДИЦИОННЫЙ ВЗГЛЯД НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ИХ РЕШЕНИЕ

Анисимов А.В.

Казанский институт биохимии и биофизики КазНЦ РАН, anisimov@mail.knc.ru

сделать? В попытке ответа на эти вопросы в субъективно-аксиоматической, тезисной форме с привлечением в качестве опорного термина понятия «природа», приводится ряд положений, предполагающих место, роль, способы взаимодействия разумной жизни с окружающей средой.

При анализе экологических проблем, как правило, не поднимается вопрос о сути феномена «жизнь», хотя очевидно, что экологические проблемы, образно говоря, идут вслед за жизнью. Исходя из понимания этой причинно-следственной связи ясно, что выявить фундаментальные основы возникновения экологических проблем невозможно без определения причин существования феномена жизни. Очевидно также, что ответ на вопрос: что такое жизнь, каковы ее цели занимает умы философов, исследователей с древнейших времен, но по многим пунктам «...воз и ныне там...». Вследствие многогранности проявления жизни дать одно определение на все случаи жизни крайне сложно и возможно более продуктивным подходом является предложение частного определения, привязанного к конкретной задаче.

1. Применительно к теме настоящей работы, опираясь на известный феномен расширения окружающего пространства и используя индуктивный метод анализа проблем, определение жизни может выглядеть в следующей форме: **жизнь - инструмент природы для диссипации окружающих объектов пространства из относительно более энергонасыщенных состояний в менее энергонасыщенные**. Иными словами – жизнь мельница, перемалывающая энергонасыщенную материю пространства в менее энергонасыщенные формы или жизнь- процесс повышения энтропии окружающей среды.

Почему потребовалось упомянуть о феномене расширения вселенной? По существующим представлениям расширение пространства является одним из главных проявлений развития вселенной и сопровождается уменьшением удельной энергетической плотности пространства. Процессы, которые не противоречат этому явлению, идут с ним, что называется, «нога в ногу» допускаются природой к существованию. Если оценить какой объем энергонасыщенной материи разумная жизнь перемолотила за время своего сравнительно небольшого периода существования трудно не прийти к мысли, что жизнь - процесс диссипации.

2. Жизнь – самозатачивающийся инструмент – часть энергии диссипации расходуется на поддержание, расширяющееся воспроизведение и распространение жизни в пространстве

3. Разумная жизнь весьма эффективный инструмент диссипации, поскольку обладает способностью к **прогнозу- моделированию динамики окружающей среды в виртуальном пространстве сознания**. В итоге при сравнительно небольших затратах энергии на прогноз-моделирование резко увеличивается вероятность практической реализации процессов, обеспечивающих высокую интенсивность диссипации Для реализации

процесса моделирования необходима информация о внешней среде и ее (информации) обновление в связи с непрерывными изменениями окружающей среды .

Побочным эффектом способности к процессам моделирования –прогнозирования является феномен творчества, в результате которого разумом генерируются объекты, отличающиеся от тех, что есть в природе.

4. Диссипация окружающей среды как глобальная задача жизни не осознается человеком, осознаются последствия диссипации – разрушение окружающей среды, Очевидно, что глобальный процесс диссипации проходил всегда и его невозможно остановить. Проблема адаптации жизни к фактору диссипации решалась задолго до возникновения современного уровня разума . Два главных примера: жизнь подстраивается под окружающую среду прыжками-циклами, где каждое следующее поколение отличается от старого новыми адаптивными приспособлениями к среде обитания; двуполое размножение – адаптивный механизм, основанный на разделении функций сбора и использования информации: мужская особь- подвижный, универсальный, самодостаточный в программах поведения сборщик информации об окружающей среде, женская – потребитель информации для реализации ее в адаптивных качествах нового поколения.

5.Вторая часть проблемы экологического Армагеддона связана с законом наименьших энергетических затрат при производстве информации.

6. Одно из известных определений информации: « Информация - отраженное разнообразие» [1]. Иными словами, любой контакт: визуальный, акустический, тактильный, химический, мысленный, инструментальный, т.е. любой без исключений контакт-взаимодействие с любыми объектами и процессами внешней среды, переводит эти объекты в категорию информации или, по другому – производит информацию. Процесс запоминания, как элемент процесса отражения в формулировке информации представляет, по сути дела, процесс складирования, запасания информации в виртуальном пространстве сознания. Функция запасания информации абсолютно необходима для обеспечения информативным субстратом (сырьем) процесса прогнозирования и моделирования динамики окружающей среды в виртуальном пространстве сознания.

7. В числе важнейших положений информативного контакта человека с внешней средой следующие:

а. мотивация активного контакта человека с внешней средой осуществляется через один общий знаменатель - фактор сбора информации или, по другому – фактор угления информативного голода; В сознании индивидуума «защита программа» непрерывного мониторинга окружающей среды на предмет сбора и анализа информации. Как уже упоминалось, информация эта необходима для обеспечения процесса моделирования непрерывно изменяющейся реальности в виртуальном пространстве сознания, а осознаваемым мотивом к ее сбору является требование обеспечения безопасности индивидуума в широком смысле этого слова (физической, пищевой , психологической и т.п.);

б. наиболее вероятны в реализации такие формы отражения, которые требуют наименьших энергетических затрат. Иными словами, в первую очередь привлекательной является легко воспринимаемая, **рафинированная информация**. К числу главных критерииров уровня развития общества (государства) относится соотношение количества производимой в единицу времени рафинированной информации на единицу растрачиваемой на это производство энергии. По сути дела, все устремления человека это стремление к обладанию возможно большим информативным объемом рафинированной информации. Природа позаботилась, чтобы жизненно важные процессы обладали привлекательностью рафинированной, информативно емкой пищи.

8. Каждый человек обладает определенным, изменяющимся в процессе жизни информативным объемом. Этот объем складывается из окружающего разнообразия, отраженного данным индивидуумом и разделяется на две части:

1- необходимая часть, отвечающая условиям текущего поддержания жизни;
2- часть информационного объема, в которую входит все остальные реалии, непосредственно не связанные с условиями поддержания жизни.

9. Развитие информационных средств коммуникаций (радио, телевидение, интернет, телефонная связь , транспорт), с одной стороны, колоссально расширяет информативный объем человечества, полезные представления об окружающем мире, но другая сторона медали - навязывает человеку мир, который, зачастую, имеет мало общего с реальностью;

Навязываемый информативный поток (информационный шум) не увеличивает первую, жизненно необходимую часть информативного объема человека и является, по сути дела, загрязнителем экологического виртуального пространства сознания человека.

10.Таким образом, проблема экологического разрушения среды обитания разделяется на две: 1.физическое разрушение материальной осозаемой среды; 2. загрязнение виртуального пространства сознания человека информативным шумом.

11. В виртуальном пространстве общественного сознания рано или поздно прогнозируются результаты несоответствия между осознаваемой целью - необходимости расширения информативного объема как предуслуги расширения ареала безопасного существования и неуспешности живых организмов к адекватной во времени биологической адаптации к ускоряемым изменениям внешней среды . Иными словами человечество начинает осознавать, что «пилит сук на котором сидит». При этом, если признать реальным вышеприведенное определение жизни как диссипативного процесса, то « не пилить сук» запрещено по определению .

12. В числе напрашивающихся решений выбор интенсивного пути развития социума с введением введение планетарного экологического императива. Идея экологического императива не нова, ее суть постоянно обновляется, наполняется новым содержанием и в числе основных положений следующие:

а. обязательность глобального первоочередного экологического контроля над любыми видами деятельности членов социума в рамках планеты;

б. изменение культуры поведения социума (культура как способ жить), переход на технологии уменьшающие загрязнение, разрушение окружающей среды;

в. первоочередность реализации проектов, позволяющих вынести производство во внеземное пространство (иными словами, пилить сук подальше от себя).

13. Для реализации экологического императива необходимо преодолеть гетерогенность планетарного социума. Необходимо создание надпланетарного управления, мировой власти для всех жителей планеты через отказ от национального суверенитета, образно говоря, переход к одному глобальному суверенитету. Опыт решения подобных задач на примере одного, но многонационального государства свидетельствует об исключительной сложности проблемы. Тем не менее, определенный опыт решения похожих задач накоплен за время существования СССР и некоторые современные возможности демонстрирует Евросоюз.

14. На первый взгляд представляется, что интенсивный путь развития полностью решит экологические проблемы. Однако очевидно, что даже максимально рациональное, с минимальным количеством «копилок и щепок распиливание» окружающей среды только отложит решение экологических проблем, сдвинет их в будущее.

15. Решение видится в экстенсивном варианте – непрерывном захвате и освоении – диссипации все новых и новых областей пространства и только в этом случае можно рассчитывать на сохранение феномена жизни. Это понимание позволяет определить задачу освоения космоса как неотложную экологическую задачу.

Библиографический список

1. Ursul A. D. Информация. - М., 1971, 293с

NONTRADITIONAL VIEW OF ENVIRONMENTAL PROBLEMS AND THEIR SOLVING

Anisimov A. V.

Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics, Russian Academy of Sciences, anisimov@mail.knc.ru

Abstract

Is the destruction of habitat an inevitable factor? What forces rule the process? What can and must be done? For the subjective axiomatic answer to these questions there is given a number of statements which allow one to determine the place and role of the intelligent life in its interrelation with environment.

Within the frames of the chosen approach life is determined as the nature tool for dissipation of surrounding matter downwards along the energy stairs. In other words, life is a mill grinding the organized energy-saturated matter of space into less energy-saturated matter forms.

The intelligent life is quite efficient dissipation tool since it is able to forecast–model the dynamics of the environment in the virtual space of consciousness. As a result, with relatively modest costs of energy required for forecasting-modeling there increases drastically the probability of practical realization of processes providing high intensity of dissipation.

Dissipation of the environment as a global problem of life is not perceived by a man, only consequences of dissipation – environment destruction – are perceived, but it is just the visible portion of the problem. The second portion of the problem of ecological Armageddon is related to the law of the least energy costs during information production.

One of the well-known definitions of information is: “Information is the reflected diversity” [Ursul A.D. (1971) Information //Moscow, 293 p.]

Important statements:

1 – The forms of reflection which require the lowest energy cost are most probable and are realized in the first place. Metaphorically speaking, a person reflects, he looks at the surrounding diversity with “lazy eyes and listens with lazy ears». The more the society is developed the more attention is paid to the increase in the ratio of the amount of produced information per time unit and per unit of energy consumed for this production.

2 – Motivation of the active contact of a person with environment is the information hunger drive.

3. Each person possesses a certain changing in the course of life amount of information. This amount is a combination of the surrounding diversity, reflected by this person, and can be divided into two parts: a) the necessary part meeting the conditions of the current maintenance of life, and b) the part of the amount of information, including the rest realities, which are not immediately connected with the conditions of the current maintenance of life.

The development of the informational means of communication (radio, TV, Internet, telephone, transport), on the one hand, drastically widens the useful apprehension of the surrounding world, and, on the other hand, imposes the world which often has little to do with reality.

The imposed informational flow (informational noise) does not increase the first vital part of the person's amount of information and actually contaminates ecological virtual space of the person's conscience.

Thus, the problem of ecological destruction of habitat is divided into two parts: 1) destruction of the material tangible medium, and 2) contamination of the virtual space of the person's conscience with informational noise.

In the virtual space of public conscience one can sooner or later forecast the results of discrepancy between the felt need to expand the area of safe existence and failure of living organisms in adequate, with respect to time, biological adaptation to accelerated environmental changes. In other words a man "is biting the hand that feeds him", and inherently he is forbidden not to bite.

Obviously the process of dissipation and, correspondently, destruction of habitat cannot be intermittent, but the special attention can be paid to the development of the technology of shift of hot points of dissipation into the space with the simultaneous introduction of the planetary ecological imperative.

What does it mean?

1. The necessity of the global high-priority control over any kind of activity of the community members within the frames of the planet.

2. Change of the behavioural philosophy of the community (culture as the way of life), transition to technologies that reduce the environment contamination.

3. Priority for realization of projects which allow the removal of production into the outer space.

To realize the ecological imperative it is necessary to overcome the heterogeneity of the planetary community. It is necessary to create the super planetary government, the world governance for all inhabitants of the planet via renouncing the national sovereignty, metaphorically speaking, transition to the single global sovereignty. On this way, despite of all present problems European Union shows the example of movement towards creation of the world government. However, even if the environmental imperative will be realized in full, intensive way of development does not solve the problem but just moves it off to the future. The solution is seen in the extensive alternative – continuous seizure and, accordingly, dissipation of new areas of space. This understanding allows determination of the task of space exploration as environmental target.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ ПРОЯВЛЕНИЯ ЭЭГ-РЕАКЦИЙ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА ПРИ НЕСЕНСОРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ МОДУЛИРОВАННЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ МОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕФОНОВ

Зубрилкин А.И., Побаченко С.В.

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия,
Zubrtomsk@gmail.com

Выявление особенностей влияния модулированных излучений сотовых телефонов на мозговую активность человека до сих пор является актуальной проблемой современной электромагнитной экологии. Данные результаты важны для разработки корректных и экспериментально обоснованных норм предельно допустимых уровней воздействия. Ранее было установлено, что минутное воздействие телефона стандарта GSM-900, работающего в основных режимах активации (режим звона, режим активного вызова), вызывает повышенную электрическую активность в низкочастотной области ЭЭГ мозга [1, 2]. При этом картина распределения амплитудных значений спектральной мощности не зависит от режима работы устройства, что говорит о том, что основной биотропностью обладает не интенсивность сигнала стандарта GSM-900, а специфика структуры его сигналов. При организации канала связи стандарта GSM-900 используется так называемый метод множественного доступа с временным разделением, как следствие, в сигналах сотового телефона стандарта GSM присутствуют низкочастотные модуляции соответствующие частотам спонтанной электрической активности головного мозга человека [3, 4].

Несмотря на продолжительные исследования, посвященные проблемам воздействия электромагнитного поля мобильного телефона (МПТ) на здоровье человека, на сегодняшний день не существует полной однозначности в оценках биомедицинской эффективности этих воздействий. Однако довольно часто встречаются рекомендации по уменьшению потенциально - негативного влияния электромагнитного поля мобильного телефона. Наиболее распространенные из них – это ограничения, связанные с продолжительностью воздействия и с расстоянием между головой человека и сотовым телефоном. В связи с этим возникает вопрос оценки изменений показателей ЭЭГ активности при работе мобильного телефона в зависимости от удаления (расстояния) излучателя мобильного телефона от головы пользователя, а так же от продолжительности воздействия.

Методика экспериментальных исследований

Для проведения мониторинга состояния нейродинамической системы организма человека использовался ЭЭГ - регистратор «Энцефалан – ЭЭГР - 19/26», позволяющий регистрировать параметры спонтанной электрической активности головного мозга человека (рис. 1а). В процессе всех серий экспериментальных исследований волонтеры находились в комфортных условиях, располагались в кресле в затемненном помещении, они не были информированы об активации телефона (все звуки, и прочие способы индикации входящего вызова были отключены). Использовались современные сотовые телефоны основных операторов,

обеспечивающих стандарт связи GSM-900, которые при помощи специального штатива были закреплены возле головы испытуемых (рис. 1б).

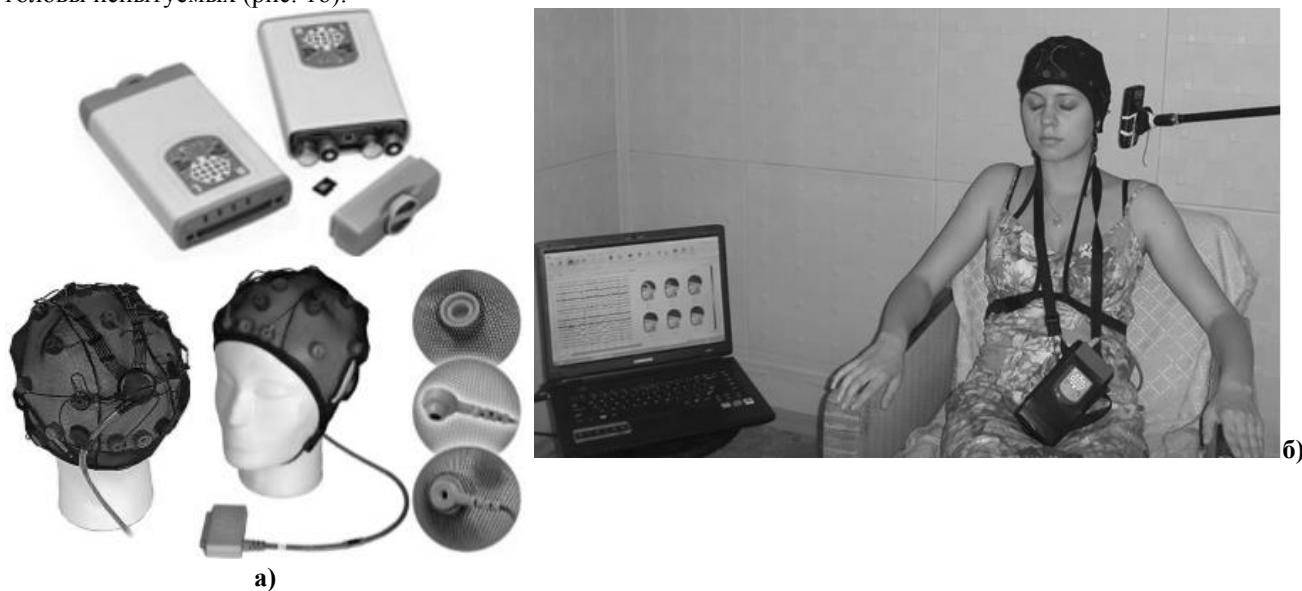


Рисунок 1 — а) ЭЭГ – регистратор «Энцефалан – ЭЭГР – 19/26», б) волонтер во время проведения исследования

В первой серии по оценкам изменений показателей ЭЭГ в зависимости от удаленности телефона были использованы минутные интервалы активации, после чего делалась отметка об окончании воздействия и продолжалась запись ЭЭГ без внешнего воздействия, которая составляла 3 минуты. В это время производилось отдаление телефона от головы испытуемого на 2 см. Отдаление производилось с помощью штатива, на котором была закреплена измерительная линейка. Затем снова поступал звонок, длительностью в одну минуту. Таким образом, телефон отдалялся после каждого звонка на 2 см. В общей сложности расстояние от телефона до головы составило 14 см (рис. 2а). Для второй серии по оценкам влияния продолжительности были использованы вызовы длительностью одна, две и три минуты. При этом, как и в первом случае в первые три минуты, а так же после каждой активации сотового телефона всегда производилась трехминутная фоновая запись ЭЭГ (рис. 2б). Для каждой экспериментальной серии по оценкам пространственных и временных особенностей влияния излучений МРТ было проведено по десять процедур в различные дни. Полученные в ходе экспериментов данные были проанализированы согласно методике описанной в [5].



Рисунок 2 — Временные структуры типичных экспериментальных серий

Результаты и их обсуждение

Первым этапом исследования зависимости динамики показателей электрической активности мозга человека от удаленности мобильного аппарата, было использование так называемых «hands - free devices»: bluetooth наушник и стандартная выносная гарнитура с микрофоном.

Анализ данных, полученных для случаев с использованием «hands - free» устройств позволяет отметить следующее: эффект увеличения уровней спектральной мощности в первых минутах после окончания вызова наблюдается только в случаях, когда телефон находится непосредственно возле уха человека. При использовании наушников и Bluetooth устройства минутное воздействие излучения сотового телефона стандарта GSM подобных изменений не вызывает. Данные закономерности распределения параметров ЭЭГ наблюдаются во всех экспериментальных сериях.

Ниже представлен результат сравнения воздействия излучения сотового аппарата с использованием устройств обеспечивающих удаление телефона от головы человека и находящегося у левого уха испытуемого (рис. 3).

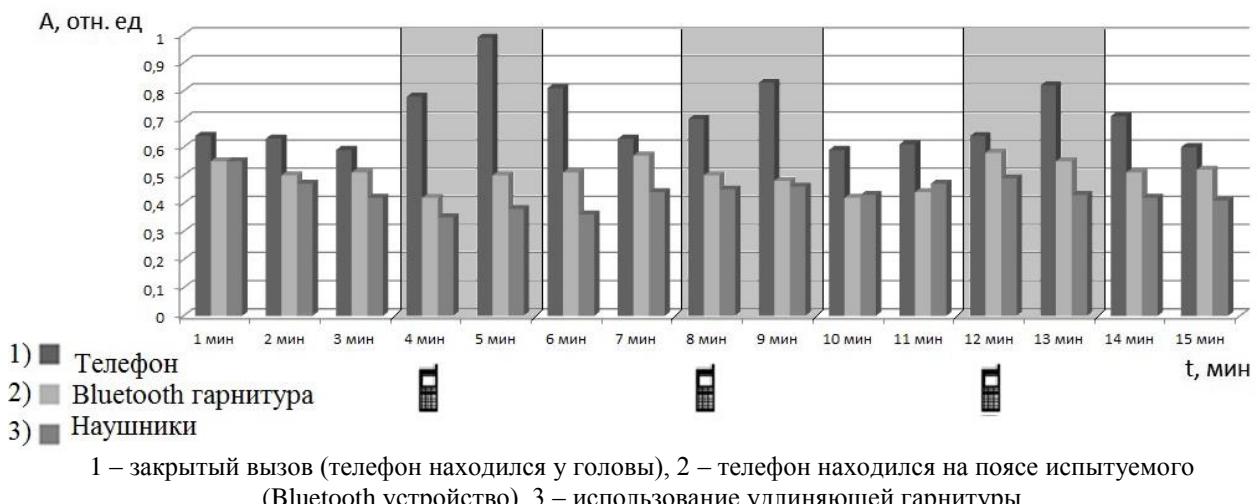


Рисунок 3 — Изменение спектральных характеристик показателей ЭЭГ активности для лобных отведений в диапазоне 7 – 9 Гц.

Отсутствие феномена увеличения уровней спектральных характеристик в первых минутах после звонка при использовании hands - free устройств вероятнее всего объясняется тем, что за счет принципа работы этих устройств сигнал, доходящий до головы испытуемых, не содержит низкочастотных модуляций.

Не смотря на отсутствие эффектов отклика показателей ЭЭГ активности на излучение мобильного телефона стандарта GSM-900 при его удалении от головы пользователя за счет использования «hands – free» устройств, существенный интерес представляет поиск расстояния, на котором бы не проявлялись подобные эффекты воздействия.

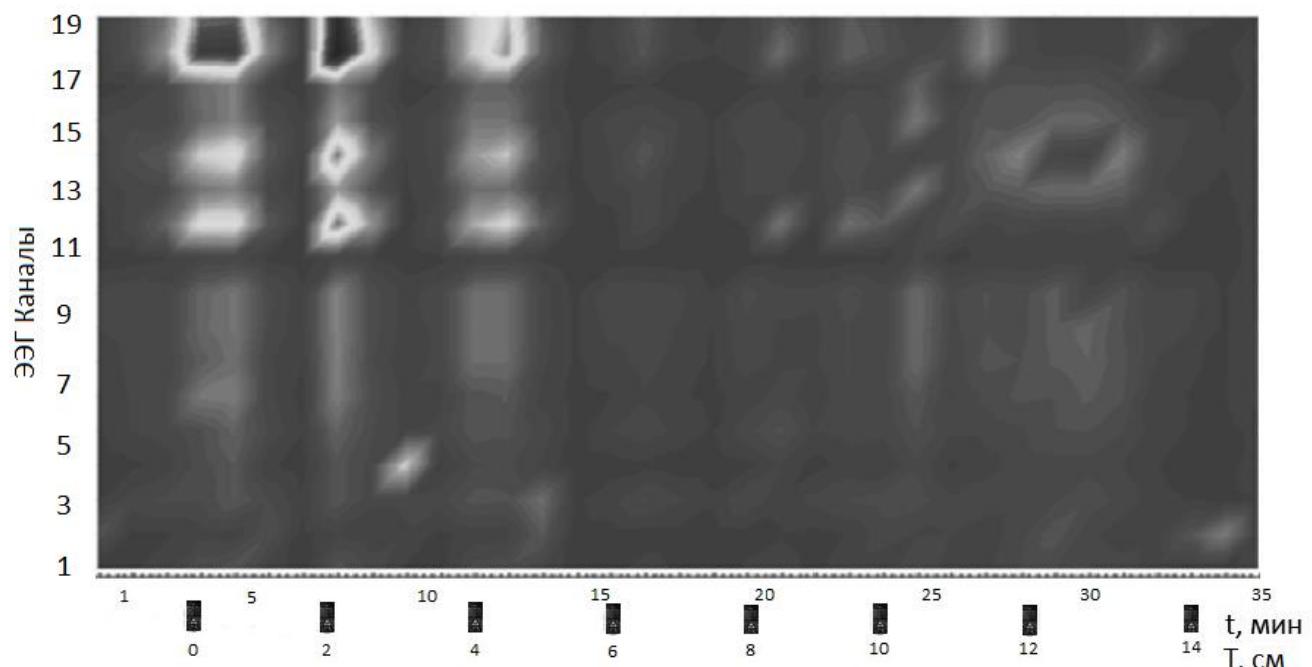


Рисунок 4 — Спектрограмма изменения альфа активности мозга человека при воздействии излучений МРТ в зависимости от удаленности аппарата от головы. 1-Fp1-RF; 2-F7-RF; 3-F3-RF; 4-Fz-RF; 5-F4-RF; 6-T3-RF; 7-C3-RF; 8-Cz-RF; 9-C4-RF; 10-T4-RF; 11-T5-RF; 12-P3-RF; 13-Pz-RF; 14-P4-RF; 15-T6-RF; 16-O1-RF; 17-O2-RF

На рисунке 4 представлена типичная спектrogramма записи ЭЭГ для серии экспериментальных исследований (диапазон частот 7-9Гц). Данная спектrogramма иллюстрирует значимое увеличение уровня спектральной мощности на каналах T3-RF, C3-RF, Cz-RF, C4-RF, T5-RF, Pz-RF, O1-RF, O2-RF во время активации мобильного телефона. Но увеличение происходит не на всем временном промежутке, а только до 15 минуты. В это время телефон был удален от головы испытуемого на 6см. В остальном временном интервале отмечалось диффузное распределение ЭЭГ активности. Подобные соотношения характерны для всех экспериментов [6]. Общий анализ всех полученных данных позволяет констатировать, что при удалении активируемого аппарата сотовой связи более чем на 4 - 6 см от головы пользователя эффект вызванного увеличения показателей спектральной мощности в основных функциональных диапазонах ЭЭГ человека не проявляется.

Следующим этапом исследования была оценка зависимости проявления эффекта увеличения уровня спектральной мощности в параметрах ЭЭГ от увеличения времени воздействия. На рисунке 5 представлена динамика амплитудных характеристик отведения T3-RF в зависимости от продолжительности вызова.

Анализ полученных данных для всех испытуемых позволяет отметить, что в большинстве случаев наблюдается увеличение спектральной мощности в показателях ЭЭГ мозга человека при активации МРТ, что соответствует, полученным ранее результатам при одноминутном воздействии. А увеличение времени активации до двух - трех минут в большинстве случаев характеризуется существенным повышением уровней амплитудных показателей ЭЭГ по всем исследуемым диапазонам мозговой активности. Однако, можно отметить, что после периода активации через 2-3 минуты наблюдается спад значений до исходных уровней.

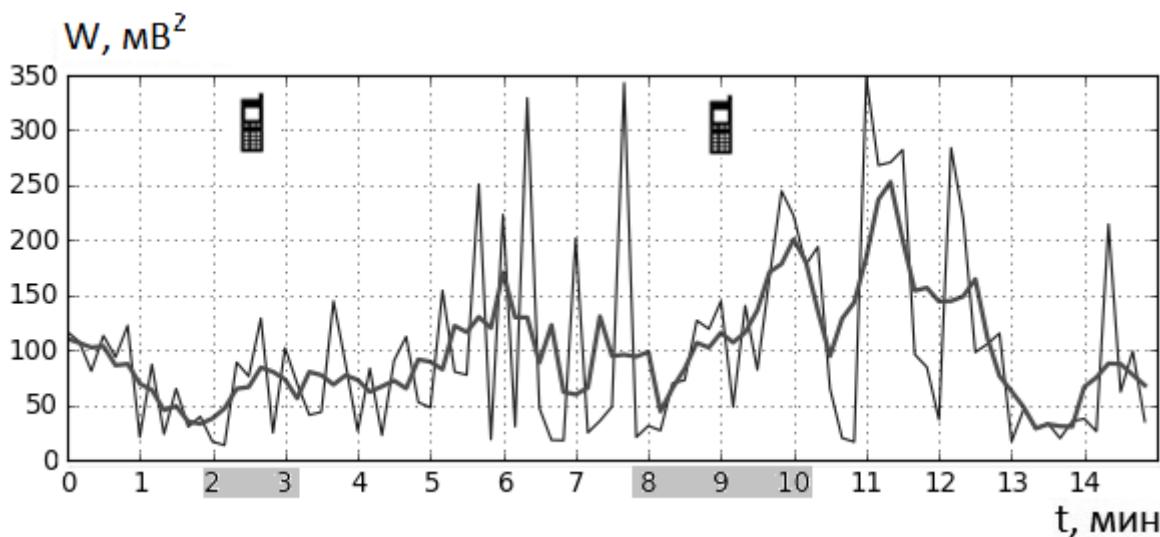


Рисунок 5 – Изменение спектральных характеристик показателей ЭЭГ активности в диапазоне 8 - 13 Гц при одно и двух минутных активациях МРТ

Вероятно, что подобного рода реакцию можно отнести к разряду специфических. Однако это касается коротко периодических воздействий. При продолжительном, либо постоянном воздействии очевидны проявления комплексов неспецифических, адаптационных реакций с возможно негативными последствиями для гомеостатического состояния всего организма.

Одним из таких последствий может быть маскирующее влияние модулированных излучений сотовой связи на излучения естественного происхождения, которые, согласно общепризнанным взглядам, выполняют функции внешних ритмозадатчиков при формировании биоритмической структуры комплекса эндо-экзогенных ритмов в живом организме, т.е. поддерживают системный ритмостаз.

Библиографический список

- Побаченко С.В., Пономарев А.В. Влияние активации мобильных телефонов стандарта GSM на биоритмическую структуру электрогенеза мозга человека // Биомедицинская радиоэлектроника. №3, 2009. С 50-55.
- Побаченко С.В., Пономарев А.В. равнительная оценка воздействия активации мобильных телефонов основных стандартов сотовой связи на электрогенез мозга человека // Биомедицинская радиоэлектроника. №3, 2010. С 3-9.
- Зубрилкин А.И., Побаченко С.В. Реакция мозга человека на воздействие излучений мобильного телефона в режиме активного вызова //Труды 7-й и 8-й конференций студенческого научно-исследовательского инкубатора. Томское университетское издательство, 2011. С 60-64.

4. Зубрилкин А.И., Пономарев А.В., Побаченко С.В. Биотропность параметров действующих излучений мобильных телефонов // Изв. ВУЗов, Физика. № 8/3. 2012. С 157 - 158.
5. Побаченко С.В., Пономарев А.В. // Сопряженный мониторинг биофизических и геофизических показателей в задачах электромагнитной экологии. Томск: Изд-во ТГУ. 2009. -45с
6. Побаченко С.В., Гудина М.В., Зубрилкин А.И. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. 2012/ 165с.

EXPERIMENTAL EVALUATIONS OF PRESENTATION EEG – RESPONSES OF HUMAN BRAIN UNDER THE NONSENSORY IMPACT OF THE MODULATED MOBILE PHONE RADIATION

Zubrilkin A.I., Pobachenko S.V

National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

During the experimental studies, covering a full range of modern mobile devices, it was found that the minute activation of the mobile phone GSM-900 operating in the mode dial causes a significant increase in spectral power in the EEG parameters in all considered frequency ranges.

In the course of work experimental studies have been conducted in a mode of synchronous monitoring. The functional state of the human organism was evaluated by monitoring of the characteristics of the electrical activity of the brain in the parameters of the EEG.

With increasing duration of exposure in most cases an increase in the spectral power of the EEG in terms of the activation of the human brain MRI scan that corresponds to the results previously obtained with a one-minute exposure. And the increase in the activation time up to two - three minutes in most cases characterized by a significant increase in the levels of amplitude EEG indices for the entire range of brain activity.

Keyword: electroencephalogram (EEG), cellular, mobile phone radiation.



КОЭФФИЦИЕНТ СМЕРТНОСТИ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ РЕГИОНА

Дегтярева М.И., Вертиев В.В., Буренков В.Н.

Медицинский информационно-аналитический центр Владимирской области

Degtereva_mi@medstat.elcom.ru

Владимирский государственный университет

vertiev_vv@mail.ru

Государственная политика в области укрепления здоровья населения в последние годы характеризуется признанием необходимости укрепления здоровья населения как главного фактора экономического роста и обеспечения национальной безопасности страны. Это во многом связано со значительным ухудшением медико-демографической ситуации в стране, когда начиная с 1991-1992 годов смертность населения стала превышать рождаемость, что определило отрицательный естественный прирост (т.е. естественную убыль населения). В этих условиях возникла насущная потребность в организации системы слежения за состоянием здоровья населения в связи с изменяющейся социально-экономической ситуацией и экологической обстановкой.

В ряду медико-демографических показателей показатели смертности и продолжительности жизни населения являются наиболее объективными критериями, несущими исключительно важную информацию о состоянии и тенденциях изменения общественного здоровья. Не случайно, что из 12 показателей, по которым российское правительство будет оценивать работу губернаторов, 3 связаны с демографией – ожидаемая продолжительность жизни при рождении, численность населения и естественная смертность в субъекте.

Сбор статистических данных о смертности населения осуществляется органами государственной статистики на протяжении длительного времени путем обязательной и полной регистрации актов гражданского состояния и такие данные являются наиболее достоверными.

Показатели общей смертности населения Владимирской области в последние годы имеют тенденцию к снижению, однако остаются выше средних по Российской Федерации и Центральному федеральному округу (ЦФО). Так, в 2012 году показатель общей смертности в области составил 16,7 случаев на 1 тыс. населения, в то время как в Российской Федерации и ЦФО он составил 13,3 и 13,9 соответственно.

При анализе показателей общей смертности населения выявлены значительные отличия между территориями Владимирской области. Наиболее высокие показатели смертности в 2012 году зарегистрированы в Собинском, Вязниковском и Гороховецком районах области.



Рисунок 1 - Показатели общей смертности населения за 2012 год по административно-территориальным образованиям области

Ранжирование территорий Владимирской области по уровням общей смертности и темпам роста представлено в таблице 1. Наиболее неблагополучными по уровню общей смертности являются Гороховецкий, Меленковский, Камешковский, Гусь-Хрустальный районы, по темпам роста – ЗАТО Радужный, Гусь-Хрустальный, Александровский, Вязниковский районы, по сумме рангов – Гусь-Хрустальный, Вязниковский, Гороховецкий районы.

Таблица 1 - Ранжирование территорий Владимирской области по уровням общей смертности и темпам ее роста (1990-2011г.г.)

№	Районы	Темп роста	Ранг темпа	Тенденция	Ранг среднего	СКО	Ошибкa	Прогноз	Сумма антov
1	Александровский	4,1	3	умеренная	10	4,29	1,15	23,96±2,29	13
2	Вязниковский	4,5	4	умеренная	8	4,37	1,17	26,43 ±2,34	12
3	Гороховецкий	3,6	10	умеренная	1	4,3	1,15	28,02±2,30	12
4	Гусь-Хрустальный	5,2	2	выраженная	6	5,3	1,42	27,96 ±2,83	8
5	Камешковский	3,6	11	умеренная	3	4,2	1,12	25,51 ±2,24	14
6	Киржачский	3,3	15	умеренная	12	3,53	0,94	21,65 ±1,89	27
7	Ковровский	4,3	5	умеренная	13	4,36	1,16	22,56 ±2,33	18
8	Кольчугинский	3,6	12	умеренная	11	4,19	1,12	22,79 ±2,24	23
9	Меленковский	3,1	16	умеренная	2	3,83	1,02	27,52±2,05	17
10	Муромский	4	8	умеренная	16	3,97	1,02	20,06±2,12	24
11	Петушинский	3,4	14	умеренная	7	3,93	1,02	23,65±2,10	21
12	Селивановский	3,7	9	умеренная	4	4,17	1,02	26,17±2,23	13
13	Собинский	3	17	умеренная	5	3,37	1,02	23,32±1,8	22
14	Судогодский	4,3	6	умеренная	14	3,85	1,02	23,3±2,06	20
15	Сузdalский	2,5	19	умеренная	17	2,61	1,02	18,99±1,39	36
16	Юрьев-Польский	2,8	18	умеренная	9	3,2	1,02	22,65±1,72	27
17	г.Радужный	6,8	1	выраженная	19	2,06	1,02	8,95±1,24	20
18	г.Владимир	4,1	7	умеренная	18	2,98	1,02	17,08±1,59	25
19	Область	3,5	13	умеренная	15	3,16	1,02	21,1±1,69	28

В качестве факторов, влияющих на уровень общей смертности населения, могут быть названы такие, как уровень благосостояния (доходов) населения; степень развития системы здравоохранения; характер бытовых условий населения; экологическая обстановка и другие. Также общеизвестно, что на уровень общего коэффициента смертности существенно влияет возрастно-половой состав населения.

Поэтому для выявления степени (доли) влияния каждого из перечисленных факторов на уровень общей смертности населения во всех административно-территориальных образованиях области необходимо организовать проведение клинико-эпидемиологических исследований с использованием данных форм государственного статистического наблюдения, сведений из регистров полицейского учета умерших, результатов лабораторных и инструментальных исследований уровня загрязнения среды обитания, климатометеорологических данных и др.

Библиографический список

1. В.Н. Буренков, В.В.Вертиев, И.Р.Дубов, Р.И.Дубов, В.В.Вершинин, Н.В.Шестопалов В.П.Самошкин. Анализ повозрастных рисков смертности населения.Методические рекомендации, утв. руководителем Департамента Госсанэпиднадзора Минздрава РФ С.И.Ивановым 22.01.2001г., № 11-8/25-09, Москва.2001,
2. Р.И.Дубов, Е.А.Лисицин, В.Н.Буренков, В.В.Вертиев, И.Р.Дубов., Результаты исследования структуры смертности населения г.Владимира, Материалы межрегиональной научной конференции "Человек и окружающая среда". Рязань, 1997г.,с.22-24,
3. В.Н. Буренков, В.В.Вертиев, В.В.Вершинин, И.Р.Дубов,Р.И.Дубов. Непараметрический подход к анализу показателей повозрастных рисков по данным смертности населения. Социално-гигиенический мониторинг – практика применения и научное обеспечение. Сборник научных трудов посвящен организации Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф.Эрисмана Минздрава России. Под общей редакцией академика РАМН, профессора А.И.Потапова Часть II..Москва. 2000.с.199-207

MORTALITY RATE AS INDICATOR OF SOCIO-ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL WELFARE OF THE REGION

Degtereva M.I., Vertiev V.V., Burenkov V.N.

Medical Center for Information and Analysis of the Vladimir Region

Degtereva_mi@medstat.elcom.ru

Vladimir State University

vertiev_vv@mail.ru

Health promotion is considered the main factor for economic growth and national security. Mortality and life expectancy are the most objective criteria, carrying vital information about the status and trends in public health. Significant differences of mortality rates within the territories of the Vladimir region were revealed. The need for clinical and epidemiological studies is shown.



О СОСТОЯНИИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ БОЛЕЗНЯМИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Кирюхин А.В., Вертиев В.В., Буренков В.Н.

Департамент здравоохранения администрации Владимирской области

kirjuhin@avo.ru

Владимирский государственный университет

vertiev_vv@mail.ru

Болезни органов дыхания определяют огромный экономический и социальный ущерб, высокий уровень нетрудоспособности и инвалидности. Эксперты ВОЗ заявляют о дальнейшем росте распространенности, социальном бремени и смертности, связанных с ними, вплоть до 2020 г. Стремительное увеличение распространенности хронических бронхолегочных заболеваний во многом связано с экологическим неблагополучием, пандемией табакокурения, широким распространением промышленных и бытовых аэраполлютантов, ростом популяции лиц, сенсибилизованных к аллергенам внешней среды и жилых помещений, демографическими процессами, социальными факторами, генетической предрасположенностью. Значительную лепту вносят вирусные инфекции: в группе часто и длительно болеющих простудными заболеваниями лиц нередко наблюдается персистенция респираторных вирусов в слизистой оболочке дыхательных путей [6].

Основной вклад в формирование суммарного экономического ущерба от болезней органов дыхания вносит заболеваемость гриппом и ОРВИ, что свидетельствует о лидирующей роли этих нозологических форм и их последствий для общества. Вместе с тем, хронические заболевания дыхательных путей и легких, несомненно, имеют более высокую социальную значимость, обусловленную более высокой смертностью (летальностью), инвалидностью и временной нетрудоспособностью.

В структуре общей заболеваемости населения Владимирской области болезни органов дыхания (включая грипп, ОРВИ) составляют в среднем около 25 процентов. И если у взрослого населения их доля составляет около 15%, то у детей до 14 лет и подростков - 60% и 39% соответственно. В структуре впервые регистрируемой заболеваемости доля болезней органов дыхания (также включая грипп, ОРВИ) заметно выше (47%), у детей она достигает уже 71%, у подростков (15-17 лет) – 57%, у взрослых - 32%.

По данным государственного статистического наблюдения (форма №12) на долю осирых респираторных инфекций, гриппа и пневмоний в области приходится в среднем около 20% от общей заболеваемости (у детей – до 56%, подростков – 30%, взрослых – около 10%), в то время как на хронические болезни дыхательных путей и легких – 80 %.

Сравнительный анализ территориального распределения показателей заболеваемости населения области болезнями органов дыхания по административно-территориальным образованиям выявил следующую картину (таблица 1).

Таблица 1 - Заболеваемость взрослого населения болезнями органов дыхания по административно-территориальным образованиям Владимирской области за 2010-2012гг. (на 1000 населения)

АТО Владимирской области	2010г.	Ранг	2011г.	Ранг	2012г.	Ранг
Александровский район	145,40	XVIII	141,31	XVIII	139,73	XVII
Вязниковский район	191,42	XIV	211,45	XI	210,62	XI
Гороховецкий район	209,88	XII	201,90	XIII	188,43	XIII
Гусь-Хрустальный район и округ	330,33	I	236,83	IX	337,08	II
Камешковский район	243,63	X	185,94	XV	119,43	XVIII
Киржачский район	315,19	IV	378,01	I	369,30	I
Ковровский район и округ	326,73	II	304,16	IV	308,13	IV
Кольчугинский район	276,62	VII	293,42	VI	277,59	V
Меленковский район	272,13	VIII	254,82	VIII	175,94	XIV
Муромский район и округ	187,13	XV	171,40	XVI	188,64	XII
Петушинский район	223,51	XI	232,52	X	219,47	IX
Селивановский район	181,38	XVI	192,78	XIV	215,42	X
Собинский район	199,10	XIII	202,16	XII	206,75	XII
Судогодский район	147,12	XVII	152,01	XVII	165,52	XV
Сузdalский	264,24	IX	309,74	III	231,46	VIII
Юрьев-Польский район	288,21	VI	287,88	VII	251,16	VII
г.Радужный	303,73	V	301,30	V	275,25	VI
г.Владимир	318,28	III	342,51	II	314,15	III
Область	263,35		279,47		256,68	

Как видно из таблицы 1 наиболее высокий уровень заболеваемости болезнями органов дыхания на протяжении последних 3-х лет регистрировался в Киржачском, Ковровском, Гусь-Хрустальном районах и г. Владимире.

Таблица 2 - Заболеваемость болезнями органов дыхания (включая грипп, ОРВИ) населения области за 2007-2012 годы (в показателях на 1тыс. населения).

Классы болезней (МКБ-10)	2007г.	2008г.	2009г.	2010г.	2011г.	2012г.	2013г.
Болезни органов дыхания (включая грипп, ОРВИ)	431,7	476,6	536,7	485,2	497,3		

Таблица 3 — Сравнительный анализ динамики показателей заболеваемости взрослого населения области болезнями органов дыхания по административно-территориальным образованиям

Районы	Сумма	Среднее	Ранг среднего	Темп роста	Тенденция	СКО	Ошибка	Прогноз	Ранг темпа	Сумма рангов
Александровский	2255,40	161,1	19	3,70%	умерен	24,31	8,59	158,42	5	24
Вязниковский	2959,15	211,37	16	1,50%	умерен	16,36	5,79	185,58	11	27
Гороховецкий	3245,59	231,83	14	0,20%	стабил	27,87	9,85	239,42	15	29
Гусь-Хрустальный	4422,53	315,89	2	3,70%	умерен	54,57	19,29	292,11	5	7
Камешковский	3029,67	216,4	15	2,00%	умерен	28,2	9,97	213,16	8	23
Киржачский	4151,33	296,52	7	0,40%	стабил	36,38	12,86	275,88	13	20
Ковровский	4582,41	327,31	4	1,90%	умерен	33,51	11,85	259,8	9	12
Кольчугинский	4783,66	341,69	3	4,20%	умерен	71,35	25,23	253,71	3	6
Меленковский	3615,08	258,22	8	2,70%	умерен	27,41	9,69	229,09	7	15
Муромский	2688,28	192,02	17	7,30%	выражен	4825	18,24	119,96	1	18
Петушинский	2770,83	197,92	18	0,30%	стабил	21,55	7,62	203,59	14	32
Селивановский	3374,17	241,01	11	3,90%	умерен	66,71	23,58	105,44	4	15
Собинский	3172,44	226,6	12	1,60%	умерен	20,14	7,12	180,89	10	22
Судогодский	3075,77	219,7	13	5,30%	выражен	49,61	17,54	185,48	2	15
Сузdalский	4044,88	288,92	5	3,30%	умерен	37,02	13,09	360,19	6	11
Юрьев-Польский	3700,37	264,31	9	1,30%	выражен	21,38	7,56	256,46	12	21
г.Радужный	3725,55	266,11	10	0,30%	стабил	41,59	14,7	330,49	14	24
г.Владимир	4943,89	353,13	1	1,10%	умерен	18,59	6,64	336,36	13	14
Область	3878,07	277,01	6	1,60%	умерен	21,78	7,7	240,72	10	16

Если в целом динамика показателей заболеваемости болезнями органов дыхания (суммарно по всем нозологическим формам, относящимся к данному классу болезней) в области может быть оценена как стабильная, с некоторой умеренной тенденцией к росту, то в отношении таких тяжелых форм бронхо-легочной патологии, как хронические бронхиты, бронхэкстазическая болезнь, бронхиальная астма, напротив, отмечается выраженный рост заболеваемости.

Таблица 4 - Показатели заболеваемости ХОБЛ, хроническими бронхитами и бронхиальной астмой по административно-территориальным образованиям области за 2003-2012г.г. (на 1000 населения)

АТО области	2003г.	2004г.	2005г.	2006г.	2007г.	2008г.	2009г.	2010г.	2011г.	2012г.
Александровский р-н	21,47	20,88	20,18	23,23	22,97	22,48	23,57	23,67	23,83	22,40
Вязниковский р-н	39,89	42,81	42,82	41,42	40,71	52,98	46,89	37,16	47,80	46,54
Гороховецкий р-н	31,11	31,60	31,16	31,15	31,54	31,59	31,99	31,49	30,24	30,93
Гусь-Хрустальный р-н	66,35	78,80	72,93	69,52	64,62	64,88	62,89	63,31	59,21	86,21
Камешковский р-н	45,16	47,21	55,33	52,08	58,11	58,49	60,35	70,16	69,16	64,19
Киржачский р-н	23,19	24,05	25,06	24,63	26,01	26,46	27,66	26,43	53,75	32,19
Ковровский р-н	66,14	71,96	69,66	71,27	65,98	242,99	60,63	56,27	56,66	54,17

Кольчугинский р-н	40,16	30,56	26,07	28,52	28,00	36,74	38,18	35,40	32,62	33,36
Меленковский р-н	39,86	41,50	41,48	40,64	40,43	43,46	40,54	39,40	39,77	40,69
Муромский р-н	18,56	18,06	17,19	17,74	17,97	18,16	19,49	23,16	23,93	24,06
Петушинский р-н	23,90	28,08	27,80	28,43	25,57	24,70	24,26	19,02	19,18	18,71
Селивановский р-н	47,35	41,07	41,75	44,30	46,48	47,33	47,59	47,98	46,64	43,63
Собинский р-н	30,19	28,10	26,12	25,48	24,07	23,99	28,77	27,94	28,92	29,71
Судогодский р-н	32,53	31,98	31,02	30,48	29,50	30,28	33,14	33,18	33,80	23,44
Сузdalский р-н	32,67	30,19	35,49	36,88	38,82	34,18	28,40	28,72	44,76	45,59
Юрьев-Польский р-н	24,21	24,94	25,94	26,42	26,09	27,05	26,90	26,35	48,39	30,33
г.Радужный	18,53	22,14	42,25	29,45	22,65	24,99	26,93	47,46	50,03	63,06
г.Владимир	36,38	40,33	38,41	38,26	40,54	39,96	42,12	46,36	58,05	60,32
Область	38,61	40,92	39,86	40,60	3,41	40,09	39,90	40,16	47,08	46,09

Как видно из таблицы 4 наиболее высокий уровень хронических бронхо-легочных заболеваний и их рост отмечен у населения Гусь-Хрустального и Камешковского района, а также в г.Владимире и г.Радужном.

По заключению акад. РАМН А.Г. Чучалина [1], хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) — одна из важнейших проблем здравоохранения, вносящая существенный вклад в рост временной нетрудоспособности, увеличение случаев инвалидности и преждевременной смертности. В Российской Федерации в структуре распространенности болезней органов дыхания ХОБЛ занимает лидирующее положение, составляя более 55% патологии респираторной системы.

При этом продолжительность жизни больных ХОБЛ в России ниже на 10—15 лет по сравнению с жителями стран Западной Европы. К этому следует добавить, что прогнозы специалистов в отношении данной патологии остаются неблагоприятными: ожидается, что к 2020 г. ХОБЛ займет 3-е место среди причин смертности во всем мире. Эксперты Всемирного банка предполагают также глобальное увеличение экономического ущерба от этого заболевания в последующие 20 лет [5].

В качестве факторов, влияющих на состояние хронических бронхо-легочных заболеваний населения, могут быть названы такие, как уровень и качество медицинского обслуживания, поздняя диагностика, зачастую в следствие поздней обращаемости за медицинской помощью из-за пренебрежительного отношения пациентов к рекомендациям врачей (необходимость отказа от курения, необходимость ежедневного применения ингаляторов), отсутствие скрининговых тестов на раннюю выявляемость ХОБЛ; характер производственных и бытовых условий населения; экологическая обстановка, рост числа лиц, сенсибилизованных к аллергенам внешней среды и жилых помещений, имеющих генетическую предрасположенность к ХОБЛ, и др.[6].

Для установления степени (доли) влияния каждого из перечисленных факторов на уровень хронических бронхо-легочных заболеваний населения необходимо проведение клинико-эпидемиологических исследований [4]. с широким использованием математического и программного обеспечения при мониторинге заболеваемости в административно-территориальных образованиях области, имеющих наиболее высокий уровень заболеваемости и выраженной тенденцией к ее дальнейшему росту [3].

Библиографический список

1. Чучалин А.Г., Айсанов З.Р., Калманова Е.Н. Функциональный диагноз у больных хронической обструктивной болезнью легких. Хронические обструктивные болезни легких. Под ред А.Г. Чучалина. М 1998;130—144.
2. Шмелев Е.И. Хроническая обструктивная болезнь легких. Респираторная медицина: Руководство. Под ред. А.Г. Чучалина. М 2007;1:597—601.
3. Игнатьев А.В., Буренков В.Н., Вертиев В.В. Рыжова Е.Г., Малахов А.Б. Математическое и программное обеспечение пространственного анализа при мониторинге заболеваемости бронхиальной астмой.// УДК 911.2/3 Экология Владимирского региона: Труды 2-й Междунар. научн.-практ. конф./Под общ.ред.проф. Т.А.Трифоновой, Владимир. гос. ун-т. Владимир. 2002г., стр.- 198-201.

4. Малахов А.Б., Игнатьев А.В., Буренков В.Н., Вертиев В.В., Андрюнина Л.П. Совершенствование информационного обеспечения изучения клинико-эпидемиологических характеристик бронхиальной астмы у детей. Материалы конгресса “Современные технологии в педиатрии и детской хирургии” -М.-2002.-с291-292.
5. Жестоков А.В., Косарев В.В., Бабанов С.А., Глазтов А.В. Эпидемиология и факторы риска хронической обструктивной болезни легких в крупном промышленном центре Среднего Поволжья; Самарский государственный медицинский университет.
6. Разумов А.Н., Айрапетова Н.С., Рассурова М.А., Технологии восстановительной медицины на этапах реабилитации больных с патологией органов дыхания. Научно-информационный журнал «Курортные ведомости», №1 (58) 2010, г. Москва.

ABOUT THE STATE OF THE POPULATION RESPIRATORY DISEASE INCIDENCE IN THE VLADIMIR REGION

Kiryuhin A.V. Vertiev V.V., Burenkov V.N.
Health department of the Vladimir region administration
kirjuhin@avo.ru
Vladimir State University
vertiev_vv@mail.ru

Dynamics of respiratory disease incidence can be estimated as stable, with some moderate upward trend, but there is significant increase for the severe bronchopulmonary pathologies. The comparative analysis of the adult incidence territorial distribution is provided.

ЗНАЧЕНИЕ АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ «МАВРС» ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕГЕТАТИВНОГО СТАТУСА ДЛЯ ОЦЕНКИ И КОРРЕКЦИИ ШКОЛЬНОЙ ДЕЗАДАПТАЦИИ

Прыгунова Т.М., Степанова Е.Ю., Радаева Т.М., Фомин Л.Б., Чижиков Д.А., Конышкина Т. М., Борисов В.И.
Россия, Нижний Новгород, ГБОУ ВПО НижГМА, p-tanchita@yandex.ru, viborissov@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

Под школьной дезадаптацией подразумевается некоторая совокупность признаков, свидетельствующих о несоответствии социопсихологического и психосоматофициологического статуса ребёнка требованиям ситуации школьного обучения, овладение которой по ряду причин становится для него затруднительным. Фактически это любые затруднения, возникающие у ребенка в процессе школьного обучения. Особое значение в оценке уровня школьной дезадаптации имею кризисные периоды развития в жизни ребенка, а именно: период адаптации к начальной школе, затем к средней школе и период подросткового кризиса. Последний кризис, пожалуй, самый сложный для коррекции, поскольку снижается мотивация к обучению, обостряются проблемы с родителями, снижается контроль за эмоциями, а главное происходит подготовка ребенка ко взрослой, самостоятельной жизни.

Процесс формирования школьной дезадаптации можно рассматривать как некий порочный круг. К нему ведут многообразные причины: природно-биологические и социально-психологические факторы, неверный педагогический подход, плохие отношения к одноклассниками и плохая успеваемость. Они усугубляют друг друга и ведут к формированию дальнейших отклонений в поведении, асоциальных черт личности, возникновению соматической и психической патологии. Первой на дезадаптационные механизмы в организме ребенка реагирует вегетативная нервная система, поскольку именно она выполняет адаптационно-трофические функции, активно поддерживая гомеостаз в организме и уже на стадии преддезадаптации когда еще нет никаких симптомов и самочувствие ребенка не нарушено она сигнализирует о начавшемся неблагополучии формированием вегето-сосудистых дисфункций в виде лабильности сосудистого тонуса и сердечного ритма. Поэтому в детском возрасте очень важно быстро и качественно проводить оценку состояния вегетативной нервной системы с целью прогнозирования отдаленной дезадаптации и оценкой эффективности коррекционно-интегративной терапии. С этой целью могут быть использованы разработанные нами аппаратные комплексы, позволяющие судить о состоянии автономной нервной системы опосредованно, не инвазивно, по специфическим параметрам, записываемой и анализируемой электрокардиограммы и нейроинтервалограммы. [1, 2, 3, 4, 5 и др.].

ЦЕЛЬ. Оценить роль аппаратного комплекса реального времени «МАВРС» в оценке школьной дезадаптации и методов ее коррекции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Для оценки уровня школьной дезадаптации и коррекционной терапии была обследована группа детей (20 человек) подросткового возраста от 10 до 16 лет. Обследование проводилось трехкратно – при поступлении в стационар, после лечения с использованием стандартной фармакотерапии (пиразетам и витамины группы В) и после специфической фармакокоррекции

вегетогармонизаторами (тенотен детский). В стандартное обследование входила оценка жалоб, данных анамнеза и неврологического осмотра. Выявлено, что все дети имели отягощенный анамнез внутриутробного развития и наблюдались на первом году жизни по поводу перинатального поражения центральной нервной системы. При поступлении в стационар предъявлялись жалобы на частые головные боли, головокружения, сердцебиения, нарушения сна, повышенную усталость, снижение внимания и памяти. В неврологическом статусе выявлялась очаговая микросимптоматика в виде оживления сухожильных рефлексов с расширением рефлексогенных зон, признаков вегетодисфункции.

В качестве специфического обследования была использована оценка вегетативной нервной системы методом нейрокардионтервалографии с использованием прибора «МАВРС». Данный прибор предназначен для оперативной регистрации электросигнала в одном из стандартных отведений, отображения в интерфейсном окне кардионтервалограммы, гистограммы и электрокардиосигнала. Позволяет осуществить слежение за текущими значениями частоты сердечных сокращений и показателей, полученных в результате вариационного анализа ритма сердца, оценить активность симпатического и парасимпатического отделов вегетативной системы в реальном режиме времени. АПК осуществляет звуковую сигнализацию во время мониторирования при появлении импульсов не основного ритма и вывод регистрируемой аналогоцифровой информации на электронную вычислительную машину. Прибор имеет большое преимущество при проведении оценки вегетативного статуса пациентов по сравнению со стандартными методиками, такими как оценка вегетативных рефлексов, дермографизма, капилляроскопии, плеизомографии, реографии и работа с таблицей Вейна. «МАВРС» прост в использовании, автономен, позволяет многократно проводить исследование и использовать нагрузочные тесты, оценивать динамику состояния в процессе лечения. По сути метод нейрокардионтервалографии (НКИГ) с использованием АПК «МАВРС» решает проблему постоянного мониторирования вегетативного статуса у пациентов разных возрастных групп.

С целью оценки вегетативной реактивности проводились нагрузочные пробы в виде неропсихологического тестирования, позволяющие попутно провести оценку памяти, внимания, работоспособности, уровня абстрактного мышления и психической устойчивости. В неропсихологическом тестировании использовались: тест заучивания 10 слов (Тест А.Р. Лурия) с оценкой памяти и активности внимания, тест «Пиктограммы» с оценкой психической деятельности детей и умением подбирать ассоциативные обобщения и таблицы Шульте для оценки врабатываемости, уровня психической устойчивости и эффективности выполнения задания. [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ. Клинически в результате проводимой терапии у всей группы обследуемых наблюдалось положительная динамика уже после стандартной фармакотерапии в отделении, в виде уменьшение интенсивности цефалгий, снижение частоты головокружений, нормализации сна, улучшения внимания и памяти, повышения работоспособности, снижения эмоциональной лабильности.

По данным НКИГ при первичном осмотре по состоянию исходного вегетативного тонуса преобладающее число детей имели ваготонию – 70%, остальные эйтонию. После фармакотерапии заметна умеренная положительная динамика с переходом детей в эйтонию и отрицательная динамика с переходом в симпатотонию, в результате группа с ваготонией составила 60%, с эйтонией и симпатотонией по 20%. Таким образом, положительная динамика отмеченная по субъективным данным не подтверждается объективным методом НКИГ, поэтому для лечения потребовалось использование второй линии фармакотерапии.

После специфической фармакотерапии произошло более значительное изменение вегетативного тонуса с переходом в эйтонию 60% детей, в симпатотонию – 10% и в группе с ваготонией осталось 30 % детей. (см. данные на рис. 1).

Вегетативный тонус



Рисунок 1 - Диаграммы, характеризующие распределение типов вегетативного тонуса, до и после стандартной и специфической фармакотерапии. Условные обозначения: «Э» - эйтония , «С» - симпатотония, «В» - ваготония

Исследования вегетативной реактивности по результатам нагрузочных проб также продемонстрировало положительную динамику (см. данные на рис. 2).



Рисунок 2 - Динамика вегетативной реактивности по результатам нагрузочных проб после стандартной и специфической фармакотерапии. Условные обозначения: «Э» - эйтония, «С» - симпатотония, «В» - ваготония, 1 – до проведения нагрузочных проб, 2 – после их проведения

В нормальных условиях при проведении нагрузочных тестов должна активироваться симпатическая нервная система. В то же время при первичном осмотре такая динамика отмечена только у 15% обследуемых, при повторном исследовании отмечена динамика с переходом 20% детей из состояния ваготонии в эйтонию, что расценивается также положительно. Нарастание положительной динамики имеется и после второй линии терапии с нарастанием вегетативного тонуса у 25 % детей (5 % перешло из ваготонии в эйтонию, и 20% из эйтонии в симпатотонию).

По результатам нейропсихологического тестирования имеется положительная динамика, незначительная после стандартной фармакотерапии и более выраженная после второй линии коррекции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Решением проблемы постоянного мониторирования вегетативного статуса у детей, определение состояния адаптации организма в процессе школьного обучения и коррекционной терапии является использование в детской практике, особенно в неврологии метода нейрокардиоинтервалографии (НКИГ) с использованием прибора «МАВРС». Метод прост в использовании, автономен и позволяет оценивать вегетативный статус как в покое, так и вегетативную реактивность при проведении нагрузочных проб и оценивать степень тяжести выявленных нарушений. Применение аппаратного комплекса «МАВРС» выявило, что стандартная фармакотерапия недостаточна и это потребовало дополнительной коррекции вегетогармонизаторами. Таким образом, мониторирование вегетативного статуса методом НКИГ позволяет выбрать верный алгоритм лечения.

Библиографический список

1. Королев В.И., Борисов В.И., Максина И.В., Пасека А.А., Фомин Л.Б. Электрическая модель клетки синусового узла. - Нижний Новгород: Нижегородский университет, 1999. - 22 с.
2. Борисов В.И., Мудрова Л.А. Стандартные методики оценки регуляции синусового ритма сердца: Метод. рек. – Нижний Новгород: Изд-во НГМА, 1997. - 16 с.
3. Борисов В.И., Матусова А.П., Мудрова Л.А., Рейман А.М. Значение изучения парасимпатической активности для оценки состояния больных инфарктом миокарда //Нижегородский мед. ж. – 1998. - N 2. - С. 15 - 20.
4. Проблема создания портативных кардиомониторов. / Сидоренко Г.И., Якубович В.М., Никитин Я.Г., Усачев О.И. //Кардиология. - 1980. - N 12. - С. 30-33.
5. Кардиомониторы. Аппаратура непрерывного контроля ЭКГ: Учеб. пособие для вузов / А. Л. Барановский, А. Н. Калиниченко, Л. А. Манило и др.; Под ред. А. Л. Барановского и А. П. Немирко.. - М.: Радио и связь, 1993. - 248 с.
6. Вейн А.М. Вегетативные расстройства. Клиника, диагностика, лечение. М.: Медицинское информационное агентство, 2003: 752 с.
7. Mathias CJ. Disorders of the Autonomic Nervous System in Childhood. In: Principles of Child Neurology by B.O. Berg. NY: McGraw-Hill, 1996: 413-436.
8. Нестеровский Ю.Е., Петрухин А.С., Горюнова А.В. Дифференциальная диагностика и лечение головных болей детского возраста с учетом состояния церебральной гемодинамики. Журн. неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2007; 107 (1): 11-15.
9. Бизюк А. П. Компендиум методов нейропсихологического исследования. Методическое пособие. – СПб.; Речь, 2005. – 400 с., ил.

UNIT VALUE OF REAL TIME DEVICE “MAVRS” IN INVESTIGATION OF AUTONOMIC NERVE SYSTEM STATUS FOR ASSESSMENT AND CORRECTION OF SCHOOL DISADAPTATION

T.M.Prygunova, E.Yu.Stepanova, T.M.Radaeva, L.B.Fomin, D.A.Chizhikov, T. M. Koniskina V.I.Borisov
Russia, Nizhny Novgorod State Medical Academy, tanchita@yandex.ru, vborissov@mail.ru

The purpose of this study was an evaluation of the role real time device “MAVRS” in investigation of autonomic nerve system status (by method of neurokardiointervalography (NKIG)) for assessment and correction of school disadaptation in 20 children (age 10-16 years). The evaluation revealed that standard drug therapy was insufficient for correction of school disadaptation in spite of positive dynamics of clinical symptoms. Such dynamics was not trusted by NKIG data and required adding drug that harmonize autonomic nerve system tone. Thus, monitoring of autonomic nerve system status by NKIG method allowed the choice of accurate algorithm of treatment.



СТИМУЛЯЦИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЧЕЛОВЕКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Лашин А.Е.

Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», lashin.artem@bk.ru

В настоящее время, достаточно остро встает вопрос о поддержании должного уровня работоспособности сотрудников предприятий, находящихся на энергозатратных должностях, например профессия диспетчера. Возможность стимуляции и поддержания работоспособности может быть реализована различными методами. Наиболее перспективным является метод стимуляции работоспособности человека электромагнитным излучением определенной частоты.

Оптимальным вариантом достижения и поддерживания рабочего состояния организма в целом является последовательное использование спектра частот, т.е. воздействие на человека магнитотерапевтическим излучением определенной частоты в заданный промежуток времени, после чего частота излучения может снижаться или повышаться в заданных рамках.

Выше приведенное утверждение доказывают эксперименты проведенные с использованием прибора, терапевтическое воздействие которого осуществляется при помощи переменного магнитного поля, излучаемого на частотах, соответствующих альфа-, бета-, и тета -ритмах головного мозга человека [1].

В первом эксперименте принимали участие 7 человек. В ходе эксперимента изучалось внимание людей по методике «Кольца Ландольта». Испытуемые 5 минут тестились по бланкам «Кольца Ландольта», после чего подсчитывалось количество ошибок и пропусков допущенных за каждую минуту тестирования, эти данные фиксировались в таблице 1. Затем на испытуемых 5 минут осуществлялось воздействие магнитотерапевтическим прибором, с частотой 16 Гц, после чего снова проходило пяти минутное тестирование с помощью бланков «Кольца Ландольта». Далее подсчитывалось количество ошибок и пропусков, допущенных за каждую минуту тестирования, затем результаты фиксировались в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты теста «Кольца Ландольта» – эксперимент 1.

Испытуемые	После магнитотерапевтического воздействия				Без магнитотерапевтического воздействия			
1	Временно й интервал, мин.	пропуск и	ошибк и	общий балл испытуемог о	Временно й интервал, мин.	пропуск и	ошибк и	общий балл испытуемог о
	1	11		923	1	0		910
	2	5	1		2	1		
	3	1			3	2		
	4	3			4	3		
	5	9			5	4		
		всего 29				всего 10		

2	1	0	1140	1	1	923
	2	6		2	3	
	3	7		3	4	
	4	5		4	3	
	5	26		5	2	
		всего 44			всего 13	
3	1	3	1041	1	2	903
	2	1		2	7	
	3	2		3	1	
	4	1		4	0	
	5	3		5	7	
		всего 10			всего 17	
4	1	9	758	1	6	782
	2	7		2	3	
	3	0		3	5	
	4	6		4	7	
	5	5		5	3	
		всего 27			всего 24	
5	1	2	782	1	6	703
	2	7		2	2	
	3	6		3	2	
	4	1		4	2	
	5	1		5	2	
		всего 17			всего 14	
6	1	0	926	1	2	660
	2	2		2	1	
	3	3		3	3	
	4	1		4	1	
	5	1		5	0	
		всего 7			всего 7	
7	1	0	916	1	0	707
	2	0		2	3	
	3	1		3	0	
	4	3		4	1	
	5	0		5	0	
		всего 4			всего 4	

Во втором эксперименте принимали участие 14 человек. В ходе эксперимента изучалось внимание людей по методике «Кольца Ландольта». В начале, испытуемые разделились на 2 группы по 7 человек. Первая группа 5 минут тестировались по бланкам «Кольца Ландольта», после чего их результаты фиксировались в таблице 2. На вторую группу испытуемых 5 минут осуществлялось воздействие магнитотерапевтическим прибором, после чего испытуемые проходили тестирование с помощью бланков «Кольца Ландольта». Но электромагнитное излучение не снималось во время проведения теста, т.е. суммарное воздействие магнитотерапевтическим полем продолжалось 10 минут (5 минут перед тестом и 5 минут во время теста) их результаты так же фиксировались в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты теста «Кольца Ландольта» - эксперимент 2.

Испытуемые	Группа подвергаемая магнитотерапевтическому воздействию				Испытуемые	Группа не подвергаемая магнитотерапевтическому воздействию			
1	Временно й интервал, мин.	пропус ки	ошибк и	общий балл испытуе мого	1	Временн ой интервал , мин.	пропу ски	ошибк и	общий балл испытуем ого
	1	5				1	1		
	2	6	1			2	1		
	3	9				3	1		
	4	5				4	1		
	5	2				5	4		
		всего 27		1			всего 8		
2	1	0			2	1	5		
	2	0				2	5		
	3	5				3	11		
	4	3				4	11		
	5	5				5	9		
		всего 13					всего 41		
3	1	0			3	1	6		
	2	7				2	8		
	3	3				3	5		
	4	3				4	4		
	5	3				5	5		
		всего 16					всего 28		
4	1	2			4	1	5		
	2	2				2	4		
	3	2				3	13		
	4	6				4	7		
	5	2				5	1		
		всего 14					всего 30		
5	1	3			5	1	4		
	2	1				2	9		
	3	7				3	0		
	4	0				4	2		
	5	1				5	5		
		всего 12					всего 20		
6	1	2			6	1	0		
	2	1				2	2		
	3	1	2			3	3		
	4	7				4	1		
	5	4	2			5	2		
		всего 15	4				всего 8		
7	1	3			7	1	0		
	2	2				2	3		
	3	5				3	1		
	4	1				4	1		
	5	4				5	4		
		всего 15					всего 9		

По данным, полученным в ходе экспериментов стало возможным рассчитать объем зрительной информации, обработанной испытуемым без воздействия на него прибором Vб.п. и скорость переработки зрительной информации испытуемым без воздействия на него прибором Qб.п. по формулам 1 и 2.

$$V_{б.п.} = 0,5936 * N \quad (1)$$

$$Q_{б.п.} = \frac{V - 2.807(P+O)}{t} \quad (2)$$

Где: t — время выполнения задания (с); Р — количество пропущенных знаков; О — количество ошибочно или неправильно зачеркнутых знаков; V — объем зрительной информации (бит) за время t (с); 2.807 бита — потеря информации, приходящейся на один пропущенный знак.

Обобщив можно получить:

1 эксперимент: $V_{б.п. общ.} = 473,8$, $Q_{б.п. общ.} = 1,46$;

2 эксперимент: $V_{б.п. общ.} = 487$, $Q_{б.п. общ.} = 1,43$.

Так же можно рассчитать объем зрительной информации, обработанной испытуемым при воздействии на него прибором Vс.п. и скорость переработки зрительной информации испытуемым, при воздействии на него прибором Qс.п. по формулам 1 и 2.

Обобщив можно получить:

1 эксперимент: $V_{с.п. общ.} = 549,9$, $Q_{с.п.} = 1,64$;

2 эксперимент: $V_{с.п. общ.} = 649,6$, $Q_{с.п.} = 1,55$.

Для взрослых нормой скорости переработки информации считается $Q = 1.6 \pm 0.16$.

Можно сделать вывод по итогам проведенных экспериментов о том, что испытуемые, подвергающиеся магнитотерапевтическому воздействию, испытывали меньшее утомление внимания, чем испытуемые, которые не подвергались такому излучению.

Библиографический список

1. Кирилов И.Н., Лашин А.Е. Радиоэлектронная система поддержания работоспособности человека . – Владимир: "Радиотехнические и телекоммуникационные системы", 2013, №2, 13.

STIMULATION OF HUMAN PERFORMANCE ELECTROMAGNETIC RADIATION

Lashin Artem Evgenievich

Murom Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher professional education " Vladimir State University Alexander G. and Nicholas G. Stoletovs », lashin.artem @ bk.ru

At the moment , it is enough acute question of the maintenance of an adequate level of performance of employees of enterprises located on the energy-intensive positions such as manager profession . Ability to stimulate and maintain operability can be realized by various methods. The most promising method of stimulation of human performance electromagnetic radiation of a certain frequency . The best option to achieve and maintain the working condition of the body as a whole is the consistent use of the frequency spectrum , ie impact on human Magnetotherapeutic radiation of a certain frequency in a given period of time , after which the frequency of the radiation can be reduced or increased within a framework . Above prove this assertion experiments carried out using an apparatus which the therapeutic effect of using an alternating magnetic field.



ЭПИДЕМИОЛОГИЯ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ ПО ВИНЕ ВОДИТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ВО ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Широбоков А.В., Ершов А.И., Давтян В.Г.

ФКУЗ «Медико-санитарная часть МВД России по Владимирской области», AVShi-104@yandex.ru

Управление Государственной инспекции безопасности дорожного движения УМВД России по Владимирской области, 33@gibdd.ru

Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

Введение

Актуальность данной темы обусловлена стойким высоким уровнем дорожно-транспортного травматизма.

За 1 месяц (январь) 2014 года в Российской Федерации произошло 12440 ДТП (2,1% к АППГ), в результате которых погибли 1643 (0,1% к АППГ) человека, а 16296 (1,1% к АППГ) человек получили ранения. Тяжесть последствий составила 9,2 (АППГ 9,0) [1].

Во Владимирской области уровень остаётся попрежнему высокий. Так, за период с 2009 года по 2012 снизился с 223,4 до 221,3 на 100 тыс.населения и занимает 6е место из числа регионов Российской Федерации. Более высокая интенсивность ДТП имеет место в Псковской области 246,2, Республика Калмыкия 242,5, Новгородская область 234,2, Еврейская автономной область 232,2, Приморский край 224,2 [3].

По числу погибших в ДТП 31,5 на 100 тыс.человек Владимирская область занимает 10 место. Лидирующие позиции - Республика Тыва 46,8, Республика Алтай 40,1, Псковская область 37,2, Ленинградская область 36,8, Калужская область 36,5, Республика Калмыкия 34,7, Новгородская область 34,4, Рязанская область 32,3, Магаданская область 31,9[3].

Уровень насыщения автомобилями Владимирской области продолжает расти с 168,85 автомобилей на 1000 населения в 2004г до 278,07 автомобилей в 2012, что соответствует стадии «взрывного роста»[9] как и в Российской Федерации в целом. Эта стадия характеризуется резким осложнением обстановки с обеспечением безопасности движения, ростом дорожно-транспортного травматизма. Общее количество пострадавших в ДТП за 2001-2012гг. на территории Владимирской области 55036 человек. В том числе погибло 11,64%, ранено 88,36% [4].

Цель исследования. Оценить уровень дорожно-транспортных происшествий и дорожного травматизма по вине водителей транспортных средств. Определить влияния длительно, периодически и случайно действующих причинных факторов на многолетние динамики ДТП по вине водителей и пострадавших. Установить сезонность, скрытую вспышечную аварийность. Выявить территории риска.

Материалы и методы. Исследования проводились по материалам официальной статистики: Статистических сборников Федеральной службы государственной статистики: Регионы России социально-экономические показатели 2013, Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Владимирской области: Владимирская область статистический ежегодник 2012; официального сайта ГИБДД МВД России; данных первичной регистрации в карточке учета ДТП [5]. Использованы методы анализа многолетней и годовой динамики заболеваемости [6,7].

Результаты и обсуждение.

В структуре ДТП доля дорожно-транспортных происшествий по вине водителей транспортных средств (далее ДТП) за 2012 год выше, чем в 2001г и составляет 90,43%[2,4]. Показатель числа пострадавших в ДТП в 2012 составляет 287,86 на 100 тыс.населения, что превышает аналогичный 2001 года в 1,87 раза. Вместе с тем, тяжесть последствий ДТП в этой категории уменьшилась в 1,92 раза с 16,97 до 8,83 на 100 пострадавших, а показатель социального риска уменьшился на 0,74 и составил 26,89 на 100тыс.населения [9].

В сравнении с показателями аварийности по Российской Федерации за период 2004-2012гг. во Владимирской области имеют место превышения средних многолетних показателей: ДТП по вине водителей транспортных средств в 1,64 раза, раза $t > 2$, $p = 0,05$, количества пострадавших на 100 тыс. населения в 1,54 раза, раза $t > 2$, $p = 0,05$, социальный риск в 1,52 раза $t > 2$, $p = 0,05$. Динамические характеристики многолетней динамики показателей представлены в таблицах 1-3.

Таблица 1

ДТП по вине водителей за период 2004-2012

Территория	Тенденция	Темп прироста %	Коэффициент детерминации R^2
Владimirская область	роста стабильная	1	0,18
РФ	снижения стабильная	- 0,7	0,03

Таблица 2

Число пострадавших в ДТП по вине водителей за 2004-2012

Территория	Тенденция	Темп прироста %	Коэффициент детерминации R^2
Владimirская область	роста умеренная	3,1	0,22
РФ	снижения стабильная	-0,3	0,02

Таблица 3

Социальный риск ДТП по вине водителей за 2004-2012

Территория	Тенденция	Темп прироста %	Коэффициент детерминации R^2
Владimirская область	снижения умеренная	-2,6	0,49
РФ	снижения умеренная	-2,5	0,69

Учитывая низкие значения коэффициентов детерминации $R^2 < 6$, рост и снижения показателей за период 2004-2012 не носят закономерного характера и являются случайными.

При выравнивании кривой многолетней динамики ДТП по вине водителей (далее ДТП) за 2001-2012, методом наименьших квадратов отмечается: средний многолетний показатель динамики ДТП по вине водителей во Владимирской области за 2001-2012 год составляет $187,54 \pm 7,61$ на 100 т.н. Величина достоверности аппроксимации R^2 по полиномам 1 и 2 порядков более 0,66 и 0,93. Темп прироста составил 2,9%. Тенденция роста умеренная. Уровень ДТП в 2012 году увеличился в сравнении с 2001 г в 1,81 раза и составил 199,38 на 100 тыс.населения.

По соотношению кривой Многолетней динамики ДТП на 100 тыс.населения и прямолинейной тенденции имеют место два периода более низкой аварийности 2001-2002 года, 2009, 2011-2012 гг. и период более высокой аварийности в течение 6 лет с 2003 по 2008г с количеством пострадавших 52,4% к общему числу. Смена периодов происходит постепенно. Имеет место полный цикл многолетней динамики ДТП с 2006 по 2011гг.

Таблица 4

Динамика показателей дорожно-транспортных происшествий по вине водителей транспортных средств

№	Районы	Среднее значение показателя ДТП	Ранг среднего значения	(± m)	Темп роста	Ранг темпа роста	Показатель социального риска	Ранг социального риска	(± m)	Тяжесть последствий	Ранг тяжести последствий	(± m)	Сумма рангов
1	Александровский	160,26	11	9,47	1,5	13	27,87	9	1,42	11,25	4	0,65	37
2	Вязниковский	167,62	10	9,06	4,5	6	24,33	12	2,96	11,24	5	2,1	33
3	Гороховецкий	250,96	6	21,01	2	12	41,9	6	4,77	12,26	3		27
4	Гусь-Хрустальный	133,15	15	5,28	1,0	16	20,06	13	1,02	10,01	11	0,78	55
5	Камешковский	308,16	4	12,25	0,7	17	47,14	5	3,45	9,79	12	0,8	38
6	Киржачский	198,94	7	20,35	8,6	2	34,87	7	2,78	10,07	10	0,71	26
7	Ковровский	135,33	14	4,99	1,2	14	16,21	14	2,48	6,46	17	0,68	59
8	Кольчугинский	120,41	17	8,19	2,8	10	15,45	16	1,86	6,46	17	0,68	60
9	Меленковский	158,88	12	9,5	0,2	18	25,23	11	3,15	11,2	6	1,53	47
10	Муромский	145,06	13	12,94	8,8	1	14,38	17	0,84	7,94	15	1,07	46
11	Петушинский	341,54	1	20,54	4,3	8	76,33	1	3,32	15,02	1	1,53	11
12	Селивановский	177,51	8	7,52	1,1	15	34,24	8	7,03	10,28	8	1,47	39
13	Собинский	332,35	3	19,48	4,5	6	53,03	4	3,69	9,66	13	1,01	26
14	Судогодский	274,71	5	21,2	7,4	3	62,34	2	6	13,32	2	1,18	12
15	Сузdalский	336,95	2	22,12	5,2	5	58,31	3	4,18	10,16	9	0,72	19
16	Юрьев-Польский	118,22	18	8,65	2,5	11	16,1	15	2,7	8,75	14	1,54	58
17	г. Владимир	129,95	16	11,41	6,5	4	11,56	18	0,56	7,48	16	1,17	54
18	Область	175,79	9	7,5	3,2	9	25,48	10	0,89	10,35	7	1,05	35

Выявлена сильная прямая корреляционная связь между многолетней динамикой ДТП по вине водителей и числом пострадавших на 100 тыс.населения, за 2001-2012гг $r=0,9976$, показатель соответствия χ^2 (хи-квадрат) значительно превышает табличный при 11 степенях свободы, $p < 0,05$.

Динамика количества автотранспорта на 1000 населения во Владимирской области за 2004-2012 годы имеет тенденцию к росту ($R^2=0,9$). Темп прироста 6,7%, тенденция роста выраженная. Среднее 224,74, СКО 42,26, $m \pm 15,97$. В 2012 году на 1000 человек приходилось 278 единиц автотранспорта. Между многолетней динамикой количества автотранспорта на 1 тысячу населения и многолетней динамикой пострадавших в ДТП установлена прямая умеренная корреляционная связь ($r= 0,4935$). Полученное значение χ^2 (хи-квадрат)= =0,0019 значительно меньше табличного (15,5) при 8 степенях свободы, $p > 0,05$. Утверждение о том, что рост числа автомобилей оказывает влияние на число пострадавших в ДТП по вине водителей неверно, связь между данными явлениями отсутствует.

Между многолетней динамикой количества автотранспорта и многолетней динамикой ДТП по вине водителей имеет место прямая умеренная корреляционная связь, $r = 0,5469$. С 2008 года, имеет место расхождение кривых динамики автотранспорта и количества ДТП. Расчетом критерия χ^2 (хи-квадрат), $p > 0,05$ подтверждается отсутствие связи между исследуемыми явлениями.

Не подтверждено наличие связи между многолетней динамикой количества автотранспорта и многолетней динамикой социального риска и тяжестью последствий. $r = -0,50054$ и $r = -0,80444$ значения критерия χ^2 ниже табличных, $p > 0,05$ соответственно.

Анализ типовой помесячной кривой по средним многолетним показателям показывает, что динамика ДТП характеризуется сезонностью с 15 марта по 31 декабря, общая продолжительность сезонного подъёма 9,5 месяцев. Период нарастания составляет 4 месяца, апрель-июль с максимумом в июле-августе, с последующим, более плавным снижением в течение 4 месяцев, до конца декабря. Расчет сезонности ДТП по вине водителей за 2001-2012гг составил: удельный вес показателя в месяцы сезонного подъёма 65,06% (в 2007 году – 72,16%),

количество ДТП в месяцы сезонного подъёма в 1,86 раза выше чем в остальные месяцы указанного периода (в 2007 – в 1,94 раза), удельный вес ДТП обусловленных действием сезона фактора 30,14% (в 2007 –66,59%).

Сравнение средних помесячных показателей ДТП по вине водителей 2007 и 2001-2012гг свидетельствует о том, что показатели помесячной динамики 2007 года совпадают с верхней доверительной границей многолетнего помесячного показателя с января по май, и с июля по октябрь. В июне и ноябре имеют место превышения верхних доверительных границ среднего помесячного показателя за 2001-2010 гг., что, вероятно, связано с воздействием случайного фактора.

В структуре многолетней динамики ДТП по вине водителей за 2001-2012 по формам проявления эпидемического процесса 52,12% составляет верхний предел круглогодичного уровня (ВПКГУ), 47,88% - сезонный уровень ДТП. Скрытой вспышечной аварийности указанными методами не выявлено.

Показатели структуры эпидпроцесса динамики ДТП за 2007 год составляют: ВПКГУ - 46,43%, сезонный - 51,36%, вспышечный - 2,34%.

В результате анализа показателей по территориям Владимирской области за последние 12 лет выявлены значительные отклонения. По сумме рангов показателей (средний многолетний показатель ДТП по вине водителей на 100 тыс. населения, социальный риск, тяжесть последствий, темп роста ДТП) наиболее неблагополучными территориями в регионе являются Петушинский, Судогодский, Суздальский районы, где отмечалась наименьшая сумма рангов показателей. Лучшие показатели (наибольшая сумма рангов) имеют Кольчугинский, Ковровский, Юрьев Польский районы (Таблица 4).

Выводы

Проведенный анализ ДТП по вине водителей во Владимирской области с определением динамических характеристик многолетней динамики дал возможность установить:

- 1.Более высокий уровень ДТП по вине водителей в сравнении с Российской Федерацией.
 - 2.Увеличение числа пострадавших в ДТП с одновременным снижением показателей социального риска и тяжести последствий.
 - 3.Прямую сильную корреляционную связь между многолетней динамикой ДТП по вине водителей и числом пострадавших за 2001-2012гг, подтвержденную показателем соответствия χ^2 (хи-квадрат).
 - 4.Действие длительно, периодически и случайно действующих факторов на многолетнюю динамику ДТП.
 - 5.Сезонность ДТП по вине водителей.
 - 6.Ранжирование районов области и определить территории риска.
- Полученные результаты требуют дальнейшего всестороннего изучения; могут быть использованы в разработке мер по профилактике дорожно-транспортных происшествий и в расчете сил и средств при проведении спасательных мероприятий.

Библиографический список

- 1.Официальный сайт ГИБДД МВД России: <http://www.gibdd.run/struct/reg/regions.php>
- 2.Официальный сайт УГИБДД УМВД России по Владимирской области
<http://www.gibdd.ru/r/33/direction/>
- 3.Регионы России. Социально-экономические показатели.
http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156.
- 4.Статистические сборники УГИБДД УМВД России по Владимирской области 2001-2012.
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 29 июня 1995 г. N 647 «Об утверждении правил учета дорожно-транспортных происшествий»
- 6.Речкин В.И., Лебедев А.И. Методическая разработка практического занятия на тему: Анализ многолетней динамики заболеваемости. // ЛенГИУВ им.С.М.Кирова. Ленинград 1989, стр.3-16.
7. Беляков В.Д., Яфаев Р.Х., Эпидемиология: Учебник. Москва «Медицина» 1989, стр.112-121.
8. Постановление Госгортехнадзора РФ от 10.07.2001 N 30 "Об утверждении "Методических указаний по проведению анализа риска опасных производственных объектов" (вместе с "РД 03-418-01...") (дата введения 01.10.2001).
9. Гольц Г.А. Проблемы прогнозирования. 2004. № 2. С. 25-36.

EPIDEMIOLOGY OF ROAD ACCIDENTS CAUSED BY TRANSPORT DRIVERS IN THE VLADIMIR REGION

Shirobokov A.V. Ershov A.I., Davtyan V.G.

Health unit of MIA RF in Vladimir region,

AVShi-104@yandex.ru

State traffic safety administration of Regional Office of MIA,

33@gibdd.ru

Vladimir State University named after Alexander and Nicolay Stoletovs

The results of analysis of accidents caused by transport drivers in the Vladimir region with the estimation of characteristics of long-term dynamics are provided.

ВЛИЯНИЕ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН НА КЛЕЙКОВИНУ

Думская Н.С.¹, Бердышикова О.Н.², Митин В.Ю.²

1- Институт биологического приборостроения, г.Пущино., nat407@yandex.ru

2 - Государственное научное учреждение Государственный научно исследовательский институт хлебопекарной промышленности Россельхозакадемии, mgupp-lobnya@mail.ru

Аннотация. В этой работе сделана оценка влияния пищевых волокон в виде овощных порошков капусты и яблока на клейковину с оценкой водного поведения методом ДСК порошков яблока и капусты и определение качества клейковины после добавления порошков в образцы теста. Показано отрицательное влияние волокон на образование матрицы клейковины, предположительно механически и из-за борьбы за воду. Можно рекомендовать добавление порошков после замеса теста с водой, когда уже матрица сформировалась.

Введение

Введение пищевых волокон в рецептуру хлебобулочных изделий в качестве функционального ингредиента целесообразно в количествах, сопоставимых с суточной нормой. Основной задачей при создании новых видов хлебобулочных изделий с пищевыми волокнами, является балансирование между удовлетворением потребности организма человека в пищевых волокнах как в функциональном ингредиенте и сохранением потребительских показателей качества обогащенного хлеба [1].

В соответствии с рекомендациями ФАО/ВОЗ продукт, в 100г которого содержится 3г пищевых волокон, рассматривается как источник этого функционального ингредиента, а при содержании 6г пищевых волокон на 100г – считается обогащенным пищевыми волокнами. Добавляя растительные порошки в муку мы понижаем сорт муки, увеличивая её водопоглотительную способность, т. к. клетчатка, слизь, хорошо набухает в воде. Но с помощью ДСК мы можем прогнозировать определенные пищевые волокна.

Образцы для определения ИДК

Порошки яблока и порошок капусты приготавливали сублимационной сушкой, измельчали, пропускали через мельницу. Образцы теста готовили с добавлением 2,4,6,8% порошка капусты или яблока. Тесто готовили безопарным способом. Замес пробы теста проводили из компонентов рецептуры до получения теста однородной консистенции (таблица 1).

Образцы для метода ДСК

Порошки яблока и порошок капусты приготавливали сублимационной сушкой, измельчали, пропускали через мельницу. При ДСК исследовании этих образцов порошков применялись алюминиевые контейнеры с перфорированными крышками, в которые помещали навеску высушенного порошка (или корунда), ориентировано, массой порядка 2 мг и дистиллированную воду, ориентировано массой 2 мг. После этого контейнер запечатывался и подвергался сканированию.

Таблица 1 – Рецептура и режим приготовления теста с порошками яблока, капусты.

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса	Контроль	Дозировка порошка			
		2%	4%	6%	8%
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, кг	100,0				
Овощные порошки, кг	-	2,0	4,0	6,0	8,0
Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг	3,0				
Соль поваренная пищевая, кг	1,5				
Вода, кг	по расчету				
Влажность, %	Wхл+(0,5-1,0)				
Температура теста, °C	31±1				
Кислотность конечная, град	1,6	2,4-2,6	2,6-2,8	2,8-3,4	2,8-3,8
Продолжительность брожения, мин	170				

Методы

Муку пшеничную высшего сорта с разным добавлением капустного или яблочного порошка анализировали на качество и количество клейковины прибором ИДК-1 по ГОСТ 27839 – 88 [4,5]. Определяли количество и упругость клейковины – это свойство клейковины возвращаться в исходное положение после растягивания или надавливания.

Исследования влажных порошков капусты и яблока проводились на отечественном микрокалориметре ДСМ-10МА производства ИБП РАН (г. Пущино). Термограммы регистрировали при скорости сканирования 8 К/мин методом однократного сканирования в диапазоне от 50°C до 120°. Для взвешивания контейнеров использовались весы модели Sartorius R200D. Производили взвешивание образцов до и после сканирования.

Результаты и обсуждение

Полученные результаты отображены в таблице 2 и на рисунке 1 говорят об удовлетворительной и крепкой упругости клейковины после добавления порошков в муку, кроме неудовлетворительной и крепкой упругости клейковины после 8% добавки порошка яблока. При добавлении порошка яблока клейковина имеет ИДК ниже и меньшее количество чем у клейковины при добавки капустного порошка.

Влияние внесенных порошков на структурно – механические свойства теста определяли путем измерения количества и качества клейковины.

Таблица 2 – Влияние дозы и вида порошка на качество и количество клейковины

Определяемые показатели	Контроль	Доза внесения в тесто, %							
		Порошок капусты				Порошок яблока			
		2	4	6	8	2	4	6	8
Количество сырой клейковины, %	30,4	30,4	31,2	29,5	28,4	29,1	28,1	27	25,8
Качество клейковины (ИДК)	43,3	49,5	49,7	42,3	34,2	31,1	38,5	35,7	14,7

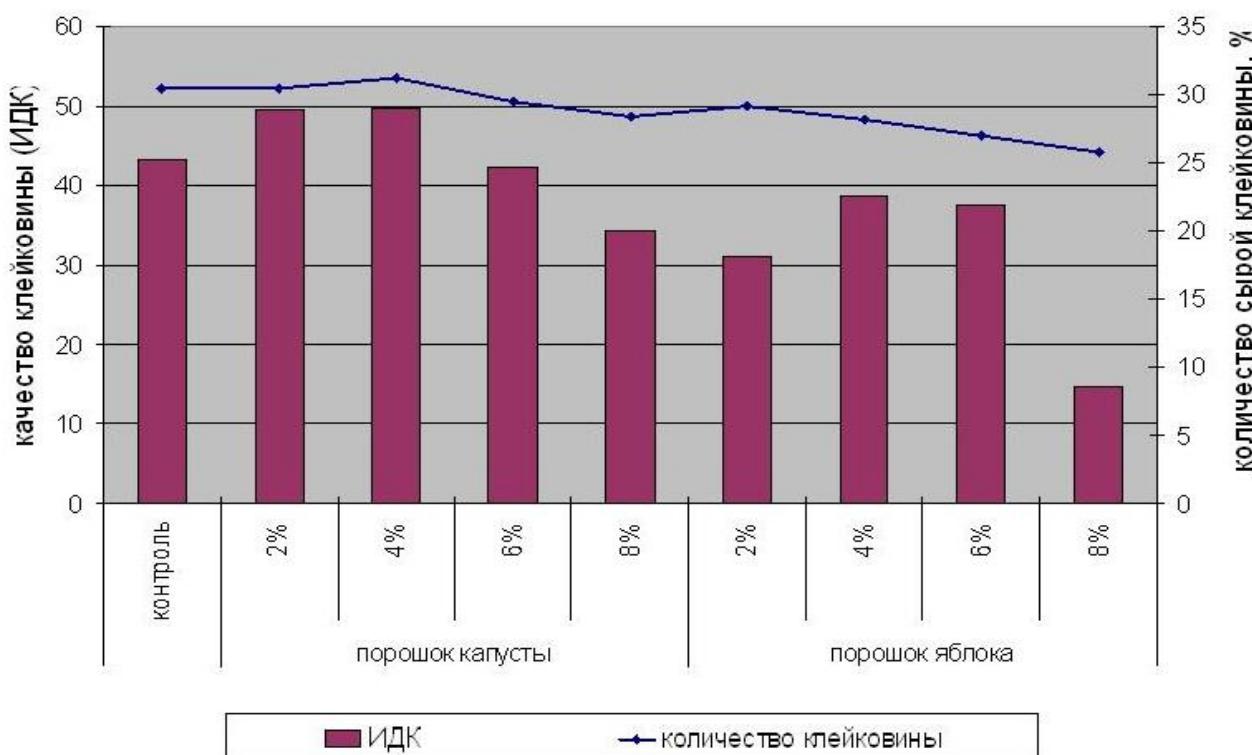


Рисунок 1 – Влияние дозы и вида порошка на качество и количество клейковины муки

По качеству клейковина контрольного образца относилась ко второй группе и характеризовалась как “удовлетворительно крепкая” (ИДК=43 ед.).

Было установлено, что порошок капусты, внесенный в рецептуру теста, способствовал повышению качества клейковины на 5 ед. ИДК. Дальнейшее повышение дозировок ухудшало как качественные, так и количественные показатели клейковины. Относительно контрольного образца, при дозе 6% снижение в среднем на 1%, а при дозе 8% - на 1,2%.

Использование яблочного порошка значительно снижает показатели клейковины. С увеличением дозировки внесения ухудшение составляет от 12 до 28 ед. ИДК, что позволяет охарактеризовать клейковину как «неудовлетворительно крепкая» и отнести ее к третьей группе. Все это приводит к снижению эластичности получаемого теста и как следствие к снижению объемного выхода готовых изделий.

Таким образом, внесение порошков способствует расслаблению клейковины, что делает тесто более растяжимым и менее эластичным.

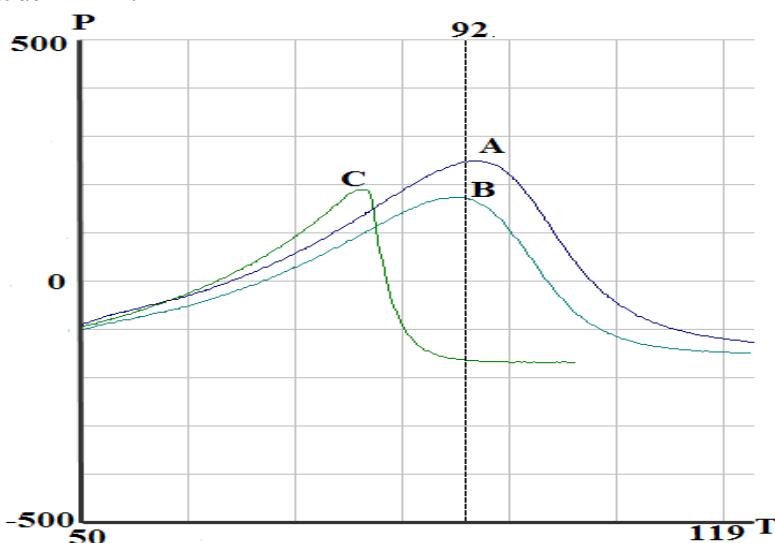


Рисунок 2 – Термограммы влажных образцов: А-яблочного порошка без отжима, В-капустного порошка, С-вода. Шкала температуры Т в градусах Цельсия, шкала теплового потока Р в условных единицах

На рисунке 2 показаны типичные термограммы испарения свободной воды из влажных порошков: яблочного (А) и капустного (В) и испарение воды из корунда(С). Температура максимума испарения воды из яблочного порошка и из капустного порошков порядка 92°C. Площадь пика соответствует испарению воды и потере веса после сканирования. В сравнение с испарением свободной воды, можно сказать, что порошки испаряют связанную воду. Авторы работы [2] говорят, что при 85-87 градусах происходит максимум потерь воды из влажной клейковины и при 80 градусах вязкость увеличивается, то есть клейковина испаряет свободную воду до 80 градусов как на термограмме С рис.2. Таким образом овощные порошки и клейковина связывают воду и будут конкурировать за нее в матрице теста, не позволяя клейковине увеличиться и расширяться.

Библиографический список

- Ипатова Л.Г., Кочеткова А.А., Шубина О.Г., Духу Т.А., Левачева М.А. Физиологические и технологические аспекты применения пищевых волокон. // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2004. - №1. – с.14-17
- Fessas D., Schiraldi A. Water properties in wheat flour dough I: Classical thermogravimetry approach. Food Chemistry, 2001, 72, 237-244.
- ТУ 9110-486-0574152-2013 «Изделия хлебобулочные из смеси пшеничной муки с овощными и фруктовыми порошками».
- ГОСТ 27839 – 88 «Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины».

EFFECT OF ALIMENTARY FIBERS ON GLUTEN.

Dumskaya N.S., Mitin V.U., Berdyshnikova O.N.

Institute for Biological Instrumentation of the Russian Academy of Sciences, Pushchino, nat407@yandex.ru
State Research Institute Baking Industry, Centre of food media rheology

The present paper estimates the effect of alimentary fibers in the form of powdered apples and cabbages on gluten together with the evaluation of the powdered apples and cabbages water behavior by the DSC methods, and determines the gluten quality after adding said powdered materials into dough specimens. It demonstrates the negative effect of fibers on the formation of a gluten matrix, presumably due to mechanical reasons and to struggle for water. It is advisable to add the powders after kneading dough with water when the matrix has already been formed.

Key words: (DSC) Differential scanning calorimetry, IDK (Strain Gauge Gluten).

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ, ПРЕДУПРЕЖДАЮЩИЕ АРТЕРИАЛЬНУЮ ГИПЕРТЕНЗИЮ

Литвинова Н.Ю.

Владимирский государственный университет им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), [E-mail litvinovanu77@mail.ru](mailto:litvinovanu77@mail.ru)

Медицинская и социально – психологическая статистика указывает: заболевания сердца и сосудов в экономически развитых странах являются самой частой причиной смерти. В последние годы кардиологи все большее значение придают психосоциальным факторам риска и их связи с соматическими факторами[1]. Образ жизни, установки личности и положение человека в его профессиональном и семейном окружении важны для кровообращения и его физиологической регуляции.

Артериальная гипертензия относится к разряду самых распространенных болезней современности. Опасность этого заболевания заключается в том, что человек не сразу осознает проблемы здоровья, списывая появляющуюся болезненную симптоматику на различные формы временных недомоганий. Биологическая готовность организма к этому заболеванию манифестирует себя в морфологических допустимых отклонениях (деформация сосудов как результат механического напряжения, повышенные уровней холестирина и сахара в крови).

Медицинские работники, ориентированные на гуманистическую детерминацию личности утверждают, что биологическая готовность к заболеванию не является окончательным вердиктом, т.к. существенным противодействием ему (вердикту) выступает психологический склад (ресурс) личности (позитивное мышление, эмоциональная компетентность, социально ориентированные мотивы, ценности). В случае дефицита психологического ресурса биологическая готовность к заболеванию закрепляется и переходит в статус заболевания.

В результате гипертензии (особенно в тяжёлых и хронических формах), психика человека может претерпевать очень значительные изменения, вплоть до возникновения психопатологических симптомов.

Анализируя и обобщая результаты исследований, направленных на выявление психологических особенностей пациентов с заболеваниями сердечно - сосудистой системы, можно отметить, что у перенесших острое нарушение мозгового кровообращения меняется образ жизни, физическое здоровье, а вместе с этим и личностные особенности. В частности, у гипертоников в большей степени, чем у здоровых людей выражены следующие личностные черты: эмоциональная нестабильность и большая фрустрированность.

Изучение личностных особенностей пациентов, перенесших инсульт показывает, что выявляется четкая типология ипохондрического характера, которая заключается в их эгоцентричности, пессимистичном отношении к жизни, унылом настроении, частом ощущении дискомфорта, раздражительности, беспокойства, пессимистичном отношении к возможности преодоления своих проблем, переживании страха при принятии важных решений, проявляется тревожность.

Из выше сказанного следует, что необходимость в привентивных психологических мероприятиях гипертензии очевидна. Мероприятия должны быть направлены на формирование в структуре психологического склада личности креативности, целеполагания, рефлексивности в соответствии с контекстами пусковых механизмов заболеваний.

Под креативностью понимаются такие аспекты поведения как: позитив в процессе восприятия и мыслеформы; сформировать в сценариях поведения гибкости, поливариантности сценариев поведения, конгруэнтности внешнего (наблюдаемого) и внутреннего (переживаемого) планов личности; умение принимать дифференцированную обратную связь, высказывать собственную точку зрения с использованием местоимения «Я» (в противовес скованности, напряжению, банальности); освоение функционального анализа причинно – следственных отношений; эмоциональное самовыражения.

Под рефлексивным процессом понимается осознание контроля рациональных и иррациональных убеждений (т.е. самоограничение в таких эмоциях как: печаль, озабоченность, сожаление, досада и т.п. через посредство позитивной лексики).

Сформированность целеполагания – это управление моделями желаемого будущего, выработка и принятие решений (постановка генеральной цели и совокупности целей в соответствии с сущностью и характером решаемых проблем, осмысление назначения желаемой модели, стратегических установок).

Формирование креативности, рефлексивности, целеполагания в структуре психологического склада пациента относится к проблематике личностно – ориентированной медицины, развитие которой представляется возможным только при условии сотрудничества психологов и медицинских специалистов.

Библиографический список

- 1.Александр Ф. Психосоматическая медицина.- М.,Институт Общегуманитарных исследований, 2004,336с.,ISBN 5-88230-135-1
- 2.Курпатов А. Психосоматика, психотерапевтический подход.- М.,ОЛМА,2007, 478с., ISBN 978-5-373-00427-5
- 3.Малкина – Пых И.Г. Психосоматика. Справочник практического психолога.- М., «Эксмо»,2004, 992с., ISBN5-699-06449-4

PSYCHOLOGICAL EVENTS, WARNING ARTERIAL HYPERTENSION.

N. Litvinova

Vladimir state University. Alexander G. and Nicholas G. Stretovych (VlSU), E-mail litvinovanu77@mail.ru

Keywords: hypertension, biological disease, psychological readiness warehouse personality, positive thinking, emotional competence, social oriented motives, values, personality traits, preventivnye psychological interventions.

Picture Introduction.

Heart and vascular disease in economically developed countries are the most frequent cause of death. In recent years, the increasing importance attached to the cardiologists psychosocial risk factors and their relationship to physical factors. The need for psychosocial preventivnyh hypertension is obvious. Psychological interventions should be aimed at the formation of the psychological structure warehouse of creativity, goal setting, personal reflexivity in accordance with contexts triggers of disease.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД БИОКОРРЕКЦИИ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ МОЗГА ПРИ ТЕХНОГЕННОМ СТРЕССЕ

Кудинова Е. В.

НГАУ, Кафедра физиологии и биохимии человека и животных г. Новосибирск,
Научно-практический Центр Постстрессовой Реабилитации, г.Омск
kudinova_kleo@mail.ru

Актуальность проблемы. В условиях бурно развивающегося экологического кризиса, изучение медико-биологических закономерностей воздействия техногенных стрессовых факторов, поиск новых методов диагностики на доклиническом уровне, и разработка физиологических методов терапии сочетающих в себе этиологическую и патогенетическую биокоррекцию, приобретают все большую актуальность.

Одним из таких перспективных методов является метод - нелинейных систем диагностики (NLS-диагностика) [10]. В связи с нелинейным характером мозговой активности [1], благодаря чему нелинейная динамическая система для анализа мозговой деятельности позволяет извлекать информацию о ключевых аспектах мозговой динамики, недоступную для традиционных, линейных, основанных на преобразовании Фурье методов [14], методом биорезонансной диагностики и терапии [3].

Специфика формирования стресс-синдрома под воздействием техногенного стрессора, обусловлена тем, какие образования ЦНС входят в состав патологической системы [7,12]. Поэтому изучение особенностей реорганизации структур мозга в доминантах, является важной нейроморфологической и общебиологической проблемой [13].

Концепция диагностики и лечения "биоинформационными методами" заключается в поиске патологических очагов и систем с "ненормальными" электромагнитными полями, которые способны резонировать гармонично с "нормальными" электромагнитными частотами в нервных клетках с тем, чтобы удалить дисгармоничные поля, создающие помехи [4]. Данная возможность осуществляется одним из самых перспективных методов биорезонансной диагностики и терапии (БРТ), основанной на регистрации и модулировании слабых электромагнитных излучений биологических тканей [2].

Цель и задачи исследования. Разработать и обосновать, с позиции доказательной медицины, донозологической метод биорезонансной диагностики и терапии, выявить динамические структурно-функциональные изменения головного мозга острого и хронического стресса, для понимания механизма взаимодействия техногенных излучений с биологическими объектами

Материалы и методы. Для топической диагностики, связанной с формированием стресс-синдрома в различных отделах головного мозга, использовали аппаратно-программный комплекс и разработанный нами способ эндогенной биорезонансной терапии стресс-синдрома [8].

У животных группы I (n=63) БРТ не применялась, а у животных группы II (n=64) БРТ проводилась по стандартной схеме. Основные этапы БРТ заключались в следующем: 1) тестирование состояния головного мозга животных; 2) формирование исходных данных информационного аналога собственного фонового излучения; 3) изготовление лечебного препарата; 4) проведение биоинформационного воздействия на головной мозг с помощью изготовленного препарата в виде активного фонового излучения, который вводился по 0,1 мл 1 раз в сутки «рег ос».

Морфологическое исследование (световая, электронная микроскопия, морфометрия) мозга животных проводили через 14, 21, 30, 45, 60 и 90 сутки, после формирования стресс-синдрома. Для светооптического исследования мозг крыс фиксировали в 10% нейтральном формалине, заключали в парафин, готовили фронтальные срезы толщиной 5-7 мкм, окрашивали по Нисслю и гематоксилину-эозином. Проведено светооптическое гистологическое исследование различных отделов головного мозга (неокортикс, лимбические и стволовые структуры мозга). Для морфометрического анализа подсчитывали численную плотность нейронов и микрососудов относительно единицы площади (100 мкм²) при увеличении x600. Для электронномикроскопического исследования мозг фиксировали путем иммерсии в растворе 4% параформальдегида, 1% глютарового альдегида на 0,1 М фосфатном буфере (pH – 7,4), обрабатывали 1% четырехокисью осмия (2 часа), обезвоживали и заключали в смесь эпона и аралдита. Ультратонкие срезы готовили на ультрамикротоме “Ultracut-E” (фирма Reichert-Jung), помещали на сетки без подложки и контрастировали уранилацетатом и цитратом свинца. Просмотр и фотографирование ультратонких срезов производили на электронном микроскопе “Hitachi-600H”. На электронномикроскопических препаратах оценивали общее состояние нейронов, синапсов, всех ультраструктурных компонентов сосудистой стенки.

Экспериментальная модель. Исследования выполнены в условиях хронического эксперимента на 127 половозрелых белых крысах-самцах линии Вистар массой 170-210 г. Для моделирования техногенного стресс-синдрома использована модель рефлекторной эпилепсии при действии звукового раздражения интенсивностью 86 дБА и 102 дБА [6] в режиме киндлинга [5] с интервалом между звуковыми раздражениями 48 часов [11].

Выбор экспериментального воздействия и объекта эксперимента связывали с необходимостью, не вводя животному никаких фармакологических препаратов, не используя таких сильных раздражений, как электрический ток и не нарушая целостности нервной системы, получения экзогенных стресс-факторов, наиболее близких к клиническому прототипу. Созданная нами на крысах экспериментальная модель стресс-синдрома дала возможность изучить роль различных физиологических состояний возникновения патологии и её коррекции у крыс склонных к аудиогенным судорогам возникающих в ответ на интенсивный звуковой стимул (102 дБ), при хронической звуковой стимуляции (аудиогенный киндлинга).

Результаты исследований. Исследования показали, что эпилептический припадок является только одной из многих патологий, развивающиеся на фоне резкого возбуждения вызываемого у крыс действием техногенного стресса.

Было выявлено, что влияние техногенного излучения провоцирует развитие общего адаптационного синдрома. Комплекс структурно-функциональных изменений цито-, дендро-, синапто- и ангиоархитектоники лимбических структур мозга сопровождающейся энергодефицитными состояниями провоцирующие развитие стресс-синдрома у животных. Центральной структурой мозга при формировании стресс-синдрома в ответ на воздействие экзогенных факторов внешней среды является лимбическая структура мозга - гиппокамп.

Выявлена общая закономерность ультраструктурных изменений нейронов гиппокампа при многофакторном дисперсионном анализе. К 14-21 суткам эксперимента отмечается резкое снижение общей численной плотности нейронов 45,96 % ($p<0,001$), на 30-45 сутки за счет компенсаторного механизма развивающегося адаптационного синдрома, идет частичное восстановление численной плотности нейронов 31,32 % ($p<0,05$), с 45-60 суток повторное снижение общей численной плотности нейронов 44,45% ($p<0,05$), переход адаптационного синдрома в стадию декомпенсации, острого стресса в хронический стресс на 60-90 сутки и снижением общей численной плотностью нейронов 55,56% ($p<0,05$) [9].

Особенностью реорганизации является избирательность поражения гиппокампа, дегенеративным изменениям подвергаются все сектора, с максимальной численной плотностью необратимо измененных гиперхромных сморщенных с очаговым выпадением нейронов в секторе CA3, что способствует реорганизации сектора CA1.

Выявлена реорганизация цитоархитектоники сектора CA1, вследствие образования групповых нейрональных ансамблей с повышенной информативностью нейронов и формированием доминантной пейсмекерной зоны в нем, запускающей развитие стресс-синдрома, меняющие интегративно-пусковую деятельность структур мозга (Рис.1).

Максимальное уменьшение общей численной плотности нейронов в группе I было отмечено в секторе CA1 на 14-е сутки (36,4%), в секторе CA2 – на 21-е сутки (52,2%), CA3 – на 45-е сутки (58,8%) и CA4 – на 90-е сутки эксперимента (50%). Содержание необратимо измененных нейронов в этой группе по срокам значительно отличалось. Так, содержание гиперхромных сморщенных нейронов в секторе CA1 через 14 суток эксперимента составляло 27,3%, в секторе CA2 – 56,5%, в секторе CA3 – 27,8% и в секторе CA4 – 20,0%. Максимальное содержание несморщенных гиперхромных нейронов в секторе CA1 составило 60,0% на 21-е сутки, секторе CA2 – 53,8% на 45-е сутки, секторе CA3 – 55,6% на 60-е сутки и секторе CA4 – 38,9% на 30-е сутки.

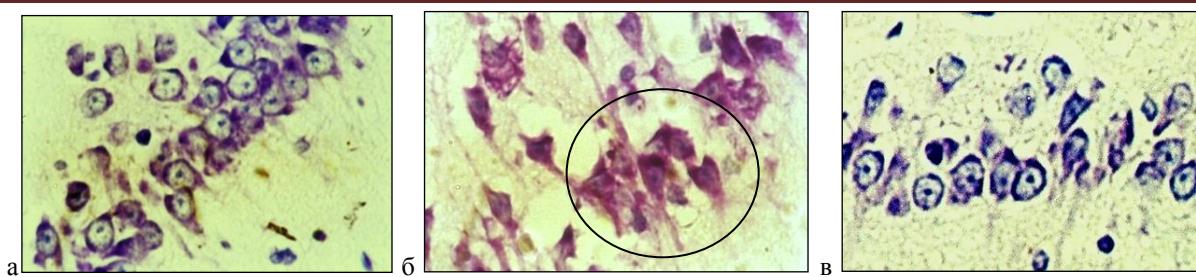


Рисунок 1 - Сектор поля CA1 гиппокампа белых крыс; а – (контроль) преобладают нормохромные нейроны; б – (без БРТ) преобладают гиперхромные нейроны, (порозность, просветление), появление нейрональных ансамблей (О); в – (с БРТ) преобладают нормохромные нейроны с четко верифицируемыми светлыми ядрами, ядрышками и базофильной структурированной цитоплазмой и гиперхромные несморщеные нейроны. Ув. – x200. краска по Нисслю тионином.

Мы предполагаем, что вследствие формирования в секторе CA1 групповых нейрональных ансамблей с повышенной информативностью нейронов и патологической реверберацией возбуждения в гиппокампе появляются доминантные пейсмекерные зоны, участвующие в образовании патологических систем мозга.

Нами установлено, что при стрессе, гиппокамп одним из первых подвергается структурно-функциональной реорганизации. Избирательность поражения секторов гиппокампа при аудиогенном стрессе с очаговым выпадением нейронов, максимальным, в секторе CA3, и максимальной численной плотностью необратимо измененных гиперхромных сморщенных и гипергидратированных нейронов способствует реорганизации сектора CA1 у всех экспериментальных животных.

Аудиогенные пороговые раздражения в киндлинговом режиме у животных группы без БРТ оказывают значительное повреждающее действие на нейроны всех отделов гиппокампа. Степень выраженности повреждения гиппокампа по снижению общей численной плотности нейронов (максимальное значение в группе) варьирует от 36,4% (CA1, 21-е сутки) до 58,8% (CA3, 45-е сутки), а по содержанию необратимо измененных нейронов от 20,0% (CA4, 14-е сутки) до 56,5% (CA2, 14-е сутки).

Использование комплексного методического подхода (световая и электронная микроскопия, морфометрический анализ) позволило получить полную количественную и качественную характеристику нейронов и межнейронных синапсов изучаемых лимбических структурах мозга и секторов гиппокампа.

Техногенный стресс, в группе без биоинформационного воздействия сопровождается увеличением содержания деструктивно измененных синаптических терминалей в различных секторах полях гиппокампа до 22-55%. Общая численная плотность синапсов в гиппокампе при этом уменьшалась на 13-39% по сравнению с контрольным значением. Гипертрофированные и перфорированные синапсы сектора поля CA1 обеспечивают формирование стойких доминантных систем с повышенной реверберацией возбуждающих импульсов, служа основой формирования патологических систем межнейронных связей в структурах мозга.

Биокоррекция оказывает положительное влияние на синаптоархитектонику гиппокампа. Так, после 7 аудиогенных воздействий (21-е сутки эксперимента) в гиппокампе животных группы II содержание деструктивно измененных синаптических терминалей было на 22% меньше ($\Delta^2=9,520$, $df=1$, $p=0,002$), чем в гиппокампе животных группы I. При этом общая численная плотность синапсов в гиппокампе животных группы II превосходила таковую у животных группы I на 15% (критерий Колмогорова-Смирнова, $p<0,01$).

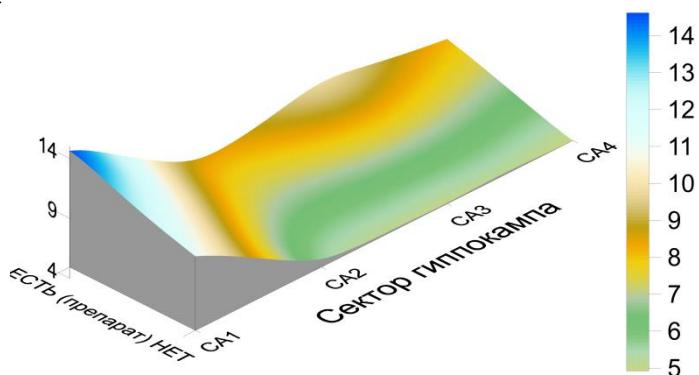


Рисунок 2 -Число митохондрий в нейронах различных секторов гиппокампа с БРТ и без БРТ

Компенсаторная и индуцированная аудиогенным раздражением реорганизация межнейронных синапсов сопровождались изменениями митохондрий нейропиля и зоны синаптического контакта. Во всех полях гиппокампа животных обеих групп, прежде всего, изменились площадь и количество митохондрий на единицу площади нейропиля. Площадь митохондрий сектора поля CA1 увеличилась в 4,2 раза ($p<0,005$), сектора поля CA3 в 5,83 раза ($p<0,001$), сектора поля CA2 в 2,9 раза ($p<0,001$), сектора поля CA4 в 4,5 раза ($p<0,001$).

Увеличилось общее количество митохондрий сектора поля CA1 в 3,84 раза ($p<0,005$), сектора поля CA3 в 2,93 раза ($p<0,001$), сектора поля CA2 в 1,1 раза, сектора поля CA4 в 1,4 раза ($p<0,001$) (Рис.2).

Высокая плотность митохондрий в нейропиле часто сочеталась с большим количеством мелких синаптических контактов. Особенno это было характерно для животных с биоинформационным воздействием.

Многофакторный анализ показывает, что у экспериментальных животных биокоррекция оказывает положительное влияние на цитоархитектонику в различной степени, во всех исследуемых секторах полях гиппокампа. Наибольший нейропротекторный эффект проявляется в поле CA3 (62,73%), CA1 (55,7%), CA4 (53,8%) по общей численной плотности нейронов, а в наименьшей степени – в поле CA2 (37,0%). Через 90 суток эксперимента нейропротекторный эффект биорезонансной терапии проявляется сохранением в поле CA3 (29,98 %), в поле CA1 (26,62 %), в поле CA4 (25,71 %) и в поле CA2 (17,68 %) нейронов.

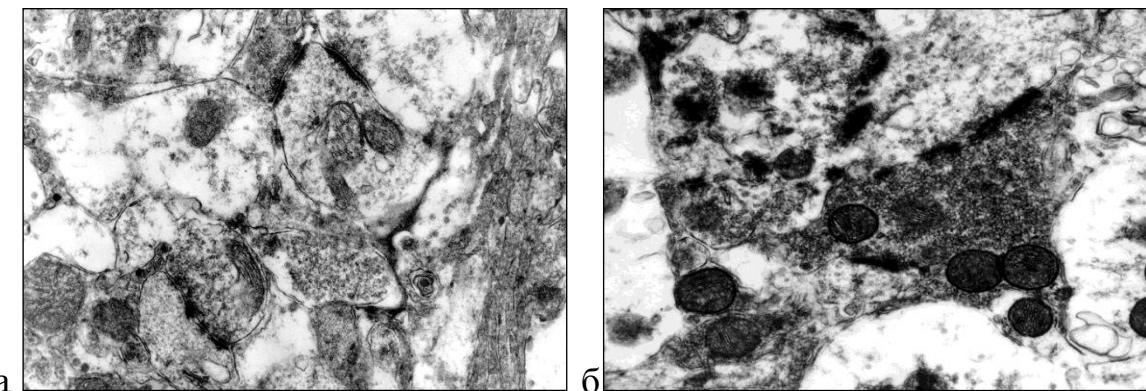


Рисунок 3 - Нейропиль сектора CA4 гиппокампа белой крысы а – (без БРТ); б – (с БРТ) через 90 сутки после аудиогенных воздействий. Тотальная выраженная деструкция синаптических терминалей (СТ) по светлому типу – агглютинация и разрушение синаптических пузырьков, отек-набухание терминалей, тотальное разрушение митохондрий и окружающего нейропиля – а, сохранность митохондрий и нейропиля – б. Ув. 42000.

Следует отметить то, что биокоррекция оказывала благоприятное действие на митохондрии. У животных группы с биоинформационным воздействием об этом свидетельствует то, что часто при аудиогенном стресс-синдроме на фоне выраженной деструкции и отека-набухания нейропиля выявлялись ультраструктурно сохранные митохондрии. Биокоррекция оказывает выраженный биоадаптогенный эффект и приводит к снижению реактивности головного мозга в ответ на электромагнитное раздражение (эпилептиформные судорожные пароксизмы прекращаются у 72,7%, снижается двигательное возбуждение – у 45,4% животных), нормализует защитно-фобические реакции, восстанавливает структурно-функциональные нарушения иммунной и эндокринной систем экспериментальных животных.

Выводы

Результаты использования биорезонансной диагностики и терапии свидетельствуют о перспективности и правильности гипотезы, энергоинформационных полей организма и эффективности предложенного метода для донозологической на энергоинформационном уровне диагностике и терапии лимбических структур мозга при различных заболеваниях стресс-синдрома. Корреляция полученных экспериментальных данных подтвержденная морфологическими методами, являются доказательством эффективности БРТ и позволяет, аргументировано с позиций доказательной медицины, использовать этот метод в клинике.

Библиографический список

1. Афтанас Л.И. Эмоциональное пространство человека: психофизиологический анализ// ГУ НИИ физиологии СО РАМН,-Новосибирск , - 2000. - С. 40-44.
2. Бецкий О.В. Миллиметровые волны в биологии и медицине. 1993.-№2. - С.1 08.
3. Готовский Ю.В., Махонькина Л.Б., Сазонова И.М.Интегративные показатели оценки состояния и результатов терапии. Междун.конф. Ч.-1., М.:Имедин,-1998. - С. 3-30.
4. Девятков Н.Д., Голанд М.Б., Бецкий О.В. Миллиметровые волны и их роль в процессе жизнедеятельности.- М.: Радио и связь. - 1991. - С. 156.
5. Калимуллина Л.Б., Бикбаев А.Ф., Карпова А.В., Чепурнова Н.Е., Саакян С.А., Чепурнов С.А. Пириформная кора и кортикальные ядра миндалины эпилептогенезе – роль росто-каудального градиента//Успехи физиологических наук,-Т31,№4, 2000. - С. 63-74.
6. Крушинский Л.В. Формирование поведения животных в норме и патологии. - М.: Изд-во МГУ, 1960. – С. 24,40,55,239-264.
7. Крыжановский Г.Н. Генераторные и системные механизмы в патологии нервной системы //Первый Рос. Конгр. по патофизиологии: Тез. докл. - М., 1996. - С. 120.
8. Кудинова Е.В. Устройство для биорезонансной диагностики: Патент № 37634 РФ /Е.В.Кудинова// № 2003113620; Заявл. 08.05.03; Опубл. 10.05.04. Бюл. №13.
9. Кудинова Е.В. Структурно-функциональные изменения гиппокампа при стресс-синдроме и их коррекция методом биорезонансной терапии /Е.В.Кудинова// автореферат дис.- Тюмень , 2005. –С.18.

10. Нестеров В.И. Квантово-корреляционные взаимодействия в психофизических системах. – М.-2002. – С. 51-54.
11. Рябинская Е.А., Бурнусуз С.Ю. Влияние межстимульных интервалов на судорожную активность у крыс линии Крушинского-Молодкиной // Вестн. ЛГУ, 1989. - Сер. 3, N 4. - С. 60-66.
12. Смирнов В.М. Нейрофизиология и высшая нервная деятельность детей и подростков. М. Академия.-С. 22-26, 154, 285-321, 328.
13. Сотников О.С., Богута К.К., Голубев А.И., Миничев Ю.С. Механизмы структурной пластиности нейронов. С-Пб., Наука – 1994. -С.217.
14. Умрюхин Е.А., Судаков К.В. Теория хаоса: преобразующая роль функциональных систем // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова – 1997.-Т.83

EXPERIMENTAL METHOD BIKORREKTSIYA STRUCTURAL AND FUNCTIONAL CHANGES OF THE BRAIN IN THE TECHNOGENIC STRESS

Kudinova Elena Veniaminovna

NGAU, Department of Physiology and biochemistry of humans and animals, Novosibirsk
Scientific Centre Poststress Rehabilitation, Omsk

Thus, stress - syndrome development on a background of stress occurs at hippocampus. Neurodynamic changes during hippocampus of sectors CA3, keep sensory impression of sectors CA1 which, at transition in long-term memory, provoke occurrence of the "stagnant" focus of excitation of sectors CA1 fixing sensory engram due to activation of additional neurons into bursting activity in hippocampus and allows hyperactive neurons to be united in generators of superexcitation pathogenesis is the development of a stress - syndrome.

Keywords: man-made stress, the hippocampus, bioresonance therapy.



ЭКОЛОГИЯ И СИСТЕМА ЛИЧНОСТНОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Малинина С.М.

ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
e-mail:svetlana-malinina@yandex.ru

В современных условиях глобального экологического кризиса, характеризующегося острыми противоречиями во взаимоотношениях общества и природы, человека и природы главным объектом человеческого измерения современной экологической проблематики становится человеческий внутренний мир с его «плюсами» и «минусами» по отношению к универсальной эволюции природы [1].

Новое экологическое сознание и новые общечеловеческие ценности, новое экологическое мировоззрение формируют возникновение новых ценностных ориентаций в отношении здоровья человека и его личностного развития. А.М. Адаменко определяет экологию как часть глобального способа мышления человека, его способности понимания взаимосвязи между собой, обществом и природой в планетарном масштабе. Б.Т. Григорьян, характеризуя человека как универсальную силу природы, наследника её целостности, говорит о том, что человек уже не чисто природная сила, а свою универсальность реализует и развивает как существо социальное и духовное в непосредственной природной детерминации. Витторио Хесле ставит вопрос о качественно новом типе развития цивилизации, проводя анализ в аспекте соотношения экологии, экономики, политики, нравственности, культуры. Говоря о выработке новых стратегий экологического поведения, необходимых для устойчивого развития современной цивилизации, он рассматривает человека как часть саморазвивающейся системы, в которой человек не просто противостоит природе, а взаимодействует с ней. Т.В. Сидорина в антропоэкологическом аспекте разрабатывает проблему развития культурных ориентаций и установок учащихся. Это требует по её мнению, вычленения основных жизненных ценностей, освоение которых позволяет человеку наиболее полно реализовать то, что ему дано природой и выработано в процессе индивидуальной жизнедеятельности. Речь прежде всего идёт о культуре отношений к своему телу и культуре взаимодействия с окружающими людьми [2]. Таким образом, экология с разных точек зрения является ступенью в системе личностного развития ребёнка с ограниченными возможностями здоровья.

Характерной особенностью развития детей, имеющих ограниченные возможности здоровья, является своеобразие сформированности высших психических функций, отражающееся в регуляции поведения и деятельности. В процессе патологического развития ребёнка страдают психические процессы: ощущение, восприятие, память, мышление, воображение, речь, внимание, эмоционально-волевая сфера, моторика и личность в целом. Поэтому включение детей в биосоциальную коррекционную среду позволяет создать систему их непрерывного личностного развития. Используя метод «активной музыкотерапии»

(Г.Алвин, Н.Ветлугина, У.Коффер, Г.Огтф, П.Нордофф, К.Роббинс), мы формируем нравственно-экологическое здоровье ребёнка, развиваем физические и психические функции[3].

Музыкально-ритмические занятия в процессе здоровьесберегающих технологий и в системе личностного развития детей представляют собой комплекс музыкально-двигательных, речедвигательных, дыхательных, музыкально-речевых игр и упражнений, осуществляемых в целях коррекции и укрепления здоровья. Система коррекционной работы построена с учётом постепенного развития у детей самосознания, саморегуляции, активности в речи и поведении. Многие занятия планируются по определённому сюжету, допускается вариативность в содержании и форме, определяемая особенностями развития детей конкретной группы. При проведении широко используются игровая деятельность, элементы психогимнастики, музыкальные рассказы и импровизации[4]. На занятиях ставится задача: научить детей выразительно, непринуждённо двигаться в соответствии с музыкальными образами, характером музыки, динамикой, регистрами, ускорять и замедлять движение, отмечать движениями акценты в музыкальном произведении, менять позы в соответствии с музыкальными фразами. Особое место отводится развитию внимания. Это достигается в процессе выполнения упражнений, воспитывающих устойчивость внимания, наблюдательность, умение воспроизводить ряд последовательных действий, способность переключаться с одного движения на другое, удерживать в памяти определённое количество двигательных действий.

Важнейшими элементами музыкально-ритмических занятий являются сигналы: слово, музыка, жест. Музыка как сигнал особенно широко используется в коррекционных целях. Смена музыкальных отрывков, темпов, ритмов, контрастность регистров, характер и сила звука, форма музыкальных произведений позволяет регулировать смену движений, составляющих упражнение. Музыкальные темпы помогают детям переключаться с одного движения на другое. Они учатся подчинять свои движения музыке. Умение воспринимать характер и динамику звучащего произведения, различать его составные части и выражать всё это соответствующими движениями осознанно даёт возможность удерживать в памяти последовательность серии движений, передавать движением характер произведения.

Особое значение придаётся акценту, как средству выразительности и уточнения движения в упражнениях с предметами; в игре, как сигналу к окончанию музыкального отрывка. Для занятий используются высокохудожественные и доступные детям музыкальные произведения, облегчающие красивое и естественное выполнение заданного рисунка. Благодаря музыке улучшается координация движений: они становятся более чёткими, точными и плавными. На занятиях музыка не просто идёт как сопровождение танца, а является его организующим началом. Упражнения подбираются так, чтобы каждый музыкальный сигнал вызывал немедленную и определённую двигательную реакцию. Это позволяет развивать внимание, слуховое восприятие, пространственную ориентировку, а главное, способствует коррекции собственно речевых нарушений: фонематического слуха, темпа, ритма, дыхания.[5] Красота тела и движения подчёркивают экологическую культуру развивающейся личности ребёнка с ограниченными возможностями здоровья.

Используемая система музыкально-ритмических занятий позволяет утверждать, что она даёт положительный результат в охране здоровья и жизнедеятельности детей, включается в систему их личностного развития. У большей части детей преодолеваются нарушения и корректируются отклонения в личностной сфере.

Библиографический список

1. Алексеев В.П. Очерки экологии человека: Учебное пособие. - Изд-во МНЭПУ, 1998.-232 с.
2. Битянова Н.Ф. Проблема саморазвития личности в психологии: Аналитический обзор.- М.: Московский психолого-социальный институт: Флинта, 1998.-48 с.
3. Василенко Л.И. Экологическая этика: от натурализма к философскому персонализму // Вопросы философии.-1995.- № 3. - С.35-42.
4. Вербицкий А.А. Основы концепции развития непрерывного экологического образования // Педагогика, 1997.- № 6.- С. 31-36.
5. Дерябо С.Д., Ясин В.А. Экологическая педагогика и психология.- Ростов – на- Дону: Издательство «Феникс», 1996.- 480 с.
6. Маркевич И.Д. Эстетическое воспитание детей с ограниченными физическими возможностями средствами музыкально-ритмической деятельности. (Общая педагогика, история педагогики и образования): Автограферат дис. на соиск. учён. степ. канд. пед. наук / Маркевич И.Д.; Великий Новгород, 2007. – 27с.
7. Медникова Л.С. Развитие чувства ритма у дошкольников с отставанием в умственном развитии. – М.:Академия, 1998. – 120 с.
8. Славина-Бурнина Л.Н. Развитие музыкально-ритмических способностей детей дошкольного возраста с общим недоразвитием речи в коррекционно-педагогической работе. 13.00.03. – коррекционная педагогика (сурдопедагогика, тифлопедагогика, олигофренопедагогика, логопедия): Автограферат дис. на соиск. учён. степ. канд. пед. наук / Славина-Бурнина Л.Н.; Ростов-на-Дону, 2006. – 23 с.
9. Яхнина Е.З. Музыкально-ритмические занятия с глухими учащимися младших классов.-М.: Логос, 2009.-128 с.

**ECOLOGY AND SYSTEM OF PERSONAL DEVELOPMENT OF CHILDREN
WITH DISABILITIES**

Malinina S. M.

Vladimir State University named by A.G. and N.G. Stoletotov
e-mail: svetlana-malinina @ yandex.ru

Article is devoted to problem of interrelation of ecology and system of personal development of children with disabilities, to music and movement use in formation of the biological and social nature of such child

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧНОЙ ВЕТРОУСТАНОВКИ ДЛЯ
ПРОМЫШЛЕННОГО И БЫТОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ С ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ
КОЭФФИЦИЕНТОМ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ**

Арефьев Е.В., Орлов Ю.А.

Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых
evgeny-arefiev@yandex.ru, orlww@mail.ru

В настоящее время в мире остро стоит проблема нахождения и разработки новых альтернативных источников энергии. Использование ветрогенераторов в промышленности и на транспорте, в быту и на отдыхе оправдано в настоящее время тем, что электроэнергия, газ и нефтепродукты постоянно дорожают [1].

Из практики использования ветрогенераторов известно, что мощность промышленных установок может достигать 6 МВт, а бытовых от 0,1 до 20кВт [2,3].

Разработанная конструкция может быть востребована в системе городского хозяйства, малыми предприятиями и индивидуальными лицами, как в стационарных, так и в походных условиях.

В перспективе может быть использована для выработки электроэнергии от морских приливов и отливов. Главными преимуществами предлагаемой конструкции перед аналогичными устройствами является наличие вертикальной оси вращения, имеющей возможность регулировки положения рабочих лопастей, комбинация механизмов, обеспечивающих ускорение работы ведущего вала с устройствами защиты от перегрузок.

Вертикальная ось вращения, при наличии дополнительных промежуточных опор рабочих лопастей, на магнитной подвеске или рельсах, позволяет изготовить рабочую лопасть длиной до нескольких сотен и более метров.

Устройство может работать при любом направлении ветра, т.к. число лопастей может равняться трем и более ярусам.

Научная новизна предлагаемого решения заключается в том, что коэффициент аэродинамического сопротивления рабочей лопасти имеет максимальное значение близкое к единице, а нерабочая лопасть минимальное значение близкое к нулю. Научное достижение зафиксировано в виде патентов на изобретение №2432494, №2484294 и положительного решения о выдаче патента к заявке №2011145378/06 (067946) от 10.07.2013г., правообладателем которого является Владимирский государственный университет и авторы разработки.

Недостатком известных конструкций ветродвигателей является невозможность получения при малой скорости ветра необходимой скорости вращения потребителя, например, электрогенератора.

Цель разработанной конструкции – обеспечение достаточной для нормальной работы электрогенератора скорости его вращения при малом воздействии ветра, предохранение от разрушения механизмов при ураганном ветре.

Поставленная цель достигается тем, что ветроустановка, содержащая вертикальные валы, четыре (или более) пар лопастей на махах, упоры, конический редуктор с ведущей и ведомой боковыми шестернями, снабжена двухрядным планетарным мультиплликатором, муфтами обгона, муфтой-тормозом и предохранительными муфтами.

Согласно известного уравнения аэродинамики сила воздействия воздушной среды на преграду может быть определена из уравнения



Ветроустановка с изменяющимся
коэффициентом аэродинамического
сопротивления

$$Q = C_x \cdot \rho \cdot S \cdot V^2, \quad (1)$$

где Q – сила воздействия струи, Н;

C_x – коэффициент аэродинамического сопротивления плоской преграды (от 0 до 1);

ρ – плотность потока воздуха, кг/м³;

S – активная площадь преграды, м²;

V – скорость воздушного потока, м/с.

Анализ формулы показывает, что эффективность работы преобразователя энергии ветра в механическую работу в первую очередь зависит от скорости воздушного потока, активной площади лопастей и аэродинамического сопротивления рабочих и нерабочих лопастей установки.

Известна также зависимость между механической мощностью и частотой вращения, из которой вращающий момент может быть найден как:

$$T = \frac{P}{\omega}, \quad (2)$$

где T – вращающий момент, Н·м

P – мощность, Вт

ω – угловая скорость вращения, рад/с

Таким образом, введение в схему энергоустановки генератора на постоянных магнитах с малой частотой вращения до 450 мин⁻¹ и введение мультипликатора, преобразующего повышенный вращающий момент в увеличенную частоту вращения, представляется перспективным с точки зрения повышения эффективности работы генераторов с вертикальной осью вращения на принципиальной новой основе.

Библиографический список

1. Материалы сайта «Альтернативная энергетика» [Электронный ресурс]. – URL: <http://aenergy.ru/> (дата обращения: 24.02.2014).
2. Материалы сайта «Альтернативная энергетика» [Электронный ресурс]. – URL: <http://alternativenergy.ru/> (дата обращения: 24.02.2014).
3. К.В. Барладян, Ю.А. Орлов Исследование состояния проблемы и разработка ветроустановки с вертикальной осью, как альтернативного источника энергии. Материалы XIV-й Международной научно-практической конференции. – Владимир, 2012 г. – с. 302-304.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧНОЙ ВЕТРОУСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО И БЫТОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ С ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ КОЭФФИЦИЕНТОМ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Арефьев Е.В., Орлов Ю.А.

Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

evgeny-arefiev@yandex.ru, orlw@mail.ru

Abstract: On forecasts of scientists by 2020 the total capacity of small wind power will increase in the USA to 50 thousand MW. In small power 10 thousand people will be occupied and they will make production and services for the sum more than \$1 billion. The European Union laid down the aim by 2020 to increase a share of renewables by 20 %. Scientific novelty of an offered design of wind turbines with vertical shaft is use possibility as a working body of the accelerated air stream of air of any direction.

Keywords: alternative energy, vertical shaft, wind turbines

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ
ПО ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ С ГЕО- И ГЕЛИОФИЗИЧЕСКИМИ
ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

Лещев И.А., Грунская Л.В.

Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, grunsk@vlsu.ru

Владимирским государственным университетом совместно с медико-санитарной частью МВД России по Владимирской области осуществляется работа по исследованию воздействия гелио и геофизических факторов на показатели здоровья населения. Используются статистические данные по дорожно – транспортным происшествиям по Владимирской области за период с 2001 года по 2006 года и базы экспериментальных данных по напряженности электрического поля Земли, геомагнитного поля, числам Вольфа. Предварительный анализ полученных результатов говорит о неслучайности выявленных корреляционных связей между ДТП и геофизическими полями.

Созданная база данных системы многоканального синхронного мониторинга электрического и геомагнитного полей на разнесенных в пространстве станциях (физический экспериментальный полигон ВлГУ; станция на оз. Байкал Института солнечно-земной физики СО РАН; станция в п. Паратунка (Камчатка), Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН; станция в г. Обнинск на базе научно - производственного объединения «Тайфун») позволила провести анализ взаимодействия гелио- и геофизических факторов (числа Вольфа, электрическое поле Земли, магнитное поле Земли) с дорожно – транспортными происшествиями по Владимирской области за 2001-2006 годы [1-5].

На отдельных участках временных рядов выявлена значимая корреляция между вертикальной составляющей напряженности электрического поля, магнитным полем Земли, числами Вольфа и количеством ДТП, количеством пострадавших в ДТП по Владимирской области (табл. 1). Например, коэффициент корреляции между погибшими в ДТП и числами Вольфа в северном полушарии Солнца за период 21.03.2006-21.04.2006 равен 0,7 при вероятности ошибки $P \leq 0,001$; коэффициент корреляции между ДТП и Число Вольфа в южном полушарии Солнца за период 27.11.2006-28.12.2006 равен -0,63 при вероятности ошибки $P \leq 0,001$.

Таблица 1 Коэффициенты корреляции с вероятностью ошибки P для количества ДТП, погибших, раненных в результате ДТП, их сумма по Владимирской области и напряженности электрического поля, магнитного поля Земли, чисел Вольфа за 2001-2006 год

Год	Анализируемые процессы	Даты	Коэф. коррел.	P
2001	ДТП и электрическое поле Земли	28.06.2001-24.07.2001	-0,45	$\leq 0,02$
	ДТП и геомагнитное поле	28.06.2001-08.08.2001	0,40	$\leq 0,01$
	ДТП и Число Вольфа (S)	28.06.2001-29.08.2001	0,45	$\leq 0,001$
	Погибшие в результате ДТП и Число Вольфа (N)	19.07.2001-19.09.2001	-0,46	$\leq 0,001$
	Раненые в результате ДТП и Число Вольфа (S)	19.07.2001-19.09.2001	0,39	$\leq 0,01$
2002	Погибшие в результате ДТП и геомагнитное поле	10.07.2002-21.08.2002	-0,41	$\leq 0,01$
2003	Раненые в результате ДТП и Число Вольфа (N)	11.07.2003-11.08.2003	-0,46	$\leq 0,01$
	Раненые в результате ДТП и Число Вольфа (N)	11.08.2003-11.09.2003	0,46	$\leq 0,01$
	Раненые в результате ДТП и Число Вольфа (S)	11.08.2003-11.09.2003	-0,41	$\leq 0,02$
2004	ДТП и Число Вольфа	13.02.2004-25.03.2004	-0,46	$\leq 0,01$
	ДТП и Число Вольфа (N)	30.01.2004-11.03.2004	-0,41	$\leq 0,01$
	Погибшие в результате ДТП и электрическое поле Земли	31.10.2004-31.12.2004	-0,30	$\leq 0,02$
	Погибшие в результате ДТП и электрическое поле Земли	15.08.2004-25.09.2004	-0,37	$\leq 0,02$
	Погибшие в результате ДТП и электрическое поле Земли	31.08.2004-01.10.2004	-0,44	$\leq 0,02$
	Погибшие в результате ДТП и Число Вольфа	22.11.2004-23.12.2004	-0,48	$\leq 0,01$
	Погибшие в результате ДТП и Число Вольфа (N)	24.11.2004-25.12.2004	-0,51	$\leq 0,01$
	Раненые в результате ДТП и Число Вольфа	29.01.2004-30.03.2004	-0,33	$\leq 0,01$
	Раненые в результате ДТП и Число Вольфа (S)	25.02.2004-26.04.2004	-0,35	$\leq 0,01$

2005	Раненые в результате ДТП и Число Вольфа	29.01.2004-10.03.2004	-0,43	$\leq 0,01$
	Раненые в результате ДТП и Число Вольфа (S)	30.10.2004-10.12.2004	0,40	$\leq 0,01$
	Раненые в результате ДТП и Число Вольфа	02.02.2004-04.03.2004	-0,47	$\leq 0,01$
	Раненые в результате ДТП и Число Вольфа (N)	12.04.2004-13.05.2004	-0,45	$\leq 0,01$
	Пострадавшие в результате ДТП и Число Вольфа	29.01.2004-30.03.2004	-0,34	$\leq 0,01$
	Пострадавшие в результате ДТП и Число Вольфа (S)	06.10.2004-06.12.2004	0,31	$\leq 0,01$
	ДТП и электрическое поле Земли	4.01.2005-6.03.2005	-0,284	$\leq 0,05$
	ДТП и электрическое поле Земли	3.08.2005-3.10.2005	-0,330	$\leq 0,01$
	ДТП и магнитное поле Земли	2.08.2005-2.10.2005	-0,345	$\leq 0,01$
	ДТП и Число Вольфа	19.09.2005-19.11.2005	-0,301	$\leq 0,02$
	ДТП и Число Вольфа (S)	8.01.2005-10.03.2005	0,310	$\leq 0,02$
	ДТП и Число Вольфа (S)	28.01.2005-30.03.2005	0,314	$\leq 0,02$
	ДТП и электрическое поле Земли	10.01.2005-20.02.2005	-0,397	$\leq 0,01$
	ДТП и электрическое поле Земли	23.08.2005-30.10.2005	-0,472	$\leq 0,01$
	ДТП и магнитное поле Земли	05.04.2005-16.05.2005	-0,463	$\leq 0,01$
	ДТП и Число Вольфа	05.10.2005-15.11.2005	-0,392	$\leq 0,02$
	ДТП и Число Вольфа (S)	28.01.2005-10.03.2005	0,454	$\leq 0,01$
	ДТП и электрическое поле Земли	28.01.2005-28.02.2005	-0,574	$\leq 0,001$
	ДТП и электрическое поле Земли	02.09.2005-03.10.2005	-0,535	$\leq 0,01$
	ДТП и магнитное поле Земли	04.04.2005-05.05.2005	-0,436	$\leq 0,02$
	ДТП и Число Вольфа (N)	15.02.2005-18.03.2005	-0,431	$\leq 0,02$
	ДТП и Число Вольфа (S)	25.01.2005-25.02.2005	0,479	$\leq 0,01$
2006	Погибшие в результате ДТП и электрическое поле Земли	09.07.2005-08.09.2005	-0,390	$\leq 0,01$
	Погибшие в результате ДТП и электрическое поле Земли	25.08.2005-25.10.2005	-0,397	$\leq 0,01$
	Погибшие в результате ДТП и магнитное поле Земли	08.06.2005-08.08.2005	-0,320	$\leq 0,02$
	Погибшие в результате ДТП и Число Вольфа (S)	02.03.2005-02.05.2005	0,322	$\leq 0,02$
	Погибшие в результате ДТП и электрическое поле Земли	22.03.2005-02.05.2005	0,493	$\leq 0,001$
	Погибшие в результате ДТП и электрическое поле Земли	29.07.2005-08.06.2005	-0,460	$\leq 0,01$
	Погибшие в результате ДТП и электрическое поле Земли	23.08.2005-03.10.2005	-0,492	$\leq 0,001$
	Погибшие в результате ДТП и Число Вольфа	20.05.2005-30.06.2005	-0,419	$\leq 0,01$
	Погибшие в результате ДТП и Число Вольфа (S)	20.05.2005-30.06.2005	-0,463	$\leq 0,01$
	Погибшие в результате ДТП и электрическое поле Земли	01.04.2005-02.05.2005	0,520	$\leq 0,01$
	Погибшие в результате ДТП и электрическое поле Земли	02.09.2005-03.10.2005	-0,514	$\leq 0,01$
	Погибшие в результате ДТП и магнитное поле Земли	01.08.2005-01.09.2005	-0,432	$\leq 0,02$
	Погибшие в результате ДТП и Число Вольфа	01.04.2005-02.05.2005	0,485	$\leq 0,01$
	Погибшие в результате ДТП и Число Вольфа (N)	27.02.2005-30.03.2005	-0,425	$\leq 0,02$
	Погибшие в результате ДТП и Число Вольфа (S)	01.04.2005-02.05.2005	0,497	$\leq 0,01$
	Погибшие в результате ДТП и Число Вольфа (S)	30.05.2005-30.06.2005	-0,474	$\leq 0,01$
2006	ДТП и Число Вольфа	01.01.2006-03.03.2006	-0,43	$\leq 0,001$
	ДТП и Число Вольфа (S)	17.01.2006-19.03.2006	-0,43	$\leq 0,001$
	ДТП и Число Вольфа (S)	27.11.2006-28.12.2006	-0,61	$\leq 0,001$
	Погибшие в результате ДТП и электрическое поле Земли	06.01.2006-16.02.2006	0,53	$\leq 0,001$
	Погибшие в результате ДТП и Число Вольфа (N)	15.03.2006-25.04.2006	0,50	$\leq 0,001$

Погибшие в результате ДТП и электрическое поле Земли	13.01.2006-13.02.2006	0,69	$\leq 0,001$
Погибшие в результате ДТП и Число Вольфа (N)	21.03.2006-21.04.2006	0,70	$\leq 0,001$
Раненые в результате ДТП и Число Вольфа (S)	03.11.2006-14.12.2006	0,59	$\leq 0,001$
Раненые в результате ДТП и Число Вольфа (S)	03.11.2006-04.12.2006	0,63	$\leq 0,001$

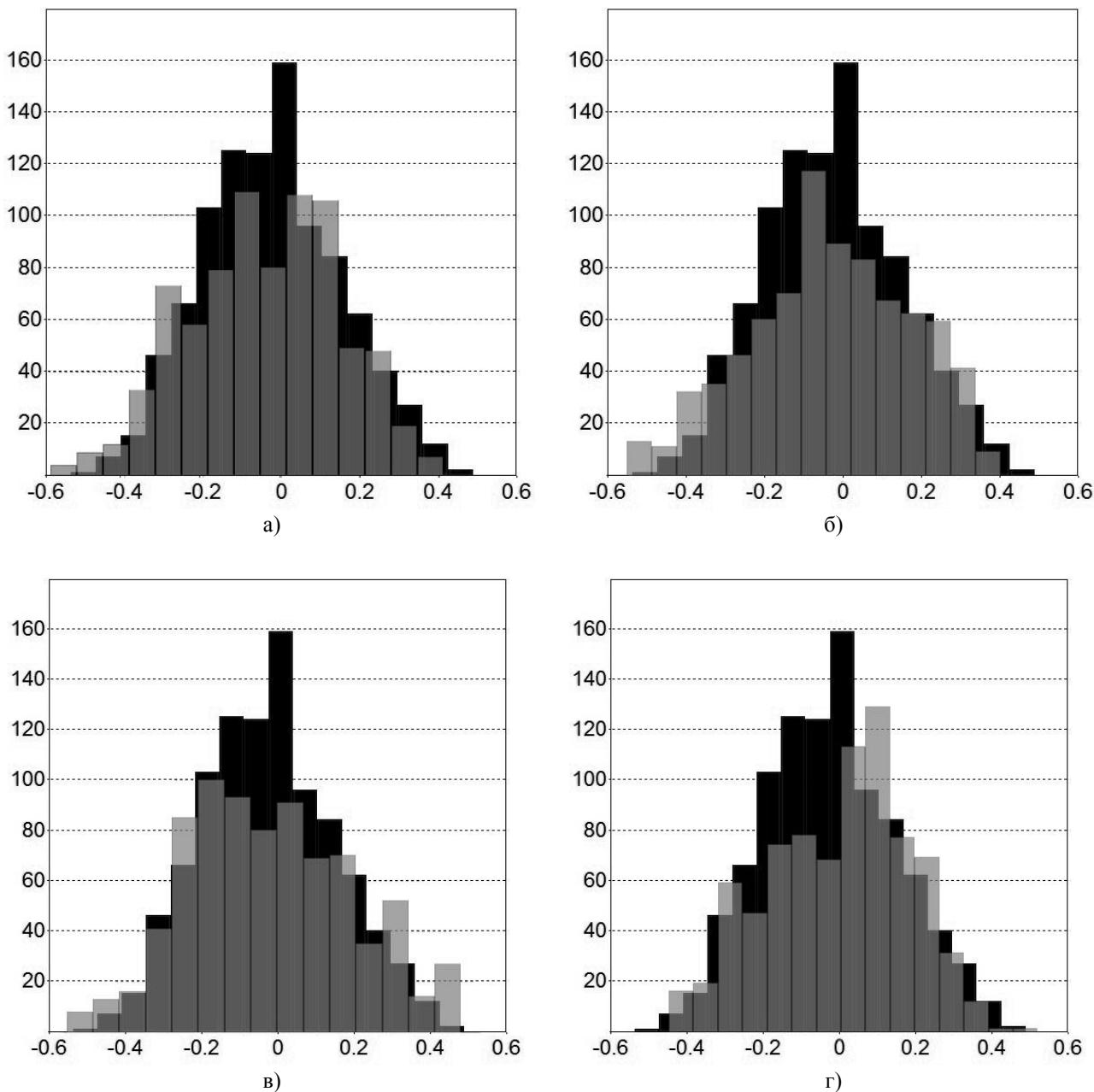


Рис. 1 Гистограммы распределения коэффициентов корреляции при величине выборке 32 за период 01.01.2004-12.07.2006 (светлый тон) между:

- а) количеством ДТП и напряженностью электрического поля;
- б) количеством ДТП и Числом Вольфа;
- в) количеством ДТП и Числом Вольфа в южном полушарии Солнца;
- г) количеством ДТП и Числом Вольфа в северном полушарии Солнца

Предварительный анализ полученных результатов говорит о неслучайности полученных корреляционных связей.

Для анализа степени случайности появления участков со значимыми коэффициентами корреляции, было осуществлено сравнение распределения коэффициента корреляции между двумя случайными рядами и распределения коэффициента корреляции между рядами анализируемых процессов. Случайные ряды получены в программе MS Excel при величине выборке 32, величине ряда 1000.

Гистограммы распределения коэффициента корреляции между 2 случайными рядами, полученными в программе MS Excel при величине выборке 32 величине ряда 1000 (темный тон)

На рис. 1 показаны гистограммы распределения коэффициентов корреляции между ДТП и напряженностью электрического поля, магнитным полем, числами Вольфа при выборке 32 за 2004-2006 года и гистограммы распределения коэффициента корреляции между двумя случайными рядами. Вероятность появления коэффициентов корреляции в диапазоне 0,4÷0,5 между рядами анализируемых процессов (например, ДТП и напряженность электрического поля) выше, чем вероятность появления коэффициентов корреляции между случайными рядами. В диапазоне 0÷0,2 ситуация обратная - вероятность появления коэффициентов корреляции между рядами анализируемых процессов ниже, чем вероятность появления коэффициентов корреляции между случайными рядами.

Выводы

Проведен анализ взаимодействия гелио- и геофизических факторов (числа Вольфа, электрическое поле Земли, магнитное поле Земли) с дорожно – транспортными происшествиями по Владимирской области за 2001-2006 годы. Актуальность данной темы обусловлена высоким уровнем дорожно-транспортного травматизма и необходимостью проведения исследований по выявлению воздействия гелио- и геофизических факторов на здоровье человека.

Не смотря на многофакторность анализируемых взаимосвязей на отдельных участках временных рядов выявлена значимая корреляция между вертикальной составляющей напряженности электрического поля, магнитным полем Земли, числами Вольфа и количеством ДТП, количеством пострадавших в ДТП по Владимирской области.

Для анализа степени случайности появления участков со значимыми коэффициентами корреляции были проанализированы гистограммы распределения коэффициентов корреляции между ДТП и напряженностью электрического поля, магнитным полем, числами Вольфа при выборке 32 за 2004-2006 года. Анализ полученных результатов позволяет сделать предварительный вывод о возможной неслучайности полученных корреляционных связей.

На здоровье человека влияет много факторов: экологические, техногенные, социальные факторы, случайные факторы. На следующем этапе исследований планируется, используя экспериментальную базу по различным геофизическим полям и явлениям за несколько десятков лет, более детально проанализировать полученные взаимосвязи. Работа осуществлена при поддержке Государственного Задания 2014/13,2871, гранта РФФИ № 14-07-97510\14.

Библиографический список

1. Грунская, Л.В. Влияние геофизических характеристик пограничного слоя атмосферы на некоторые показатели здоровья населения/ Л.В. Грунская, В.Н. Буренков, И.А. Лещев, Л.Т. Сушкова, Е.Г. Рыжова, М.И. Дегтерева//Биотехносфера.- 2011. - №5. - С.59-65.
2. Грунская, Л. В. Мобильный приемно-регистрирующий комплекс для мониторинга электромагнитного поля приземного слоя атмосферы / Л. В. Грунская [и др.] // Проектирование и технология электронных средств. – 2005. – № 2. – С. 69 – 74.
3. Грунская Л.В., Исакевич В.В., Ефимов В.А. Разработка программно-аппаратного комплекса для исследования воздействия геофизических и техногенных факторов на электрическое поле приземного слоя атмосферы // Биомедицинская радиоэлектроника, 2008, №6, стр. 87-93
4. Грунская, Л.В. Программно-аппаратный комплекс исследования электромагнитных полей пограничного слоя атмосферы / Л.В. Грунская, В.В. Исакевич, А.А. Закиров, Д. В. Рубай, Д. В. Исакевич, А.С. Батин // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2012. №6.- С.42-47.
5. Широбоков, А.В. Влияние геофизических факторов на здоровье человека / А.В. Широбоков, И.А. Лещев, Л.В. Грунская, В.Н. Буренков, Е.Г. Яскин, А.И. Ершов // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2012. - №6.-С.62-66.

INTERCONNECTION OF MOTOR TRANSPORT ACCIDENTS IN VLADIMIR REGION WITH GEOPHYSICAL AND HELIOPHYSICAL CHARACTERISTIC

Grunskaya L.V., Isakevich V.V., Isakevich D.V., Lukyanov V.E., Rubai D.V.

Vladimir State University

grunsk@vlsu.ru

Investigation of influence of heliophysical and geophysical factors on public health is being done by Vladimir State University together Vladimir medical inspection department of the Ministry of Internal Affairs. Statistical data of the motor transport accidents in Vladimir region for the period from 2001 to 2006 and the base of experimental data of electric intensity, geomagnetic field, Wolf number are being used. Preliminary analysis of the received results shows

non-accidental nature of the exposed correlative connections between the motor transport accidents and geophysical field. The work are supported by grants RFFI № 14-07-97510/14 and the State Task 2014/13,2871.



СОВОКУПНОСТЬ ПАРАМЕТРОВ ЕСТЕСТВЕННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КАК КОМПЛЕМЕНТАРНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР ВЛИЯНИЯ НА ЧЕЛОВЕКА

Тужилкин Д.А., Бородин А.С.

Национальный исследовательский Томский государственный университет, dmitry-88@mail.ru

Организм человека, являясь сложной открытой нелинейной системой, очень чутко реагирует на условия окружающей его среды обитания. Среди основных экологических факторов окружающей среды, традиционно рассматриваемых в контексте проблемы влияния на человека, значительно в меньшей мере исследовано влияние электромагнитных полей. Помимо возрастающего антропогенного электромагнитного загрязнения, большой интерес для исследований с точки зрения обнаружения механизмов воздействия представляют естественные электромагнитные поля как постоянно действующий на человека в процессе его эволюции фактор.

Накопленные к настоящему моменту времени данные свидетельствуют об информационной функции естественных электромагнитных полей [1]. Так, было показано, что наиболее агрессивное воздействие на биологические объекты оказывают резко меняющиеся по частоте ЭМП, которые приводят к десинхронизации собственных электромагнитных сигналов в живом организме. Подобная же картина наблюдается и во время нестабильной гелиогеомагнитной обстановки, когда резкие вариации глобальных и региональных параметров окружающей среды находят отклик в работе различных систем организма [2]. Кроме того, даже недолгое пребывание человека в местах с аномальным значением естественного электромагнитного фона способно отразиться на состоянии организма [3].

С точки зрения информационной функции естественных электромагнитных полей можно объяснить и тот факт, что наиболее чувствительными системами в организме человека к изменению окружающей электромагнитной обстановки являются нервная и сердечно-сосудистая системы, так как собственные частоты данных систем организма наиболее близки частотам рассматриваемых физических полей.

Тем не менее, проблема оценки комплекса параметров естественных физических полей окружающей среды, в том числе естественных электромагнитных полей, как комплементарного экологического фактора влияния на человека на настоящий момент не решена. В связи с этим в данной работе проведено исследование зависимости между вариациями периода сердечных сокращений человека и изменениями параметров региональных физических полей окружающей среды.

Методика исследований

В ходе работы была набрана база данных круглосуточного мониторинга состояния сердечно-сосудистой системы сорока человек без нозологических отклонений в возрасте от 19 до 22 лет, за период времени с 7 апреля по 11 июня 2009 года. Проводилась непрерывная регистрация электрокардиограммы в трех грудных отведениях методом холтеровского мониторирования в условиях обычной активности волонтеров. Далее проводилась обработка данных, в результате которой считались главные моменты вариаций RR-интервалов синусового ритма – показатель mRR (среднее значение RR-интервала) и SDNN (стандартное отклонение от среднего значения) на последовательных трехминутных интервалах [4].

Этим рядом данных были поставлены во временное соответствие данные по параметрам физических полей окружающей среды, непрерывный круглосуточный мониторинг которых осуществляется в Томском государственном университете на сертифицированном оборудовании научно-образовательного центра «Физика ионосферы и электромагнитная экология» сотрудниками кафедры Космической физики и экологии. В качестве параметров проанализированы региональное геомагнитное поле (амплитуда северной, восточной и вертикальной компонент, соответственно X, Y и Z), метеорологические параметры (температура T, давление P, влажность U, скорость приземного ветра S), инфразвуковые вариации давления в диапазоне от 0.01 до 32 Гц [5], разделенные на 6 октавных полос, основные параметры шумановского резонатора (ШР) – амплитуда A, частота F и добротность Q первых четырех мод в диапазоне от 6 до 32 Гц [6]. Каждый параметр физических полей предварительно был профильтрован трехчасовым фильтром Хэмминга.

Для исключения влияния неоднородности состава группы волонтеров на результаты их сравнения предварительно проведена стандартизация по суточным данным рассматриваемых показателей активности сердечно-сосудистой системы для каждого волонтера.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе исследования построены временные зависимости показателей активности сердечно-сосудистой системы, сопряженные с параметрами естественных физических полей окружающей среды.

На рисунке 1 представлен выборочный фрагмент временной зависимости показателей активности сердечно-сосудистой системы mRR и SDNN и восточной компоненты регионального геомагнитного поля Y.

Как видно из графиков, показатели должны обнаруживать высокую степень корреляции, что и было подтверждено впоследствии в ходе корреляционного анализа. Кроме того, наряду с известной в литературе согласованностью сердечного ритма с метеопараметрами, обнаружилось хорошее соответствие временной динамики сердечного ритма и частоты первой моды ШР (рисунок 2). Наблюдаемый результат представляет интерес, так как данная частота (7.8 Гц) близка диапазону собственных частот головного мозга человека и флуктуации данной частоты могут находить отклик в функционировании всего организма.

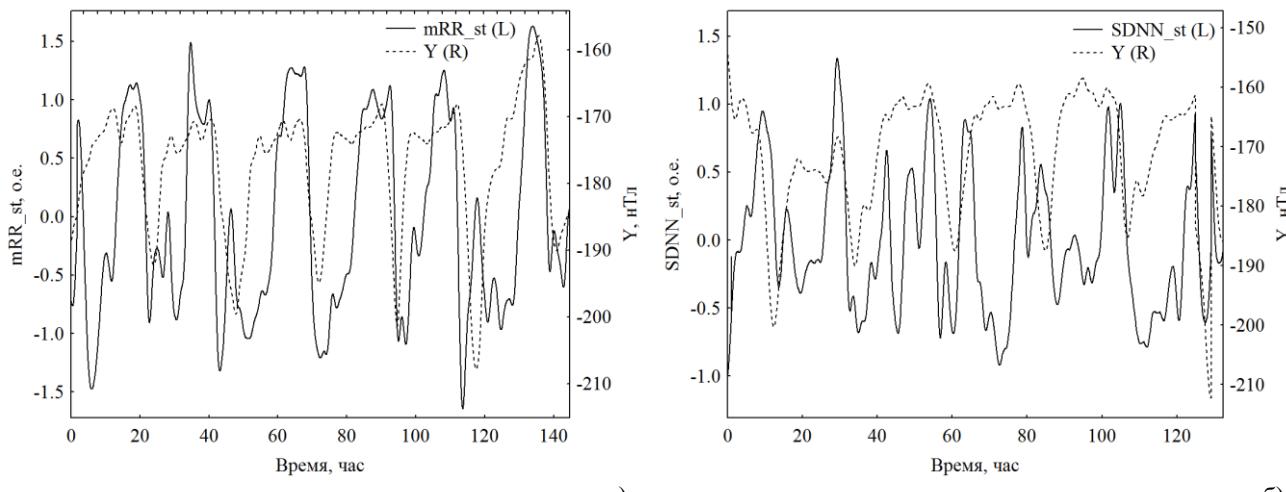


Рисунок 1 – Сопряженная временная динамика показателей активности сердечно-сосудистой системы mRR (а) и SDNN (б) и восточной компоненты Y геомагнитного поля

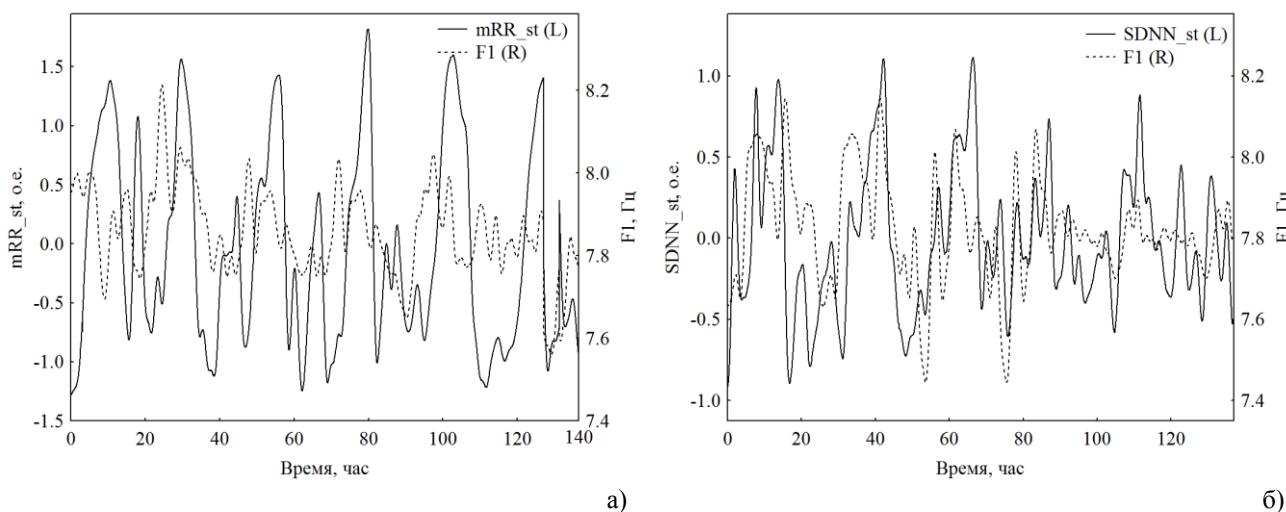


Рисунок 2 – Сопряженная временная динамика показателей активности сердечно-сосудистой системы mRR (а) и SDNN (б) и частоты первой моды шумановского резонатора F1

Для анализа связи между несколькими независимыми переменными (предикторами) и зависимой переменной оптимальным является множественный регрессионный анализ. В нашем случае в качестве зависимых переменных выступают показатели активности сердечно-сосудистой системы, а в качестве предикторов – параметры физических полей окружающей среды. В результате проведенного регрессионного анализа для каждой зависимой переменной были определены весовые коэффициенты влияния независимых переменных и их статистическая достоверность.

Парциальная, или частная, корреляция – это корреляция между двумя переменными при «фиксированном» влиянии остальных переменных, включенных в анализ. Важность её использования вытекает из того, что, как правило, одновременно несколько причин взаимодействуют и оказывают совместное влияние на исследуемый признак. Если определять корреляцию между причиной и следствием по отдельности, то влияние остальных переменных будет сказываться на степени связности выделенных переменных, что может привести к ошибочным заключениям. Рассчитанные коэффициенты парциальной корреляции и коэффициенты регрессии показали, что среди рассматриваемых физических параметров окружающей среды существуют параметры, имеющие довольно существенную корреляцию с показателями функционирования сердечно-сосудистой системы. В то же время имеются параметры, степень коррелированности которых с обозначенными показателями пренебрежимо мала по сравнению с другими параметрами. По этому признаку все показатели условно можно разделить на две группы – со значительной и незначительной степенью корреляции. В первую

группу с уверенностью можно отнести Y – восточную компоненту регионального геомагнитного поля, а также температуру T, влажность U, давление P, частоту F1 и амплитуду A1 первой моды шумановского резонатора, инфразвуковые вариации давления в первой октавной полосе I1, что соответствует диапазону частот от 0.01 до 1 Гц (Таблицы 1, 2). Все остальные рассматриваемые параметры имеют малые значения корреляции и их можно отнести ко второй группе. При этом для показателя mRR общий коэффициент детерминации составил 0.56, для SDNN 0.26.

Таблица 1 – Результаты регрессионного анализа зависимости mRR от параметров физических полей окружающей среды

	B	Std.Err.	Partial Cor.	p-level
Intercept	-19.1240	1.088799		0.000000
Y	0.0246	0.000390	0.404458	0.000000
T	-0.0342	0.001186	-0.198916	0.000000
U	0.0123	0.000487	0.174797	0.000000
P	0.0222	0.001073	0.143696	0.000000
F1	0.3227	0.038158	0.059326	0.000000
A1	0.0071	0.000760	0.065557	0.000000
I1	-0.7543	0.056444	-0.093499	0.000000

Примечание: B – коэффициент регрессии, Std.Err. – ошибка коэффициента регрессии, Partial Cor. – коэффициент парциальной корреляции, p-level – уровень значимости, Intercept – постоянная составляющая.

Кроме того, в результате проведенного кросскорреляционного анализа выяснено, что максимальная корреляция исследуемых параметров наблюдается при отрицательном значении лага. Полученный результат говорит о том, что сначала происходит изменение параметров внешней среды, а уже затем изменение вариабельности ритма сердца, т.е. с физической точки зрения всё согласовано.

Таким образом, полученные во время исследования результаты демонстрируют, что искомая зависимость между вариациями периода сердечных сокращений и изменениями параметров физических полей достаточно значительна, и в случае каждого из параметров она различна. Наибольшая связь обнаружена с вариациями восточной компоненты магнитного поля – коэффициент парциальной корреляции составил R=0.4. Этот результат согласуется с литературными данными и позволяет говорить о том, что вариации естественного регионального геомагнитного поля способны находить отклик в функционировании сердечно-сосудистой системы человека. Высокая корреляция обнаруженных зависимостей, а также общий коэффициент детерминации, равный 0.56, для показателя mRR, отвечающего за общий уровень функционирования сердечно-сосудистой системы, говорит о том, что исследованные естественные физические поля окружающей среды следует рассматривать как комплементарный экологический фактор, способный находить существенный отклик в функционировании организма человека.

Библиографический список

1. Чибисов С.М., Катинас Г.С., Рагульская М.В. Биоритмы и Космос: мониторинг космобиосферных связей. М.: «Капитал Принт». 2013. 442 с.
2. Колесник А.Г., Бородин А.С., Колесник С.А., Побаченко С.В. Резонансный механизм солнечно-земных связей // Изв. вузов. Физика, 2003. № 8. С. 23–30.
3. Шитов А.В., Бородин А.С., Тужилкин Д.А., Апряткина М.Л. Влияние физических полей активных геологических разломов на сердечно-сосудистую деятельность человека // Геофизические процессы и биосфера, 2013. Т. 12, № 3. С. 56–77.
4. Дабровски А., Дабровски Б., Пиотрович Р. Суточное мониторирование ЭКГ. М.: Медпрактика, 1998. 204 с.
5. Провоторов Д.С., Соловьев А.В. Сезонно-суточные изменения инфразвуковых колебаний давления в частотном диапазоне от 0.01 до 32 Гц // Контроль окружающей среды и климата: материалы VII Всероссийского симпозиума. Томск: Аграф-Пресс, 2010. С. 237–238.
6. Деревянных А.А., Колесник А.Г., Колесник С.А. Эмпирическая модель резонатора шумановских резонансов // Изв. Вузов. Физика, 2010. №9/3. С. 266–267.

SET OF NATURAL ENVIRONMENT PHYSICAL FIELDS PARAMETERS AS COMPLEMENTARY ECOLOGICAL IMPACT ON HUMAN FACTOR

Investigation of the relationship between variations in the human heartbeat period and changes in the parameters of regional physical fields of the environment performed. The evaluation results of reactions of the cardiovascular system in terms of human life on the typical changes in the physical environment factors are presented.

Parameters of regression models the influence of physical fields of the environment on heart rate variability determined. Factors that detect the highest correlations are highlighted. The high correlation found data dependencies can be considered the natural physical environment field as complementary environmental factor able to find a significant response in the functioning of the human body.



УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОГРУЖНЫХ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Кузнецов А.В.

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых

Никитин Олег Рафаилович, д.т.н., проф.

Ovod2013@mail.ru

Одним из широко применяемых методов добычи нефти является откачка нефтесодержащей жидкости из скважин с помощью погружных установок электроцентробежных насосов (УЭЦН). Для привода погружных насосов применяются погружные электродвигатели (ПЭД). Питание ПЭД осуществляется трёхфазным напряжением, подаваемым по погружному кабелю, подключённому к вторичной обмотке трансформатора, например, ТМПН (трансформатор масляный повышающий напряжения). Первичная обмотка трансформатора питается от станций управления (СУ) различных типов. Для управления всеми функциями СУ служит один или несколько контроллеров. Общим свойством для всех СУ является управление работой ПЭД и защита его от нештатных режимов работы.

Для контроля состояния и работы УЭЦН в её состав могут быть включены датчики температуры, давления, вибрации, расхода, обводнённости и т.д., сигналы которых обрабатываются блоком погружным телеметрической системы (ТМС). Погружной блок ТМС (БП), как правило, пристыковывается к ПЭД в нижней части и подключается к «0» звезды обмотки ПЭД для передачи данных по силовому кабелю на блок наземный ТМС (БН). БН устанавливается внутри СУ, подключается к «0» звезды вторичной обмотки ТМПН для приёма данных от БП и передаёт принятые данные датчиков БП в контроллер СУ по интерфейсам RS485 или RS232.

Обводнённость (процент содержания воды) нефтесодержащей жидкости находится в широких пределах и достигает 80-90%. Из добытой жидкости с помощью наземного оборудования (сепаратора) удаляется вода, как правило, с большим содержанием солей, и закачивается через нагнетающие скважины обратно в нефтесодержащие пласти.

Эта попутная вода частично попадает в верхние слои земли, вызывает засоление почв, источников пресной воды и отрицательно влияет на экологическую обстановку нефтедобывающих регионов. В силу того, что отказаться от добычи нефти не представляется возможным, необходимо изменить технологию добычи с целью максимально уменьшить негативное влияние на окружающую среду.

Как показал опыт эксплуатации скважин в режиме поддержания давления на приёме насоса с использованием СУ с регулировкой выходной частоты, далеко не всегда при увеличении темпов откачки нефтесодержащей жидкости происходит увеличение добычи нефти. То есть, при увеличении производительности насоса более определённой величины количество откачиваемой воды увеличивается, а нефти снижается. Следовательно, есть оптимальная производительность насоса, при которой на каждую единицу добытой нефти откачивается минимальное количество воды.

Для этого в программе управления контроллера СУ достаточно использовать алгоритм поддержания максимального объёма добычи нефти, не допуская снижения давления на приёме насоса ниже минимально допустимого с использованием данных погружной телеметрии о расходе и обводнённости жидкости на «выкиде» насоса и давлении на приёме насоса.

$$V_{\text{нефти}} = \frac{V_{\text{жидкости}} * (100 - \text{Кобводнённости})}{100} \quad (1)$$

Разделение нефти от сопутствующей воды производится на поверхности земли, что обуславливает необходимость транспортирования воды до нагнетающих скважин и закачку её под землю.

Более прогрессивным решением является проведение сепарации воды непосредственно в скважине и закачку сопутствующей воды в другие пласти или в тот-же пласт без подъёма на поверхность земли.

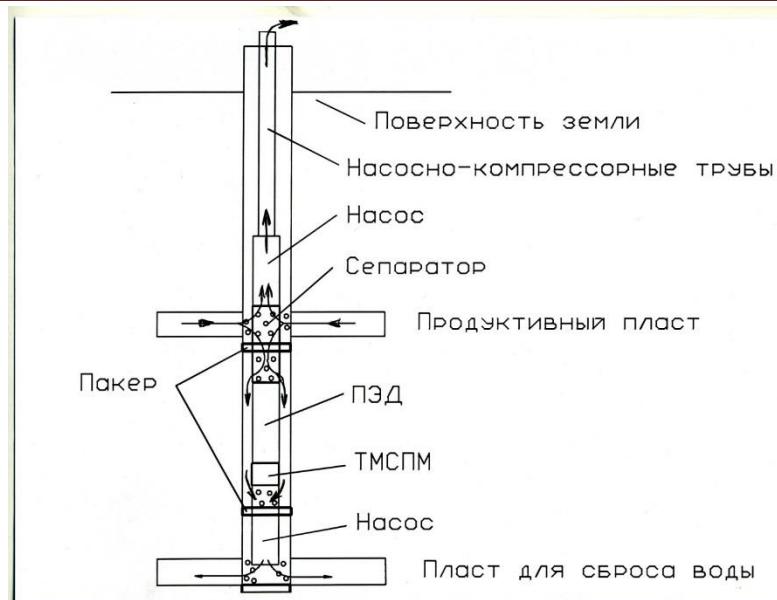


Рисунок 1

Устройства для отделения нефти от сопутствующей воды разрабатываются некоторыми компаниями. Принцип действия, как правило, основан на разной плотности воды и углеводородов нефти, разделение производится в центрифуге. Максимальный диаметр центрифуги ограничен размером УЭЦН, например, 103, 117 мм, поэтому необходимые обороты 6000-10000 об/мин. Номинальная частота вращения ПЭД 3000 об/мин, что недостаточно для непосредственного привода сепаратора и требует применения, например, повышающего редуктора. Для непосредственного привода сепаратора можно применить УЭЦН с вентильными двигателями, имеющими необходимые обороты (до 10000-12000 об/мин).

Кроме разработки самого устройства (сепаратора), необходимо решить проблему удаления сопутствующей воды. Возможны различные решения, например:

1. С помощью пакера (пробки) разделить продуктивный нефтеносный слой от выработанного или непригодного для разработки и с помощью второго насоса закачивать в него отделённую воду (рисунок 1).
2. В пределах нефтеносного пласта пробурить горизонтальную скважину и сбрасывать воду на значительном удалении от места откачки и сепарирования нефтесодержащей жидкости с помощью второго насоса (рисунок 2).
- 3.

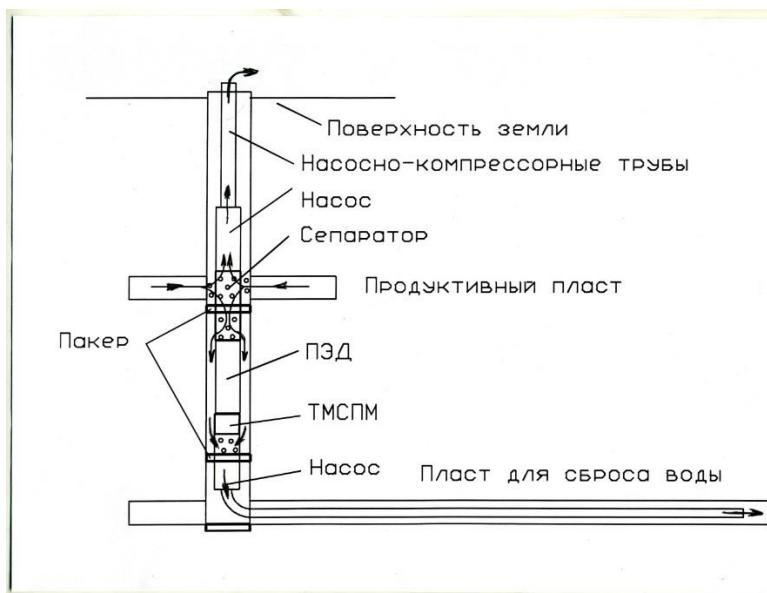


Рисунок 2

Необходимое оборудование для построения таких систем, кроме сепаратора воды, выпускается серийно:

- УЭЦН с двумя насосами, например АЛМАЗ-2-КЭЦНДИ5-80-2000-300-Ш;
- система ТМС, имеющая в своём составе вал для привода нижнего насоса, например, ОРИОН-ТМСМ;
- пакеры, например, П-ЭГМ.

Предложенные технические решения позволяют производить откачку сопутствующей пластовой воды при добыче нефти в минимальном объёме и улучшить экологическую обстановку региона, уменьшив засоление почв и источников пресной воды.

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ.

Расторопова И.А., Пименов А.Б.

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых

Irysikrastoropova@mail.ru

Одним из важнейших показателей здоровья является функциональное состояние кардиореспираторной системы. Кардиореспираторная система определяет физическую работоспособность, ее состояние и зависит от функционирования системы транспорта кислорода, от санитарно-гигиенических условий как дома, так и в школе, от образа жизни семьи, от физической и умственной нагрузки, а также от экзогенных факторов риска. Она поддерживает оптимальную нагрузку кислородного режима при различных двигательных действиях. Особенно велика роль кардиореспираторной системы в поддержании кислородного режима организма спортсмена, так как от того в какой степени это происходит, зависит физическая работоспособность спортсменов и их результаты. Она состоит из двух систем: дыхательной и сердечно-сосудистой. К основным функциям дыхательной системы относятся дыхание и газообмен. Эти функции реализуются в процессах внешнего дыхания, которые представляют собой обмен газов (O₂, CO₂ и N₂) между альвеолами и внешней средой, диффузию газов (O₂ и CO₂) между альвеолами легких и кровью (газообмен). Также в организме осуществляется газообмен O₂ и CO₂ между кровью и тканями, который называется нередко внутренним (тканевым) дыханием.

Дыхательная система участвует в таких важных процессах, как голосообразование, терморегуляция, увлажнение выдыхаемого воздуха, обоняние. Дыхательная система обеспечивает иммунную и механическую защиту от факторов внешней среды. Легочная ткань играет главную роль в таких процессах, как синтез гормонов, водно-солевой и липидный обмен.

Сердечно-сосудистая система – система органов, которая обеспечивает циркуляцию крови в организме человека и животных. При циркуляции крови кислород и питательные вещества доставляются к органам и тканям тела, а углекислый газ, другие продукты метаболизма и отходы жизнедеятельности выводятся.

Функции сердечно-сосудистой системы:

- транспортная функция – обеспечение циркуляции крови и лимфы в организме, транспорт их к органам и от органов. Эта функция складывается из трофической (доставка питательных веществ), дыхательной (транспорт кислорода и углекислого газа) и экскреторной (транспорт конечных продуктов обмена веществ к органам выделения) функций;

- интегративная функция – объединение органов и систем органов в единый комплекс;

- регуляторная функция – регулирует функции органов, тканей и клеток путем доставки к ним медиаторов, биологически активных веществ, гормонов, а также путем изменения кровоснабжения;

- сердечнососудистая система также участвует в иммунных, воспалительных и других процессах.

При оценке функционального состояния кардиореспираторной системы у детей и подростков, значения базовых гемодинамических показателей и легочные объемы будут отличаться, так как эти показатели зависят от возраста. К гемодинамическим показателям относятся артериальное давление, частота сердечных сокращений, минутный объем крови (сопоставление произведения из амплитуды артериального давления и частоты пульса до и после нагрузки), систолический индекс (отношение минутного объема к числу сердечных сокращений), сердечный индекс (2,21 л на 1 м² поверхности тела; отношение минутного объема к поверхности тела) и др.

При измерении артериального давления у детей и подростков следует обратить внимание на то, что длина окружности предплечья у них значительно уступает таковой у взрослого человека, поэтому необходимо использовать сфигмоманометр с манжетой меньшей ширины. Возрастные величины систолического и диастолического давления и пульса представлены в таблице 1. Функциональное состояние кардиореспираторной системы отражает влияние двигательной активности на физическое и психическое состояние ребенка. У детей под влиянием регулярных дозированных физических нагрузок наблюдается рост функциональных возможностей сердечно-сосудистых органов и систем. При регулярном воздействии физических нагрузок у них снижается частота сердечных сокращений, повышается качество физической работоспособности, т.е. общая выносливость. Кардиореспираторная выносливость — наиболее важный компонент физической подготовленности детей и подростков. Это — основная защита спортсмена от утомления. Низкая выносливость приводит к утомлению даже при минимальной мышечной деятельности. Чтобы определить функциональное состояние кардиореспираторной системы, можно использовать следующие пробы: тесты с задержкой дыхания на вдохе (проба Штанге) и на выдохе (проба Генчи), формулы расчета должных величин ЖЕЛ у детей и подростков, проба с приседаниями по методике Руффье.

Тесты с задержкой дыхания на вдохе (проба Штанге) и на выдохе (проба Генчи) используются для оценки функциональных резервов организма. Цель этих тестов получить информацию о кислородном обеспечении организма и об общем уровне тренированности. У детей пробу Штанге можно проводить после 3-х глубоких вдохов.

Принципы оценки пробы Штанге и Генчи представлены в таблице №2.

При снижении устойчивости организма к гипоксии продолжительность задержки дыхания на вдохе и выдохе уменьшается.

Определение жизненной емкости легких (ЖЕЛ). ЖЕЛ — количество воздуха в легких (в миллилитрах), максимально выдыхаемого после максимального вдоха (определяется спирометром), у детей значительно ниже, чем у взрослых. Жизненная емкость легких состоит из дыхательного объема легких, резервного объема вдоха и резервного объема выдоха. ЖЕЛ зависит от пола, возраста, размера тела и тренированности.

В таблице 3 представлены формулы для расчета должных величин ЖЕЛ у детей и подростков.

В таблице 4 представлены средние величины ЖЕЛ у детей и подростков.

С помощью теста Руффье мы определяем функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и ее реакцию на физическую нагрузку, а также тренированность организма.

В покое измеряют пульс в положении сидя в течение 1 минуты – получают значение Р1. Затем выполняют 30 глубоких приседаний в течение 30 сек, сразу после нагрузки измеряют пульс стоя в течение 1 минуты - получают значение Р2, через 1 мин отдыха в третий раз измеряют пульс в течение 1 минуты – получают значение Р3. После теста производят следующие вычисления, позволяющие определить реакцию сердечно-сосудистой системы на нагрузку:

$$\text{Индекс Руффье} = (P1 + P2 + P3) - 200$$

Таблица 1. Пульс и артериальное давление у детей (по А. Б. Воловику)

Возраст (в годах)	Пульс (уд в мин)	Артериальное давление, мм рт. Ст.	
		Максимальное	Минимальное
3-4	105	93	58
5-6	94	98	60
7-8	84	99	64
9-12	75	105	70
13-15	72	117	73
16-18	67	120	75

Таблица 2. Принципы оценки пробы Штанге и Генчи .

Возраст, в годах	Длительность задержки дыхания, в секундах
5	22-24
6	26-30
7	30-36
8	36-40
9	40-44
10	50
11	44-51
12	48-60
13	50-61
14	54-64
15	60-68
16	64-71

Полученные результаты оценивают следующим образом:

Индекс Руффье < 0 – отлично

Индекс Руффье = 1 – 5 – хорошо

Индекс Руффье = 6 – 10 – удовлетворительно

Индекс Руффье = 11 – 15 - слабо

Индекс Руффье > 15 – неудовлетворительно

Это, безусловно, не все тесты, которые показывают оценку состояния кардиореспираторной системы у детей и подростков. Также можно провести следующие пробы: расчет должных величин пневмотахометрических показателей, расчет должных величин максимальной вентиляции воздуха, расчет индекса Робинсона в покое, оценка адаптационных возможностей организма по методике Баевского, определение МОК и СОК и другие. Замечена закономерность, что у школьников, занимающихся спортом, с хорошей и удовлетворительной успеваемостью функциональные резервы кардиореспираторной системы выше, чем у детей, которые не занимаются физическими упражнениями.

Таблица 3. Формулы для расчета должных величин ЖЕЛ у детей и подростков.

Контингент, единицы измерения ЖЕЛ	Формула (ЖЕЛ)
Для всех, л	Рост (м) в кубе
Дети, мл	Возраст (в годах) x 200 (приблизительно)
Мальчики, мл	40 x рост (см) + 30 x вес (кг) - 4400
Девочки, мл	40 x рост (см) + 10 x вес (кг) - 3800

Таблица 4. Средние величины ЖЕЛ у детей и подростков.

Возраст (в г)	ЖЕЛ (в л)	
	Мальчики	Девочки
6	1,2	1,1
7	1,4	1,25
8	1,5	1,3
9	1,7	1,5
10	2	1,7
11	2,1	1,8
12	2,2	2
13	2,3	2,2
14	2,8	2,5
15	3,3	2,7
16	3,8	2,8

Библиографический список

1. Г.А. Макарова, Спортивная медицина [текст] : учебник / Г.А. Макарова. – 5-ое изд., стереотип. – М.:Советский спорт, 2010. – 480с.:ил.
2. Иваницкий М.Ф. Анатомия человека: Учебник для институтов физической культуры / Под ред. Б.А. Никитюка. – Изд. 6-е – М.: Терра-Спорт, 2003.
3. Никитюк Б.А., Гладышева А.А. Практикум по анатомии и спортивной морфологии. - М.: Физкультура и спорт, 1989.
4. Физиология физического воспитания и спорта, Дубровский В.И., Смирнов В.М., учебник для вузов, 2002

EVALUATION OF FUNCTION CONDITION OF CARDIAC RESPIRATORY SYSTEM IN CHILDREN AND TEENAGERS

I.A.Rastoropova, A.B. Pimenov
E-mail:Irysikrastoropova@mail.ru
Vladimir Stats University

Abstract

Assessment of the functional state of cardiorespiratory system in children and teenagers is crucial for evaluation of their health status, identificationA of the role played by sports and physical education and in order to understand what activities are needed in case of poor health. The article speaks on the main functional tests necessary to evaluate health status of children and teenagers.



БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ДОБАВКИ КАК СРЕДСТВО ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ПОДДЕРЖАНИЯ СПОРТИВНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Антоненко К.А., Пименов А.Б.

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых

karinaantonenko.94@mail.ru

На сегодняшний день биологически активные добавки являются неотъемлемой частью рационального питания не только спортсменов высшего класса, но также любителей. Уделяя немало внимания, к процессу приема биологически активных добавок и не нанося организму вреда, спортсмен способен достичь высот в большом спорте. Биологически активные добавки (БАД) к пище — композиция биологически активных веществ, предназначенных для непосредственного приёма с пищей или введения в состав пищевых продуктов. Необходимо понимать разницу между БАД к пище и БАД в спортивном питании: - спортивное питание – это специальные пищевые добавки и системы, применяемые для питания спортсменов и людей, ведущих активный образ жизни. Их применение направлено на достижение высоких спортивных результатов, наращивание мышечной массы, повышение выносливости, работоспособности и т.д.[1], использование биологически активных добавок к пище позволяют поддерживать функционирование всех органов и систем в пределах нормальных значений. Следует отметить, что цели применения БАД к пище и спортивного питания схожи – с одной стороны обеспечение организма необходимым количеством микроэлементов, минералов и витаминов; разница лишь в количестве и качественном составе потребляемых ингредиентов.

Некоторые считают что БАД – это отклик народной медицины, частично это мнение может быть истиной. До второй половины 19 века медицина полностью базировалась на знаниях и опыте народной медицины, эти сведения тщательно собирали и фиксировали в трудах врачи древности и средних веков: Гиппократ, Диоскорид, Авиценна, Гален и другие[2]. В России издавна применяли лечебные препараты растительного происхождения[3]. Существовали специальные руководства — травники, которые закрепляли опыт лечения различными травами. Благодаря интенсивному развитию химии появилась возможность выделить из природного сырья чистые вещества и их комплексы, которые послужили основой первых природных лекарственных препаратов[4]. В наше время идет широчайший синтез новых лекарственных препаратов, популярность которых становится все больше.

Для каждого здорового организма ежедневно требуется около 100 различных веществ, но из них почти 40% организм не может сам синтезировать, поэтому он должен получать их с пищей[5]. Однако это не всегда, получается, из-за большого количества факторов: плохая пища или вода, генномодифицированные продукты, воздействия окружающей среды и т.д. Восполнить эти запасы возможно при помощи БАД. В этом случае БАД, несомненно, несет пользу организму. На нашем рынке в настоящее время представлено очень большое количество подделок БАД, несмотря на усиленный контроль над качеством со стороны инспектирующих организаций. В большинстве своем БАДы не проходят клинических и фармакологических испытаний, проверяются они только на безопасность и регистрируются Институтом питания РАМН[6]. Экспертиза несет ответственность лишь за то, что вреда от добавок быть не должно. Поэтому при выборе биологически активных добавок важно учитывать что, БАД – это в первую очередь натуральный продукт, они не должны содержать синтетических масел, спирта, ароматизаторов и консервантов и ни в коем случае генно-модифицированные организмы.

Выбор БАД зависит от поставленных целей, соответствующих данному этапу тренировочной программы спортсмена. Для каждой цели существуют свои препараты[7]. Среди биологически активных добавок для спортсменов выделяют:

1. Протеины – добавка с высоким содержанием белка, в которой практически отсутствуют жиры и углеводы. Применяют для наращивания мышечной массы и поддержания ее при нагрузках, выпускается в виде порошка.
2. Гейнеры – это углеводно-белковые смеси, которые применяются для увеличения веса. Разные гейнеры различаются процентным составом белков и углеводов и их свойствами. Белки из гейнеров являются более эффективными, чем из протеиновых смесей.
3. Аминокислоты – это сбалансированные по составу комплексы аминокислот, включающие в себя основные их виды. К ним относятся как комплексы из жизненно необходимых аминокислот, так и комплексы из незаменимых аминокислот. Выпускаются аминокислоты как в виде таблеток, порошка или капсул, так и в виде раствора.
4. Витамины. Их употребление важно не только для правильного питания спортсмена, но и вообще для всех людей. Однако в добавках они более сбалансированы.
5. Микроэлементы. Наиболее необходимыми являются магний, цинк, железо, хром и медь.
6. Жиросжигатели – это вещества ускоряющие мобилизацию собственного жира, обмен веществ и термогенные процессы.

Помимо БАД для спортсменов существуют энергетические стимуляторы (энергетики). Энергетики — это комплексы, активно участвующие в поддержании высокого энергетического уровня во время тренировочных и соревновательных этапов. Они повышают выносливость, увеличивают работоспособность, помогают восполнению потерь жидкости, витаминов и минеральных веществ, расходуемых при длительных тренировках, усиливают кровообращение, помогают бороться с усталостью, а также улучшают концентрацию и готовность к работе с большими нагрузками[8]. Выделяют 3 группы энергетиков:

1) К первой группе относят энергетики, которые не содержат в себе энергии, поэтому не имеют отношения к обеспечению организма энергией. Они представлены в основном энергетическими напитками. Тем не менее, они возбуждают нервную систему, уменьшают чувство утомления, увеличивают психическую активность, прогоняют сон, а вследствие этого повышают работоспособность и выносливость. Производители включают в состав энергетиков различные стимулирующие вещества, такие как экстракт гуараны, кофеин, йохимбе и др., которые обладают тонизирующим эффектом[9]. Однако постоянное и длительное их применение ведёт к неизбежному истощению нервной системы.

2) Истинные энергетики – это те, которые сами являются субстратом для производства энергии или способствуют её экономизации и аккумуляции, создавая дополнительный резерв. К этой группе относятся:

1. Энергетики, которые сами являются субстратом для производства энергии – доноры энергетических продуктов (углеводы и белки).

2. Энергетики, которые позволяют организму оптимизировать выработку и аккумуляцию энергии (АТФ, Коэнзим Q10, Креатин, L- Карнитин и т. д.)[10]. Они косвенно способствуют повышению эндогенного содержания в организме биомакромолекул, участвующих в сокращении мышц.

3) Третья группа энергетиков – Адаптогены. Адаптогены классифицируются в зависимости от происхождения:

Растительные адаптогены (корень женьшения, экстракт элеутерококка, плоды лимонника).

Животные адаптогены: панты северного оленя (цыгапан, пантоクリн, рантарин), продукты жизнедеятельности пчёл (апилак, прополис и др.).

Синтетические адаптогены: цитруллин, трекрезан[11].

Прочие адаптогены: цветочная пыльца, мумие.

Механизм действия адаптогенов состоит в том, что они регулируют метаболические процессы в тканях таким образом, что нервная система функционирует с меньшим напряжением и стресс-реакция на физическую нагрузку становится излишней.

Адаптогены обеспечивают «ферментативную адаптацию» мышечной деятельности за счет увеличения быстро мобилизируемого энергетического потенциала, достаточного и для мышечной работы и для обеспечения пластических функций — биосинтеза белков и нуклеиновых кислот. При этом максимум энергии направляется по наиболее ситуационно мотивированному пути.

Особую осторожность при приеме пищевых добавок нужно проявлять спортсменам, которые подвергаются прохождению допинг-контроля в рамках национальных и международных программ тестирования. Можно констатировать, что прием допингов вызывает многочисленные осложнения у спортсменов, вплоть до летальных исходов. По этой причине, а также и потому, что все спортсмены должны находиться в одинаковых условиях, МОК запретил применять ряд фармакологических препаратов на тренировках и соревнованиях. Некоторые препараты можно отнести к допингам, из-за наличия в них таких ингредиентов как йохимбе, кофеина и др.

Необходимо соблюдать определённую дозировку, исходя из уровня интенсивности нагрузок, скорости метаболизма конкретного человека, общей массы тела, состояния пищеварительной системы, желудочно-кишечного тракта и ряда других факторов[12]. Из всего вышесказанного следует, что использование БАД должно быть основано на знании диетологии, физиологии, биохимии, гигиены питания и спортивной медицины. Только тогда можно достичь желаемого высокого результата. В заключении важно отметить, что использование биологически активных добавок в питании спортсмена не должно превалировать над обычно пищей. Благодаря имеющимся научным знаниям следует создавать оптимальную композицию сочетания продуктов питания и БАД для спортсмена, которая будет полностью удовлетворять его потребностям в энергии, питательных веществах на определенный момент его жизнедеятельности с учетом физических нагрузок.

Библиографический список

1. Батырев М., Батырева Т. Спортивное питание. – Питер.: Питер, 2005. -138 с.
2. Куренное П. М. Народные средства лечения. — Нью-Йорк: Адвента, 1987.
3. Попов А. П. Лекарственные растения в народной медицине. — К.: Здоровье, 1968.
4. Исупов В.П. Пищевые добавки и пряности. История, состав и применение. - СПб: ГИОРД, 2000.
5. Беспалов В.Г. Принципы здорового питания. СПб.: Рекон, 2002г. – 160 с.
6. Приказ Минздрава России от 15.04.97г. № 117 “О порядке экспертизы и гигиенической сертификации биологически активных добавок к пище”.

7. Орлова С.В. Формула здоровья: Биологически активные добавки к пище. М.: Алтера Холдинг, 2002г.- 256 с. 1000
8. Семёнов В. «Лекарственные средства в спорте»(Москва, 1994) – 67-69 с.
9. Дубровский В.И. Спортивная медицина: Учебник для вузов-2002.- 512 с.
10. Макарова Г.А. Спортивная медицина: Учебник для вузов по напр. 521900 «Физ. Культура» и спец. 0222300 «Физ. Культура и спорт» -2003.-480 с.
11. Булдаков А. С. Справочник// Пищевые добавки//СПб.: «ИТ», 1996.
12. Пилат Т.Л., Иванов А.А. Биологически активные добавки к пище. (теория, производство, применение). М.: Аваллон, 2002г.- 710 с., ил. 3000

BIOLOGICALLY ACTIVE SUPPLEMENTS AS A MEANS OF REHABILITATION AND KEEPING FIT

К.А. Antonenko, А.В. Pimenov,

Vladimir State University

e-mail: karina.antonenko.94@mail.ru

Abstract

Nowadays, almost everyone going in for sports uses bioactive additives so as to increase physical efficiency. The articles cover the main kinds of additives used by our sportsmen, some of which can be attributed as stimulants. The article is of educational value for novice sportsmen and educators.



РОЛЬ ВИТАМИНОВ В ПИТАНИИ ПОДРАСТАЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ

Кузнецова М.А., Пименов А.Б.

Институт физической культуры и спорта, E-mail: mashka0906@mail.ru, pimenov@vlsu.ru.

Витамины - биологически активные органические соединения, необходимые для нормальной жизнедеятельности. В отличие от белков, жиров и углеводов, витамины не могут служить источником энергии или пластическим материалом. Их роль - регулирование физиологических и метаболических процессов, протекающих в организме, поддержание иммунитета. Витамины содержатся в продуктах питания, в том числе в овощах и фруктах и в небольшом количестве вырабатываются в кишечнике. Содержание витаминов в пищевых продуктах значительно ниже по сравнению с жирами, белками и углеводами. При этом даже небольшая нехватка витаминов в организме может приводить к возникновению серьезных нарушений.

Каждый период детства характеризуется своими особенностями роста, развития, функциональной зрелостью, условиями воспитания и обучения. Подрастающее поколение- это в большей степени дети школьного возраста. Школьный период характеризуется интенсивностью обменных процессов, высокой скоростью роста, увеличением массы тела, дальнейшим формированием различных органов и систем - легочной, сердечно-сосудистой, пищеварительной, иммунной. Существенные изменения в этом возрасте происходят в нервно-психической сфере – продолжается интенсивное формирование интеллекта, совершенствуется деятельность центральной и вегетативной нервной систем, усложняются процессы психической деятельности, происходит дальнейшее созревание и дифференцировка эндокринных желез, в частности, половое созревание. Изменяется и образ жизни школьника, появляется коллективное воспитание, интенсивное обучение, возможные стрессовые ситуации, что несомненно оказывает определенное воздействие на растущий организм ребенка.

К особенностям школьного возраста необходимо отнести также высокое умственное напряжение в процессе освоения сложных обучающих программ. Все это требует обеспечения ребенка необходимым количеством энергии, белков, жиров, углеводов, минеральных веществ и витаминов. Витамины в большой степени обеспечивают нормальное функционирование нервной системы, мышц и других органов и многих физиологических актов. Установлена важная роль витаминов иммунобиологического значения в поддержании высокой устойчивости организма к болезням. От уровня витаминной обеспеченности питания зависит уровень умственной и физической работоспособности, выносливости и устойчивости организма к влиянию неблагоприятных факторов внешней среды, включая инфекции и действия токсинов. Следовательно, питание школьника должно быть построено таким образом, чтобы удовлетворить эти высокие потребности.

Питание – процесс усвоения организмом питательных веществ, необходимых для поддержания жизни, здоровья и работоспособности. При правильном питании ребенок меньше подвергается различным заболеваниям и легче с ними справляется.

Специалисты подчеркивают, что недостаток здоровой пищи способствует развитию плохого поведения. А здоровая пища - это пища, обогащенная витаминами. Проблемы со здоровьем у детей связаны с тем, что они загружены сверх меры. У детей и подростков существует множество проблем, среди которых можно выделить следующее:

- ухудшение пищеварения
- анемия
- низкий иммунитет
- слабая нервная система
- быстрое падение зрения
- вегето-сосудистая дистония

Все эти проблемы связаны, в первую очередь, с изменением питания - уменьшением злаковых культур, овощей, молочных продуктов и увеличением рафинированных углеводов, в которых только пустые калории, без содержания витаминов.

Сейчас уже хорошо изучено около 25 витаминов. Первоначально, когда витамины только были открыты, предполагалось, что каждый из них предохраняет лишь от одного какого-то заболевания. Однако в дальнейшем оказалось, что роль каждого витамина может быть многогранной. Да иначе и не могло быть: ведь в организме все взаимосвязано, жизненный процесс один, и нарушение одного из его звеньев не может не оказаться на всем процессе обмена веществ.

Все витамины можно условно разделить по их растворимости на две группы: растворимые в воде и в жирах.

Водорастворимые витамины:

- Тиамин (витамин B₁)
- Рибофлавин (витамин B₂)
- Пиридоксин (витамин B₆)
- Цианокобаламин (витамин B₁₂)
- Аскорбиновая кислота (витамин С)
- Биофлавоноиды (витамин Р)
- Ниацин (витамин PP)
- Фолацин (витамин B₉)
- Пантотеновая кислота (витамин B₅)
- Биотин (витамин Н)

Жирорастворимые витамины:

- Витамин А
- Витамин D
- Витамин Е
- Витамин К

Потребность в витаминах зависит от характера физической и психической деятельности, возраста, физиологического состояния организма, климатических условий и других факторов. Говоря о витаминах необходимо подчеркнуть их чрезвычайную роль в жизнедеятельности детского организма. Ведь само название витамины происходит от слова «vita», что означает жизнь. Потребность детей школьного возраста в витаминах в 1,5-2 раза выше по сравнению со взрослыми в расчете на единицу массы тела.

В связи с тем, что витамины в организме не синтезируются, питание школьников должно быть достаточным, полноценным и содержать все пищевые вещества в необходимом количестве и легкоусвояемой форме. Как свидетельствуют результаты массовых эпидемиологических исследований, проведенных Институтом питания РАМН в различных регионах РФ, обеспеченность витаминами детей, в т.ч. школьного возраста, низкая. Так, при обследовании московских школьников (2001 г) недостаточная обеспеченность витамином С была обнаружена у 38%, B2 – у 79%, B6 – у 64%, Е – у 22%. Обследование учащихся средних школах и ПТУ в г. Екатеринбурге(2006г) показало значительное снижение уровня витамина С в крови почти у всех детей даже в летнее время года. Причем более чем у половины детей он был в 5-10 раз ниже допустимой нормы. Дефицит витаминов группы В имел место у 60-70% обследуемых школьников.

Таким образом, недостаточная обеспеченность витаминами отрицательно сказывается на состоянии здоровья детей. Нарушаются процессы физического и умственного развития, повышается заболеваемость острыми инфекциями, усугубляется тяжесть течения хронической патологии, ухудшается способность к обучению. Все эти факторы подтверждают незаменимую роль витаминов в питании подрастающего поколения.

Библиографический список

1. Витамины и минералы в современной клинической медицине. Возможности лечебных и профилактических технологий // Под ред. О.А. Громовой, Л.С. Намазовой. М., 2003 г.
2. Студеникин В.М. Витамины для детей: мифы и реальность. // Доктор. Ру. М., 2004 г. № 6.
3. Алексенцев В.Г. Витамины и человек. - М.: Дрофа, 2006. - 453 с.
4. Яковлева Н.Б. Химическая природа нужных для жизни витаминов. - М.: Просвещение, 2006. - 120 с.

THE ROLE OF VITAMINS IN THE GROWING UP GENERATION'S DIET

M.A. Kuznetsova, A.B. Pimenov

Institute of physical culture and sports, E-mail: mashka0906@mail.ru, pimenov@vlsu.ru

There are some literary facts about the lack of several vitamins in schoolchild's organism and what kind of vitamins food products contain in the article. The role of vitamins is also marked in the schoolchildren's everyday activity and growth.



ГИМНАСТИКА СТРЕЛЬНИКОВОЙ: ТЕХНИКА, ПАТОФИЗИОЛОГИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ

Анохин М.И., Северин А. Е., Щетинин М. Н..

Российский Университет Дружбы Народов, Кафедра Нормальной Физиологии. Anokhin-MI@yandex.ru

Гимнастику Стрельниковой (ГС) [3] отличают (1) резкие интенсивные движения руками и всем телом сочетаются с короткими резкими вдохами через нос, тогда как выдох всегда пассивный через рот; (2) главным упражнением является сжимание руками грудной клетки во время вдоха, чего нет в других системах гимнастики, и его можно назвать «парадоксальным», так как более естественно на вдохе не сжимать, а разводить руки. Это упражнение, меняющее стереотип дыхания, физиологически обосновано в особенности при бронхиальной астме и логоневрозе (заканиии).

В лечебном воздействии ГС нельзя исключить эффект плацебо или внушения, как при всех немедикаментозных методах (впрочем, при медикаментозных отчасти тоже). Роль плацебо-эффекта, основанного на «вере больного в исцеление», наиболее важна при психосоматических заболеваниях, к которым относят прежде всего бронхиальную астму (БА), гипертоническую болезнь, язвенную болезнь желудка и некоторые заболевания суставов. Как показывает опыт, ГС достаточно эффективна при этой патологии, за исключением язв желудочно-кишечного тракта. На сегодня больше всего наблюдений сделано при БА, причём частично сопоставили результаты с таковыми при методе Бутейко [1]. Стремление волевым путём уменьшить глубину дыхания по Бутейко приводит к фиксации внимания больного на дыхании, и при этом нередко глубина дыхания не уменьшается, а увеличивается. Астматический приступ, однако, таким путём часто удаётся купировать, но бронхоспазм всегда остаётся. Известны случаи, когда больные настолько снижали частоту своего дыхания, что их приходилось затем переучивать «дышать нормально». Постоянная фиксация внимания на дыхании приводит к «психологической зажатости». Это можно сравнить с превращением лица в подобие маски после инъекций ботекса: при этом обедняется эмоциональную жизнь, что трудно совместимо, например, с профессией артиста. Преимущество ГС в том, что в её основе – движение, а «движение – это жизнь», и оттого занимающиеся ГС активны и эмоционально открыты, что свойственно людям с удовольствием занимающихся физкультурой (при этом выделяются «гормоны радости» эндорфины). Известно, что физическая нагрузка провоцирует приступ БА, однако в некоторых работах описано положительное воздействие коротких интенсивных нагрузок при этом заболевании [2, 4].

Очень важно, что лечебное воздействие едва ли не всех немедикаментозных методов через 2-3 года применения закономерно ослабевает, – очевидно, из-за того, что главную роль в них играет эффект плацебо. Такого ослабления не наблюдается при ГС, и больные продолжают занятия порой в течение десятилетий. Популярность ГС с каждым годом растёт. В нашей стране только за последние 5 лет издано около 100 популярных руководств с описанием методики ГС, а число занимающихся, вероятно, насчитывает десятки тысяч. ГС получает распространение и за рубежом, где её иногда называют «Русской национальной гимнастикой» [6].

Из патофизиологических механизмов, задействованных в ГС, отметим снижение системного артериального давления и ускорение клиренса верхних дыхательных путей. Давление снижается благодаря резким вдохам через нос, создающим сопротивление дыхательному потоку: на каждом форсированном вдохе давление во рту понижается на 6-15 мм. рт. ст. и на 3-5 мм над лучевой артерией при измерении по Короткову. Снижение давление в малом и большом круге кровообращения должно быть полезно при заболеваниях лёгких и при гипертонической болезни. При проведении упражнений под руководством опытного методиста уровень CO_2 в выдыхаемом воздухе не снижается, то есть гипервентиляции нет.

Ускорение клиренса (очищения) слизистой верхних дыхательных путей при ГС доказано с помощью «сахаринового теста» [5]. Для этого на наружный край носовой перегородки одной из ноздрей испытуемого насыпали около 5 мг сладкого порошка и измеряли время, через которое почувствуется сладость во рту. Удлинение этого времени трактуют как признак торможения деятельности ресничек в носу, а ускорение времени – как активизация их движения. Поскольку реснички в носу и бронхах являются как бы единой системой, предполагаем, что ускорение или замедление клиренса в носу соответствует аналогичной динамике в слизистой бронхов. Данный тест провели у 12 испытуемых до и после дыхания с усиленными вдохами через нос («шмыганием носом») в течение 6 минут, а также до и после 10 минут двух упражнений ГС. Исходное время, после которого испытуемые чувствовали сладость во рту равнялось $12,6 \pm 0,3$ мин. Через 6 мин форсированного дыхания носом время существенно ускорилось и равнялось $6,6 \pm 0,4$ мин. Через час отдыха, когда испытуемые дышали спокойно, это время было $8,4 \pm 0,4$ мин (т.е. эффект сохранялся). Наконец, после 10 мин дыхательной гимнастики время стало $4,5 \pm 0,3$ мин. Представляет интерес, что у одного из авторов данного сообщения, М.Н.Щетинина, занимающегося ГС с больными едва не ежедневно по несколько часов, сахариновый тест менее минуты. Ускорение клиренса дыхательных путей, вероятно, вызвано усилением кровообращения в дыхательных путях, и оно улучшает эвакуацию слизи, что полезно для больных бронхолёгочной патологией: у таких больных занятия ГС действительно всегда улучшает отхаркивание мокроты.

Прослежено состояние 1000 больных, практиковавших ГС от 6 мес. до 20 лет. Лучшие результаты получены при БА (147 больных), заболеваниях носоглотки (109), логоневрозе (29), а также при хроническом простатите (14) и энурезе (6). Однако чаще всего ГС применялась при остеохондрозе (314 больных, положительный эффект преимущественно небольшой), артритах (220, эффект также небольшой), хроническом бронхите (181, эффект умеренный), вегето-сосудистой дистонии (177, эффект умеренный), гипертонической болезни (164, эффект умеренный) и БА (147, эффект наилучший).

У 30 детей возраста 10-13 лет с атопической БА средне-тяжёлой формы, болевших более 5 лет, проведены курсы ГС из 12 занятий (по полтора часа 2 раза в неделю) под контролем спирометрии. К началу занятий 9 детей находились в приступном периоде, 9 в послеприступном и 12 в межприступном. Показанием к ГС явилась недостаточная эффективность медикаментозного лечения. Во время занятий 21 ребёнок получал тайлед, 9 интал-плюс, 9 бронхолитики (для купирования приступов). Клинически у всех детей отмечено улучшение особенно к концу курса, у двух больных расправились ателектазы. Обострений астмы во время занятий не было, у 11 больных имели место острые респираторные заболевания, которые разрешились в 3-4 дня без лекарств. Сезонные обострения астмы в дальнейшем у всех протекали легче и требовали меньшего медикаментозного лечения. Спирометрические показатели претерпевали положительную динамику. Так, у больных, начавших лечение в послеприступном периоде, до 1-го сеанса в среднем в % должных FVC 89 и FEV₁ 81, после сеанса 96 и 91, после 5-го сеанса 88 и 84, после последнего 100 и 95. У больных во внеприступном периоде эти показатели соответственно 101 и 99, 101 и 97, 105 и 97, 110 и 104. Наиболее существенно во всех группах повышались PEF и FEF₂₅, характеризующие уменьшение обструкции преимущественно в крупных бронхах. Показатели тонометрии дыхательной мускулатуры, свидетельствующие о её силе, практически не менялись.

Библиографический список

1. Скаков С. Метод К.П.Бутейко. – Орёл: Институт вековой медицины, 1992. – 40 с.
2. Худайбердиева Х.Т. Дозированная интенсивная физическая нагрузка в реабилитации детей с хроническими неспецифическими заболеваниями легких. Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.м.н.. – М.: 1984. – 22 с.
3. Щетинин М.Н. Дыхательная гимнастика А.Н.Стрельниковой. – М.: Метафора, 2005. – 368 с.
4. Goodier R. Exercise May Improve Asthma Symptoms. - European Respiratory Society (ERS) 2012 Annual Congress.
5. (Rees) Рис Дж. Диагностические тесты в пульмонологии: Пер. с англ.. – М.:Медицина, 1994, С. 179-180.
6. Schtschetinin Michail. Die Populare russische Atemgymnastik nach A.N.Strelnikowa. – Moskau-Basel-Verlag
- 7.

BREATHING EXERCISES OF STRELNIKOVA. TECHNICS, PHYSIOLOGY, SOME RESULTS

Anokhin M.I., Severin A.E., Schetinin M.N.

Peoples' Friendship University of Russia, Dep. of Physiology. Anokhin-MI@yandex.ru

Exercises of Strelnikova (ES) are a combination of exercises with strictly nasal fast breath-in. The most important exercise is strong nasal inspirations while compressing the lungs by simultaneous grasps of chest. Some elements of ES were used for restoring of the voice singers but later ES have become a means of a treatment of stuttering, asthma bronchiale (AB) and many others diseases. Forced inspirations through the nose decrease an arterial pressure and hasten a clearance of airways. That is healthy for patients with high blood pressure and lung pathology. Under the control of spirometry we have analyzed conditions of 20 children with AB. A health of all children has become better than might be connected partly with effect of placebo but the physiological mechanisms has played the

leading part. Also it has been watched 1000 patients practiced ES for many years. The best results were in AB, chronic bronchitis, diseases of nasopharynx, stuttering, hypertension, prostatitis chronic and irretention of urine.

**СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОГО КЛАСТЕРА
В СФЕРЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
(на примере Владимирской области)**

Струнин А.М., Струнин Р.М

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых
strunin.am@gmail.com

Инновационный кластер в сфере здравоохранения (далее – ИКЗ) – это группа организаций (органов государственной власти, государственных учреждений сферы здравоохранения, образования и науки, социальной защиты населения, коммерческих и некоммерческих организаций и др.), совместно осуществляющих инновационно-активную деятельность (проведение исследований, создание и реализацию инновационных товаров, оказание услуг с применением инновационных технологий) в сфере здравоохранения на определенной территории.

Под инновационным территориальным кластером понимается совокупность размещенных на ограниченной территории предприятий и организаций (участников кластера), которая характеризуется наличием [7]:

- объединяющей участников кластера научно-производственной цепочки в одной или нескольких отраслях (ключевых видах экономической деятельности);
- механизма координации деятельности и кооперации участников кластера;
- синергетического эффекта, выраженного в повышении экономической эффективности и результативности деятельности каждого предприятия или организации за счет высокой степени их концентрации и кооперации.

М. Портер дал такое определение: «Кластер – это группа географически соседствующих взаимосвязанных компаний и связанных с ними организаций (образовательные заведения, органы управления, инфраструктурные компании), действующих в определенной сфере и характеризующихся общностью деятельности и взаимодополняющих друг друга» [3, с. 142-143]. Специалисты по кластерной теории выделяют кластеры аэрокосмические, биотехнологий, транспорта, жкх, отходов, экологический, туризма и др.

Актуальность создания и развития ИКЗ состоит в необходимости консолидации государственных ресурсов (интеллектуального капитала, современной материально-технической базы, финансов и информации) для создания инновационной продукции и услуг, выполнения существующих требований граждан, связанных с вопросами здравоохранения и социальной защиты населения, повышения качества и безопасности жизни на территории, сохранения объектов и ресурсов окружающей среды, а также выполнения требований законов России.

Эффективная целенаправленная деятельность организаций-участников ИКЗ должна способствовать повышению их производительности, инновационности, конкурентоспособности, прибыльности, занятости, а также достижению более значимых «социальных» целей в здравоохранении и социальной защите населения, а именно:

- повышение здоровья граждан;
- повышение качества медицинской помощи;
- повышение доступности медицинской помощи;
- развитие первичной медицинской помощи;
- развитие профилактической деятельности в здравоохранении;
- обеспечение населения высокотехнологичной медицинской помощью;
- повышение уровня обеспеченности ресурсами учреждений здравоохранения;
- увеличение продолжительности жизни граждан;
- снижение уровня смертности граждан;
- снижение уровня заболеваемости граждан;
- защита материнства, детства и отцовства;
- укрепление роли семьи, традиционных семейных и духовных ценностей в обществе;
- защита пожилого населения;
- развитие физкультуры и массового спорта и др.

Необходимо отметить, что вопросы создания и развития инновационных территориальных кластеров не являются новыми. Органы государственной власти во многих развитых и развивающихся странах мира целенаправленно стимулируют развитие инновационных кластеров на основе государственной кластерной

политики. Существует опыт таких стран как [5]: США, КНР, Индия, Япония, Германия, Россия, Великобритания, Франция, Италия, Республика Корея, Испания и др.

К примеру, Германия занимает второе место в мире после США по объему проводимых исследований и уровню достижений в сфере медицинских технологий. В сфере производства медицинской техники в Германии работает около 11200 фирм (в т.ч. без образования юридического лица) с численностью сотрудников около 170 тыс. человек, из которых 15% занимаются НИОКР (обычный уровень расходов на НИОКР составляет около 9% от оборота предприятия). Спектр выпускаемой продукции в Германии медицинской техники весьма широкий и охватывает практически все разновидности стационарного и амбулаторного лечения. Наиболее успешные германские компании в этой сфере: «Сименс», «Б.Браун», «Фрезениус», «Дрегерверк», «Карл Шторц», «Карл Цейс Медитех», «Отто Бок» [6].

Государственная политика России в последние десятилетия сосредоточена на реализации модели инновационного поступательного и динамичного развития сферы здравоохранения по программно-целевому принципу: региональные программы развития здравоохранения, приоритетный национальный проект «Здоровье», «пилотные» проекты в сфере здравоохранения, модернизация здравоохранения и др.

В Указе Президента РФ от 07.05.2012 № 598 «О совершенствовании государственной политики в сфере здравоохранения» прямо поставлена цель дальнейшего совершенствования государственной политики в сфере здравоохранения, направленной на сохранение и укрепление здоровья граждан Российской Федерации, увеличение продолжительности их жизни [1].

Председателем Правительства Российской Федерации утвержден перечень 25 территориальных инновационных кластеров (поручение от 28 августа 2012 г. № ДМ-П8-5060). Среди них [7]:

- Инновационный кластер информационных и биофармацевтических технологий Новосибирской области.
- Томская область. Фармацевтика, медицинская техника и информационные технологии.
- Санкт-Петербург. Ленинградская область. Кластер медицинской, фармацевтической промышленности, радиационных технологий.
- Санкт-Петербург. Развитие информационных технологий, радиоэлектроники, приборостроения, средств связи и телекоммуникаций.
- Биотехнологический инновационный кластер Пущино.
- Калуга. Кластер фармацевтики, биотехнологий и биомедицины.

Материалы заседания Президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России от 16 мая 2014 года, в части вопросов здравоохранения, позволяет сделать выводы о целенаправленной политике государства по обеспечению лекарственной национальной безопасности, необходимости наращивания доли и объемов производства отечественной инновационной продукции с учетом международных стандартов качества [12]. В настоящее время руководством страны поставлена задача продолжения структурной реформы в сфере здравоохранения [2, 9].

Процесс создания и развития инновационного кластера Владимирской области предлагается выполнять с учетом:

- политики, проводимой руководством страны и региона;
- законодательных требований в социальной, научно-технической и инновационной сферах;
- существующих возможностей и опыта администрации региона, ее профильных структурных подразделений и подведомственных государственных организаций;
- современной системы управления и стратегии развития региона;
- внешних международных кризисных (политических, финансовых, информационных, военных и др.) процессов;
- внутренних изменений государственной бюджетной политики (необходимость снижения неэффективных расходов, ликвидации задолженностей, достижения эффективности финансов региона, обеспечения профицита бюджета и др.);
- применения современных «бережливых» и безопасных технологий производства товаров и оказания услуг;
- постоянного изучения передового успешного опыта и знаний об инновационной деятельности.

На рисунках 1 и 2 представлены: структурная схема и процесс создания и развития инновационного кластера в здравоохранении Владимирской области.

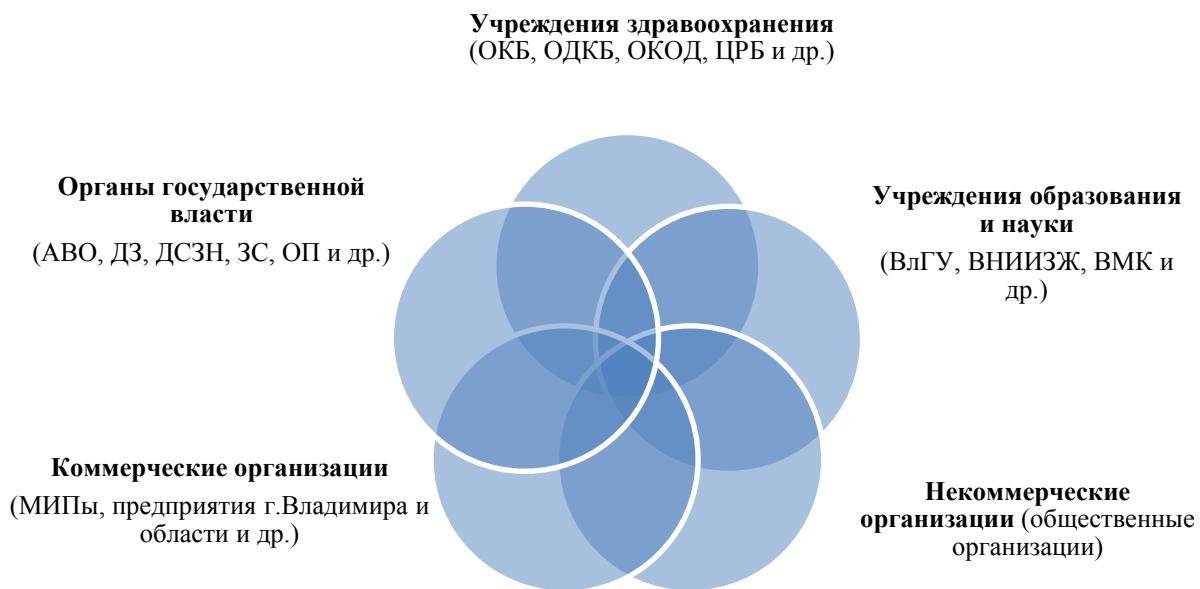


Рис.1. Структурная схема инновационного кластера в сфере здравоохранения (на примере Владимирской области)



Рис.2. Процесс создания и развития инновационного кластера в сфере здравоохранения (на примере Владимирской области)

Предлагаются следующие первоочередные меры по созданию, развитию и управлению ИКЗ (на примере Владимирской области):

- Ликвидация барьеров для инновационной деятельности.
- Снижение уровня коррупции в деятельности организаций.
- Снижение «иждивенческих» настроений среди руководителей и специалистов.

- Сокращения количества неэффективных служащих, должностных ставок, занятых вопросами инновационного развития сферы здравоохранения.
- Сокращения количества неэффективных премиальных расходов руководителям и сотрудникам государственных учреждений, занятых вопросами инновационного развития сферы здравоохранения.
- Изучение бюджета прошлых лет, пересмотра объема расходов планируемых бюджетов государственных учреждений здравоохранения по статьям расходов, связанных с инновационной деятельностью (информационные технологии, приобретение и обслуживание оборудования, средства и услуги связи), выявление других неэффективных расходов с целью консолидации денежных и материально-технических средств для решения задач ИКЗ.
- Повышение расходов на эффективную инновационную инфраструктуру.
- Реализация политики по повышению доли производства, приобретения отечественных товаров и услуг инновационного типа.
- Стимулирование специалистов, занятых инновационной деятельностью.
- Привлечение молодых и «опытных» специалистов в инновационную деятельность организаций-участников ИКЗ и др.
- Передача функций по управлению и развитию ИКЗ компетентным руководителям и специалистам и др.

Библиографический список

1. Указ Президента РФ от 07.05.2012 № 598 «О совершенствовании государственной политики в сфере здравоохранения».
2. Федеральный закон от 21.11.2011 N 323-ФЗ (ред. от 28.12.2013) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».
3. Алоян Р.М., Закинчак Г.Н., Иваненко Л.В. Теория и методология управления регионом. Мегакластерная концепция/ Р.М. Алоян, Г.Н. Закинчак, Л.В. Иваненко – Иваново: ОАО «Издательство «Иваново», 2007. – 340 с.
4. Струнин А.М. Антикризисное управление в государственных организациях (статья). Проблемы и перспективы развития региональных социально-экономических систем: материалы международной научно-практической конференции/ по общ. ред.: Р.В. Скуба, Г.А. Трунин.; ред. кол.: А.М. Саралидзе [и др.]. - Владимир, ВООО ВОИ, 2013. - 220 с. ISBN 978-5-93907-083-6. - с. 146-149.
5. http://ru.wikipedia.org/wiki/Инновационный_территориальный_кластер
6. <http://www.orenburg-cci.ru/assets/tsFiles/foreignOffers/61/pril.PDF>
7. <http://innovation.gov.ru/taxonomy/term/545>
8. <http://www.i-regions.org/upload/monitoringponyatieobzor.pdf>
9. <http://ria.ru/society/20140121/990439026.html>
10. http://ru.wikipedia.org/wiki/Приоритетный_национальный_проект_«Здоровье»
11. <http://ecpol.ru/component/content/article.html?id=756>
12. <http://government.ru/news/12433>
13. <http://www.rosminzdrav.ru/ministry/programms/>

CREATION AND DEVELOPMENT OF HEALTH INNOVATION CLUSTER (for example of Vladimir region)

Ph.D., Strunin Alexander Mikhailovich, postgraduate Strunin Roman Mikhailovich
Vladimir city, strunin.am@gmail.com

Article is devoted to the creation and development of innovative healthcare cluster (for example of Vladimir region). The article describes the fundamental concept of "innovation cluster in health" are the key goals and objectives, a block diagram, process and priority actions of creation and development of innovative healthcare cluster (for example of Vladimir region).

**ОЦЕНКА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОКОЖНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ**

Рашупкин К.А., Струнин Р.М.

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых
krashupkin@mail.ru,
rspwork@mail.ru

Звук и музыка использовалась в течение столетий во многих культурах для достижения направленного изменения состояния сознания. В настоящие времена воздействию различных режимов аудио стимуляции подвергается в повседневной жизни каждый человек.

Люди инстинктивно стремятся к аудиостимуляции природными факторами. Например, сосредоточиваются на звуках, воспроизводимых потрескиванием дров в костре, шуме водопада (звуковая стимуляция). Спектральный состав этих воздействий схож с ритмом мозга, находящимся в спокойном, расслабленном состоянии (так называемое «альфа-состояние» с доминированием частот в диапазоне от 8 до 12 Гц) [1].

В инженерно-психологических и медико-биологических исследованиях при оценке уровня психоэмоциональной напряженности оператора (пациента), широко применяются электрофизиологические показатели состояния человека. Так, кожно-гальваническая реакция (КГР) широко используется для изучения вегетативной нервной системы, определения особенностей психофизиологических реакций и исследования черт личности [4].

Кожно-гальваническая реакция (КГР) – одна из разновидностей электродермальной активности (электрической активности кожи) и показатель электропроводимости кожи. Этот показатель имеет физическую и тоническую форму. Физическая форма КГР – один из компонентов ориентировочного рефлекса, возникающего в ответ на новый стимул и угасающего с его повторением. Тоническая форма КГР характеризует медленные изменения кожной проводимости, которые развиваются, например, при утомлении. В настоящее время, наряду с термином КГР используется и термин ЭАК (электрическая активность кожи). ЭАК связывает психические процессы человека с электрическими явлениями в организме [2].

Исследования связи КГР с напряженными эмоциональными и тревожно-стрессовыми состояниями имеют давнюю традицию и начались сразу после открытия Фере (1888) и Тархановым (1890) электрической активности кожи. В последующем, каждое исследование было названо феномен Фере и феномен Тарханова. Различие между ними было в том, что при феномене Тарханова регистрировалось изменение разности потенциалов участков кожи, а в феномене Фере через участок кожи пропускался электрический ток, и регистрировалось сопротивление данного участка [3].

В статье рассматривается влияние аудиостимуляции на психофизиологическое состояние человека. Оценка психофизиологического состояния проводилась на основе исследования электрокожного сопротивления (ЭКС).

Теория аудиостимуляции мозга

Способность мозга следовать внешним стимулам, таким как световые вспышки, звуковые щелчки была выявлена в 50-х годах, когда получил развитие метод электроэнцефалографии (ЭЭГ). Это позволило разработать эффективные методы воздействия на мозг с целью достижения требуемых состояний.

Обычно частоты электрических потенциалов мозга находятся в пределах от 0,5 до 45 Гц. Лучше всего мозг поддается воздействию в диапазоне от 10 до 25 Гц. При тренировке этот интервал может быть расширен на весь диапазон частот мозга.

На данный момент принято выделять пять основных диапазонов частот работы мозга [5]:

- дельта диапазон (от 0,5 Гц до 4 Гц) – фаза глубокого сна;
- тета диапазон (от 4 Гц до 8 Гц) – фаза быстрого сна;
- альфа диапазон (от 8 Гц до 13 Гц) – расслабление;
- бета диапазон (от 13 Гц до 45 Гц) – активное бодрствование;
- гамма диапазон (от 45 Гц до 60 Гц) – измененное состояние сознания (малоизучено).

Дельта волны – самые медленные колебания в мозгу. Они обычно преобладают, когда мы находимся либо в сонном, либо в бессознательном состоянии, но некоторые могут находиться в дельта диапазоне и в сознательном состоянии. Стимуляция мозга в дельта диапазоне позволяет избавиться от бессонницы, повысить профессиональные способности психологов и психотерапевтов к подстройке к пациентам, обеспечить глубокий отдых и полностью нивелировать эффект «выгорания».

Тета волны — обычно преобладают, когда человек находится в состоянии между сном и бодрствованием, т.е. в предсонном или «сумеречном» состоянии. Часто оно сопровождается видением неожиданных, сноподобных образов и открывает доступ к бессознательной части ума. Тренировка мозга в тета диапазоне значительно увеличивает творческие способности человека, способность его к обучению. Также значительно снижается потребность в алкоголе и наркотиках.

Альфа волны — характерны для состояния неглубокого расслабления. У людей имеющих пониженный уровень активности альфа-ритмов обычно нарушается способность к полноценному отдыху, что обычно вызывается сильным стрессом. Поэтому стимуляция в альфа диапазоне рекомендуется для помощи в преодолении стрессовых состояний.

Бета волны — преобладают в обычном бодрствующем состоянии, когда мы с открытыми глазами наблюдаем мир вокруг себя, или сосредоточены на решении каких-то текущих проблем. Бета волны обычно связаны с бодрствованием, пробужденностью, сосредоточенностью, познанием и, в случае их избытка, — с беспокойством, страхом и паникой. Недостаток бета волн связан с депрессией, плохим избирательным вниманием и проблемами с запоминанием информации. Стимуляция мозга в бета диапазоне позволяет избавиться от депрессивных состояний, повысить уровень осознанности, внимания и кратковременной памяти.

Гамма волны — их существование на данный момент является спорным вопросом. Они характерны для состояний, которые достигаются при применении некоторых йогических техник и медитаций. Мозг человека с трудом поддается воздействию в этом диапазоне. Современные методы компьютерного анализа электрической активности мозга позволили установить, что в состоянии бодрствования в мозге присутствуют частоты всех диапазонов, причем, чем эффективней работа мозга, тем большая синхронность колебаний наблюдается во всех диапазонах в симметричных зонах обоих полушарий мозга [5].

В течение обычного дня человек может находиться в разных состояниях. Таких состояний очень много и все они могут характеризоваться различными комбинациями мозговых колебаний. При использовании звуковой стимуляции мозга человека можно ввести в определенное состояние. Оказываемые эффекты различных частот представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние различных частот на функциональное состояние

Волны	Частота	Эффект
Дельта	от 0.1 до 3 Гц	Глубокий сон, усиление иммунитета, гипноз
Тета	от 3 до 8 Гц	Глубокая релаксация, улучшение памяти, концентрация, творчество, гипнотическое состояние
Альфа	от 8 до 12 Гц	Легкая релаксация, «сверхобучаемость», позитивные мысли
Низкие бета	от 12 до 15 Гц	«Сенсомоторный ритм», легкая фокусировка, улучшение познавательных способностей
Средние бета	от 15 до 18 Гц	Улучшение умственных функций, концентрация, настороженность, увеличение интеллекта
Высокие бета	выше 18 Гц	Полная активность, нормальное состояние настороженности, стресс и тревожность
Гамма	40 Гц	Связывается с обработкой больших объемов информации и обработкой высокоуровневой информации

При использовании частоты 10 Гц отмечено повышение уровня серотонина (релаксация и уменьшение боли). Эта центрирующая (лечебная) частота, позволяет нейтрализовать действие других частот. В сочетании с несущей частотой 330 Гц стимулирует аппетит. Частота 4 Гц повышает уровень катехоламинов (что

способствует стимуляции памяти). Альфа-тета стимуляция (в различных комбинациях) оказалась эффективной для избавления от мигрени и посттравматических стрессорных расстройств (ПТСР) [1].

Так как мозг лучше всего поддается воздействию в диапазоне от 10 до 25 Гц, звуковое воздействие производили на частотах альфа и бета волн. Для достижения нужных результатов применялся метод звукового воздействия бинауральными ритмами.

Метод звукового воздействия бинауральными ритмами

Науке давно известен термин бинауральный эффект, который проявляется в способности человека определять источник звука. Бинауральные ритмы в науке называют определенный вид звукового эффекта. Исследованием влияния бинауральных эффектов на мозг человека в 50-х годах начал Роберт Монро, американский исследователь [6].

Явление бинауральных биений возникает, если на левое и правое ухо подавать два близких по частоте тона, например 600 Гц и 610 Гц; тогда вместо двух тонов будет отчетливо слышен один тон со средней частотой 605 Гц, модулированный по амплитуде разностной частотой 10 Гц. Если разницу между двумя тонами увеличивать, то при разности частот выше 25 Гц биения исчезают; вначале начинают прослушиваться два тона с большой шероховатостью (как если бы звучали одновременно два ненастроенных музыкальных инструмента), затем отчетливо слышны два чистых тона. Так как одним из условий является изолированность правого и левого канала, то бинауральные биения настоятельно рекомендуется прослушивать с помощью стереонаушников. К биениям слух очень чувствителен и бинауральные биения являются наиболее часто используемым методом воздействия, так как кроме самого воздействия еще вызывают эффект синхронизации работы полушарий мозга характерный для медитативных состояний [5].

Ученые установили, что искусственное накладывание бинауральных ритмов друг на друга, может формировать активность головного мозга в нужной направленности, а вместе с этим вызывать необходимое состояние человека. Волны, действующие на головной мозг, имеют разную частоту и соответственно способствуют разному состоянию человека.

Бинауральные ритмы можно использовать в обычной жизни для повышения концентрации во время работы, медитации во время отдыха, для повышения эффективности обучения, при лечении головной боли. Использование бинауральных ритмов помогает при лечении депрессии, в повышении самооценки, помогает в избавлении от вредных привычек [6].

Оценка психофизиологического состояния человека на основе исследования динамики электрокожного сопротивления в зависимости от частоты звукового воздействия

Изменение сопротивления кожи напрямую связаны с уровнем напряжения и релаксации. Любая мысль, чувство, настроение приводит к рефлекторному изменению частоты пульса, артериального давления, кровотока, дыхания, температуры тела, мышечного напряжения, скорости биохимических реакций. Обычно эти изменения не осознаются и проходят мимо нашего сознания. Биологически обратная связь (БОС) КГР помогает оценить на сознательном уровне эти изменения.

Оценка психофизиологического состояния человека на основе исследования динамики электрокожного сопротивления основана на известном факте, как изменение ЭКС человека в состоянии релаксации и активации психомоторных функций. Доказано, что в норме ЭКС человека в состоянии релаксации растет, а в состоянии активации уменьшается. Соответственно, противоположные показатели являются патологией.

Тестирование проводилось по следующей методике: испытуемый находился в комфорtnом положении, в стереонаушниках для звукового воздействия бинауральными ритмами и с закрытыми глазами (исключение визуального воздействия). Частоты воздействия выбирали из альфа (расслабление) и бета (активное бодрствование) диапазонов работы мозга. Воздействие проводилось с помощью программы «Мозгоправ», производящую светозвуковую стимуляцию мозга с определенной частотой с целью вызова резонансного отклика. Метод светозвуковой стимуляции одобрен Минздравом РФ и безопасен для большинства людей. После наложения электродов (токового и измерительного) на два участка правой руки, представленных на рисунке 1, включали прибор, ждали прохождение периода установления переходных процессов и стабилизации показателей ЭКС (от 1 до 2 мин.). Затем следовали периоды релаксации (от 3 до 4 мин.) и активации (от 4 до 5 мин.).

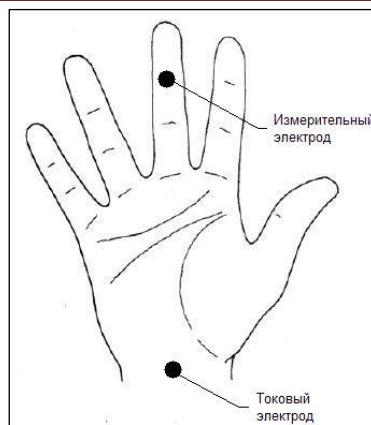


Рисунок 1 – Расположение электродов на ладони руки испытуемого

Изменение ЭКС регистрировалось во время воздействия бинауральными ритмами на частотах 8 Гц (границчная частота между тета и альфа диапазонами), 10 Гц (альфа диапазон), 13 Гц (границчная частота между альфа и бета диапазонами) и 16 Гц (бета диапазон). В ходе исследования были получены графики влияния частоты звукового воздействия на ЭКС, которые показаны на рисунке 2. По оси X откладывалась величина ЭКС R в кОм, по оси Y – количество измерений, выборка измерений равна 28.

На основе полученных результатов звуковое воздействие имеет непосредственное влияние на величину ЭКС. Использование бинауральных ритмов 8 Гц и 13 Гц, соответствующие границам альфа диапазона, значение ЭКС в фазе релаксации имело резкое изменение. Это связано с тем, что мозг испытуемого не мог выбрать в каком диапазоне волн продолжать свою работу. В фазе концентрации организм испытуемого привык к данным частотам, и резкие изменения ЭКС возникали реже.

Бинауральный ритм на частоте 10 Гц (легкая релаксация) погрузил испытуемого в состояние полусна, а КГР имеет плавный характер изменения в период всего воздействия. Использование частоты 16 Гц (концентрация внимания) привело к спонтанным понижениям величины ЭКС. Подобного рода изменения характерно при решении какой-либо задачи, требующей повышенной концентрации.

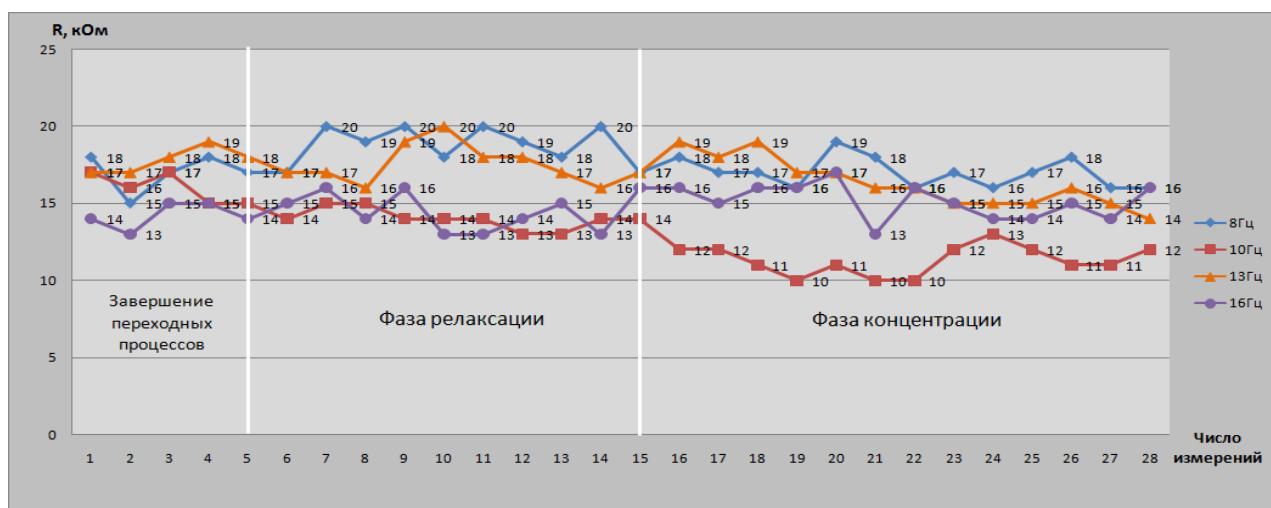


Рисунок 2 – Влияние частоты бинаурального ритма на электрокожное сопротивление

Звуковая стимуляция мозга имеет сильное влияние на динамику ЭКС. Искусственное накладывание бинауральных ритмов с определенной частотой может формировать нужную активность мозга, а также вызывать необходимое состояние человека. Биологически обратную связь по КГР позволяет отслеживать характерные изменения в психофизиологическом состоянии человека и контролировать течение психосоматических процессов.

Библиографический список:

- Голуб Я.В., Жиров В.М. – Применение светозвуковой стимуляции и биологически обратной связи в реабилитации

2. Калашников К.Н. Электрическое сопротивление кожи как индикатор психофизиологического состояния кожи.
3. Кирой В.Н. Физиологические методы в психологии. – Ростов-на-Дону, Изд-во ООО «ЦВВР». 2003. – 224с.
4. <http://medinfa.ru/article/109/118112/>
5. <http://duhosin.ru/trenazher-mozga-svetozvukovaya-stimulyatsiya/>
6. <http://vahe-zdorovye.ru/metodyi-i-uprazhneniya/muzikoterapiya/binauralnyie-ritmyi>

ASSESSMENT OF A PSYCHOPHYSIOLOGICAL CONDITION OF THE PERSON ON THE BASIS OF RESEARCH OF ELECTRODERMAL RESISTANCE

Rashchupkin K.A., Strunin R.M.

Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolay Grigorievich Stoletovs
krashupkin@mail.ru, rspwork@mail.ru

Ability of a brain to follow external incentives, such as light flashes, sound clicks was taped in the 50's when the electroencephalography method gained development. It allowed developing effective methods of impact on a brain for the purpose of achievement of demanded states, sound stimulation of a brain by binaural rhythms belongs to such methods. Binaural rhythms can be used in usual life for concentration rising in operating time, meditations during rest, for learning efficiency rising, at headache treatment. Biologically feedback on dermal and galvanic reaction allows to trace and estimating influence of binaural rhythms on a psychophysiological condition of the person.

Keywords: elektrodermal impedance, psycho physiological condition of the person, sound influence.

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЕРМИФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ БЫТОВЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Титов И.Н.¹, Фарзах Фаваз Салим Фатах², Ларионов Н.П.²

1 - Институт инновационных технологий, Владимирский государственный университет, г. Владимир, Россия;
tit42@mail.ru

2 - Владимирский педагогический институт, Владимирский государственный университет, г. Владимир, Россия;

В настоящее время в Российской Федерации практически на всей территории страны имеет место недостаток водных ресурсов и загрязнение водных источников. Согласно рекомендациям Комитета ООН по водным ресурсам, необходимо снизить уровень забора воды из возобновляемых источников (реки, озёра и т.д.), а потребность в пресной воде необходимо частично обеспечивать путем её рециркуляции. Все более актуальной проблемой становится повторное использование воды для ирригации и технических нужд.

Среди применяемых в настоящее время систем очистки сточных вод самое значительное место занимают биологические методы. Основной проблемой методов биологической очистки сточных вод является повышенная техногенная нагрузка на окружающую среду за счет образующихся больших объемов активного ила. Это ведет к необходимости его переработки и хранения, строительства полигонов для захоронения осадков. Другой проблемой является выброс вредных веществ. Необходимость постоянного удаления вторичных загрязнений: сырого осадка из первичных отстойников и избыточного активного ила из вторичных отстойников не позволяет создать замкнутый технологический цикл очистки сточных вод. Широко используются способы, включающие два этапа - механическую и биологическую очистку. Их недостатками являются:

- образование вторичных загрязнений в виде сырого осадка в первичных отстойниках на первом этапе;
- большие объемы избыточно активного ила, образующегося в процессе биологической очистки (вторичное загрязнение).

Новая технология, в частности биологическая очистка сточных вод с помощью вермифильтрации с использованием дождевых червей лишена всех выше указанных недостатков и может быть использована в коммунальном хозяйстве городов, поселков и различных отраслях промышленности и сельского хозяйства для очистки бытовых и промышленных сточных вод, содержащих биологически разлагаемые вещества. С помощью технологии вермифильтрации возможно быстро, рентабельно и экологически безопасно осуществлять очистку бытовых, сельскохозяйственных и некоторых промышленных сточных вод без образования ила и осадков сточных вод, без выделения запахов и парниковых газов при 100%-ной регенерации воды [1, 5].

В настоящее время для очистки сточных вод (бытовых и промышленных) в некоторых странах мира успешно используется биотехнология вермифильтрации. Эта технология была разработана профессором Хосе Тоха (Jose Toha) в 1992 году в Чили. В последние годы эта новая технология вермифильтрации усиленно внедряется в практику очистки сточных вод в ряде стран мира: Чили, Индии, Китае, Мексике, Австралии, Бразилии и Венесуэле [5], а в европейских странах – только во Франции и Португалии.

Технология вермифильтрации является новым биологическим методом очистки сточных вод, в котором удачно сочетаются два процесса: традиционный процесс биофильтрации с вермикомпостированием, то есть

совместное использование аэробных микроорганизмов и дождевых червей в составе вермифильтра. Известные типы технологии биофильтрации: капельные и дисковые биофильтры являются высоко энергетически затратными, дорогостоящими в установке и обслуживании. Основным недостатком технологии биофильтрации при очистке сточных вод является заиливание системы, в связи с этим уменьшается удельная площадь поверхности биофильтра и ухудшается, как правило, очистка сточных вод. Добавление в систему биофильтра верхнего фильтрующего слоя субстрата, содержащего популяцию дождевых червей (вермифильтр), устраняет этот недостаток. Дождевые черви способны работать, как «биофильтры», так как они поглощают органические и неорганические вещества из сточных вод, в том числе и илистую фракцию сточных вод, переваривают их и выделяют в виде своих экскрементов (копролитов) в верхний слой системы. Более того, выделенные в верхний слой вермифильтра копролиты дождевых червей представляют собой гранулы, обладающие водопрочностью, и поэтому верхний слой вермифильтрационной установки не заиливается, обладает хорошей фильтрующей способностью для жидкой фазы сточных вод и поэтому может работать продолжительное время. Затем жидкая фракция поступает в ниже лежащие фильтрующие слои биофильтра, которые обрастают биоплёнкой из аэробных микроорганизмов, которые осуществляют окончательную очистку сточных вод.

Система вермифильтрации для очистки сточных вод не требует сложного и дорогостоящего оборудования. Сама установка представляет собой какую-нибудь ёмкость, в которой основной объём (до 90%) занимает биофильтр, над которым на сетке помещается слой садовой земли (до 10%), в котором обитают компостные черви, собственно и являющейся активной зоной вермифильтра. Для удаления твёрдой фракции сточные воды после прохождения через сито поступают в накопительную ёмкость, из которой поток сточных вод постепенно с определенной скоростью подаётся через форсунки на поверхность вермифильтра. Эта жидкость просачивается под действием силы тяжести через слой вермифильтра, затем через слои биофильтра и, наконец, очищенная вода собирается на дне устройства и удаляется из установки.

Биологический фильтр – это установка для очистки сточных вод, заполненная загрузочным материалом, через который фильтруется сточная вода, и на поверхности которого развивается биологическая пленка, образованная при колонизации микроорганизмами. Основой биофильтра могут быть различные материалы-носители для биоплёнок: древесные стружки, опилки и измельченная кора деревьев, крупный песок, керамзит, щебень, гравий, кокс, а также пористые материалы (шлак, пемза) плотностью 500–1500 кг/м³ и пористостью 40–50%, кольца Рашига или пластиковые элементы.

Синха с сотрудниками изучали вермифильтрацию муниципальных сточных вод очистных сооружений Оксли пригорода Брисбейна (Австралия). Такая система вермифильтрации с использованием дождевых червей в составе вермифильтра при совместном взаимодействии почвенных микроорганизмов и микроорганизмов, иммобилизованных на материалах-носителях биофильтра, способна в результате различных механизмов поглощения, биодеградации и окисления эффективно удалять из сточных вод органические и неорганические загрязнители по таким важнейшим показателям качества воды как БПК₅ более, чем на 90%, ХПК — на 80–90%, растворённые вещества на 90–92% и взвешенные вещества на 90–95% [6].

Технология вермифильтрации является инновационной технологией «два в одном» и удачно сочетает в себе два биологических аэробных процесса: вермикомпостирование и традиционный процесс биофильтрации, и поэтому эту технологию можно назвать более точно, как вермибиофильтрация. Вермикомпостирование органических примесей, находящихся в сточных водах, осуществляется в результате присутствия в системе популяции компостных червей. А биодеградация и окисление загрязняющих соединений, остающихся после прохождения сточных вод через слой вермифильтра, происходит в результате активности биоплёнки микробиоценоза, находящегося в составе биофильтра. Таким образом, эти два биологических аэробных процесса дополняют и усиливают эффективность удаления различных поллютантов из сточных вод.

Субстрат вермифильтра обладает большой удельной поверхностью до 800 м²/г, а пустой объём достигает до 60 %. Растворённые органические вещества, коллоиды и взвешенные твердые частицы проникают с жидкостью в верхний слой вермифильтра, поглощаются и перерабатываются с помощью дождевых червей, а также почвенными микроорганизмами, иммобилизованными на частицах субстрата вермифильтра. В данном случае в зоне вермифильтра происходят те же самые природные процессы, которые имеют место в живом почвенном слое, обильно населённом дождевыми червями и аэробными почвенными микроорганизмами.

Дождевые черви, инокулированные в верхний слой вермифильтра, поглощают органические и неорганические поллютанты из окружающей его среды, переваривают в желудочно-кишечном тракте и выделяют экскременты копролиты. При этом отсутствует образование вредных отходов, так как этот вид отходов представляет собой органическое удобрение вермикомпост. Также в этом процессе не образуются неприятные запахи, потому что дождевые черви создают аэробные условия в субстрате обитания с помощью своей роющей деятельности, что подавляет активность анаэробных микроорганизмов, которые способны выделять зловонные газы [6]. Дождевые черви, поглощая с кормом, содержащимся в нём различные группы микроорганизмов, способны проводить в своём желудочно-кишечном тракте как в биореакторе селекцию и активизацию культур эффективных аэробных микробов-деструкторов.

Жизнедеятельность дождевых червей способствует удалению из сточных вод илстой и глинистой фракций, выделяя их в составе гранулированных копролитов, что увеличивает «гидравлическую проводимость» всей системы.

Гуминовые вещества и лигнины, содержащиеся в вермикомпосте, продуцируемом дождевыми червями в слое вермифильтра в результате их подкармливания осадками сточных вод, переваривания и выделения в виде копролитов, адсорбируют и связывают тяжёлые металлы, что существенно снижает их токсичность.

Полученная таким способом вермифильтрованная вода становится достаточно чистой, чтобы повторно использовать для ирригации в парках и садах.

Ряд факторов, которые являются критическими при очистке сточных вод с помощью технологии вермифильтрации и влияющие на производительность и эффективность работы системы вермифильтрации, рассматриваются и обсуждаются в докладе:

- виды дождевых червей, подходящие для вермифильтрации;
- численность популяции дождевых червей;
- аэробность системы;
- токсичность солей и pH сточных вод;
- выбор фильтрующих сред;
- гидравлическая нагрузка
- время гидравлического удерживания.

Титов и Ириков [2] запатентовали в России способ очистки сточных вод с помощью технологии вермифильтрации. Титов и сотрудники [3] запатентовали в Республике Казахстан способ очистки сточных вод с помощью технологии вермифильтрации. В настоящее время первая пилотная установка по вермифильтрации муниципальных сточных вод будет испытана на городских очистных сооружениях г. Суздаля.

Маньючи и сотрудники создали пилотную установку по вермифильтрации производительностью 1 000 м³/день и испытывали её для очистки муниципальных сточных вод г. Хараре (Зимбабве). Установка содержала в себе нижний 120-см слой гравия размером 7,0-8,0 см, над ним был следующий 100-см слой гравия размером 3,0-5,0 см, верхний 100-см слой состоял из мелкого гравия (8-12 мм) с песком. Вермифильтр представлял собой 100-см слой садовой земли, в который заселяли дождевых червей вида *Eisenia fetida* при плотности 8 000 особей/м³. Площадь вермифильтра равнялась 3,6 м². Было показано, что при гидравлической нагрузке 0,93 м³/м²/день происходила удовлетворительная очистка сточных вод более, чем на 90% по БПК, ХПК и содержанию взвешенных частиц. Таким образом, подобные установки вермифильтрации способны производить крупномасштабную очистку муниципальных сточных вод для потенциального их использования при ирригации [4].

Патрисио Сото запатентовал во Франции способ обработки загрязненных органическими веществами бытовых и агропромышленных сточных вод с помощью технологии вермифильтрации, которая во Франции именуется как технология ломбрифильтрации [7]. Новый способ очистки сточных вод был исследован и разработан во Франции в лаборатории почвенной зооэкологии Национального института агрономических исследований (INRA, Монпелье) в партнерстве с университетом Монпелье как проект Recyclaqua (Рециклирование воды), в котором целью было продемонстрировать этот метод очистки сточных вод в промышленных масштабах для сообщества в 2000 жителей.

Французская компания LombriTek écoinnovation (Экоинновационная вермитехнология) разработала три типа вермистанций для очистки бытовых сточных вод (www.lombritek.com):

- система LombriAER® для переработки бытовых стоков от 200 до 500 жителей без вермифильтра;
- система LombriAPL® для переработки бытовых стоков от 500 до 1000 жителей с использованием вермифильтра;
- система LombriSTEP® для переработки бытовых стоков от 1000 до 4000 жителей представляет собой комплексную ломбристанцию с использованием двух биологических процессов: вермифильтрации жидких стоков и вермикомпостирования твёрдой фракции органики.

Вермифильтрующая установка размещается в небольшом компактном здании и может функционировать в любых климатических условиях. Установка для очистки стоков от поселка, имеющего численность 2 000 жителей, с помощью вермифильтрации представляет собой ёмкость диаметром 12 м, высотой 2 м. Рабочий слой вермифильтра состоит из двух составляющих: 90-см слоя стружки и коры (основа биофильтра) и 10-см слоя почвы с вермикультурой, над которым разбрызгиваются сточные воды, прошедшие предварительную обработку на сетчатом сите. Такая ломбристанция имеет ряд преимуществ:

- низкие затраты на техническое обслуживание;
- аэробный процесс без образования осадков и без запаха;
- компактность системы;
- чистая вода пригодна для ирригации;
- твёрдые отходы рециклируются в органические удобрения;
- подходит для любого климата, вермифильтр и компостирование производится в помещении под крышей.

Но данная система не предназначена для переработки некоторых видов промышленных отходов, она должна функционировать постоянно без сезонных перерывов и необходимо обучение операторов.

Компания TRANSCHEM Agritech Ltd. (Индия) установила в 2011 году крупно-масштабную установку по вермифильтрации в полумиллионном городе Бхавнагар (штат Гуджарат) для обработки 250 000 л сточных вод ежедневно. Она занимает площадь земли в 400 м². Слой вермифильтра в составе биофильтра содержит слои гальки различного размера, покрытые слоями почвы, древесных опилок, вермикомпостом, в котором обитает

популяция дождевых червей. Сточные воды собираются предварительно в накопительный резервуар и разбрызгиваются над слоем вермифильтра. В данном случае аэрирование или предварительная обработка сточных вод не требуется. Очищенная вода собирается в другой резервуар и используется фермерами. В среднем показатели по БПК уменьшаются более чем 95%, ХПК более чем 85%, содержание взвешенных веществ снижается более чем 95 %, а мутность и фекальные коли-формы удаляются более чем 99%. Содержание растворённого кислорода в воде после вермифильтрации достигало значений 4-5 ppm [5].

Преимуществами технологии вермифильтрации являются:

- низкая стоимость операций и обслуживания;
- требуется мало энергии;
- не образуются осадки сточных вод;
- не используются химикаты;
- образуются хозяйственно ценные побочные продукты утилизации сточных вод (высокогумусированное органическое удобрение вермикомпост и биомасса компостных червей);
- очищенная вода обогащена питательными веществами (азотом, фосфором и калием) и микроэлементами и может использоваться для ирригации фермерских земель;
- процесс очень гигиеничен при полном отсутствии каких-либо запахов и без эмиссии парниковых газов.

Очень важно еще и то, что система вермифильтрации может работать децентрализованно, то есть на месте образования сточных вод (частные дома, коттеджи, посёлки, отели, перерабатывающие предприятия и т. д.). Такие установки по вермифильтрации необходимо устанавливать непосредственно на станциях очистки сточных вод или на предприятиях на месте образования сточных вод.

Технология вермифильтрации способна предложить реально экономически эффективный и удобный способ очистки различных видов сточных вод от бытовых до промышленных. Вермифильтрация может обеспечить замкнутую систему очистку сточных вод, так как вермифильтрат, т.е. очищенная вода может быть повторно использована для ирригации, а другое вторичное использование полученного вермикомпоста в качестве побочного агрономически ценного продукта и, следовательно, может быть звеном в органической цепи рынка удобрений. Часть затрат может быть компенсирована за счет повторного использования вермифильтрованной воды и вермикомпоста. Технология вермифильтрации имеет потенциал для решения очистки сточных вод и водного кризиса одновременно и имеет значительные преимущества по сравнению с традиционными процессами очистки сточных вод.

Несмотря на то, что система вермифильтрации является низкостоимостным и экологически выгодным способом очистки сточных вод, однако при тщательном рассмотрении каждого аспекта этой системы становится очевидно, что этот способ является не таким простым, как считают многие исследователи. Включение вермикультуры в состав биофильтра приводит к усложнению обеспечения и поддержания оптимальных условий функционирования системы для самой высокой производительности и эффективности. Такие факторы, как температура, уровни влажности и содержание кислорода, гидравлическая нагрузка и время гидравлического задержания чрезвычайно важны для выживания популяции дождевых червей в системе, чтобы гарантировать достаточно высокое качество очищенных сточных вод.

Технология вермифильтрации может быть очень рентабельным, эффективным, экономным и удобным процессом без образования осадков сточных вод и выделения неприятно пахнущих газов. Любые нетоксичные сточные воды от домашних хозяйств, коммерческих организаций или промышленных предприятий могут успешно перерабатываться с помощью дождевых червей, а сама технология может также отработана для переработки специфических видов сточных вод. Она может использоваться децентрализовано отдельными производствами для того, чтобы снизить нагрузку на очистные сооружения.

Библиографический список

1. Титов И.Н. Вермикультура: инновационные экотехнологии рециклинга бытовых, сельскохозяйственных и индустриальных органосодержащих отходов / Вестник биотехнологии и физико-химической биологии имени Ю.А.Овчинникова. 2012, т.8, №2, стр. 59-73.
2. Титов И.Н., Ириков О.В. Способ очистки сточных вод. Патентная заявка РФ № 2013116627 от 11.04.2013 г.
3. Титов И.Н., Кан В.М., Титов Н.Н. Способ очистки сточных вод. Патентная заявка Республики Казахстан № 2013/0304.1 от 11.03.2013.
4. Manyuchi, M.M., L. Kadzungura, S. Boka. Pilot Scale Studies for Vermifiltration of 1000m³/day of Sewage Wastewater / Asian J. Engineering and Technology, 2013, vol. 1-4. pp 108-113.
5. Sinha RK, Valani D. Vermiculture revolution. The Technological Revival of Charles Darwin's Unheralded Soldiers of Mankind. Nova Sci. Pub. Inc. 2011. 328 p.
6. Sinha R.K., E. G. Bharambe, E.U. Chaudhari. Sewage treatment by vermicfiltration with synchronous treatment of sludge by earthworms: a low-cost sustainable technology over conventional systems with potential for decentralization. Springer Science+Business Media, LLC. 2008.

7. Soto, P. Treating organically polluted water e.g. domestic wastewater, by separating solid elements / France Patent 2921651-A1 от 2009-04-03.

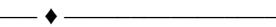
INNOVATIVE TECHNOLOGY OF VERMIFILTRATION FOR THE TREATMENT OF DOMESTIC AND INDUSTRIAL WASTEWATER

I.N.Titov¹, Farzah Fawas Salim Fatah², N.P.Larionov²

¹ Institute of Innovative Technology, Vladimir State University, Vladimir, Russia; tit42@mail.ru

² Vladimir Pedagogic Institute, Vladimir State University, Vladimir, Russia

Vermifiltration technology is new biological methods of sewage treatment with several advantages over the conventional systems, which combines two processes: the traditional process of biofiltration with vermicomposting. Earthworms body work as a 'biofilter' and they have been found to remove BOD₅ by over 90 %, COD by 80-90 %, total dissolved solids by 90-92 % and the total suspended solids by 90-95 % from wastewater. Vermifiltration technology can be very cost-effective, efficient, economical and convenient process without the formation of sewage sludge and release of malodorous gases. Any non-toxic waste water from households, commercial or industrial organizations can be successfully processed with the help of earthworms, and the technology can also be worked out for the processing of specific types of wastewater. It can be used in a decentralized individual industries in order to reduce the load on the sewage treatment plant. This is also an odor-free process and the resulting vermifiltered water is clean enough (detoxified and disinfected) to be reused for non-potable purposes and more useful for farm irrigation.



СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ БОДРСТВОВАНИЯ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА В УСЛОВИЯХ МОНОТОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Бушуев К.С., Струнин Р.М.

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых kirillded@yandex.ru,
rspwork@mail.ru

На сегодняшний день, безопасность функционирования технических средств не обходится без человеческого фактора. Водители транспортных средств, диспетчеры, охранники, операторы атомных электростанций и т.д. не имеют право на ошибку, так как последствия чреваты как минимум экономическими потерями, а что самое страшное - человеческими жертвами. Введение в широкую практику средств, обеспечивающих необходимый уровень работоспособности операторов, является **актуальной** задачей. Условием эффективности применения таких средств, является мониторинг состояния человека в каждый момент рабочего времени.

В настоящее время, существует огромное количество предложений, законченных научных разработок и даже промышленных изделий, в той или иной степени решающих проблему контроля состояния оператора. Данные системы основаны на анализе одного или нескольких физиологических и/или поведенческих параметров.

Существуют исторически сложившиеся «народные методы» против сна, такие как кофе, энергетические напитки, различные таблетки, леденцы и даже семечки. Многие люди, оберегая своё здоровье, предпочитают не использовать данные продукты, а ведь иной раз необходимо:

- долго и монотонно ехать за рулём, в том числе и в ночное время суток;
- бодрствовать на посту во время несения дежурства на работе, объекте;
- нести «вахту» у постели больного человека или караулить сон маленького ребёнка и т.д.

Чтобы избежать последствий засыпания, необходимы средства или системы контроля состояния бодрствования человека-оператора. В данной статье рассматриваются современные системы контроля бодрствования, начиная с простых, с технической точки зрения, устройств и заканчивая более сложными.

Рассмотрим простейшее устройство - это DriveAlert «Антисон», приведенное на рисунке 1 [2].



Рисунок 1 - DriveAlert «Антисон»

Данное устройство крепится за правым ухом водителя. Как только голова водителя наклоняется вперед - звучит звуковой сигнал. «Антисон» не реагирует на наклон головы в стороны и назад. Прибор состоит из: выключателя, электронной схемы, сирены с элементом питания. После включения устройства - «Антисон»

размещается за правым ухом человека, управляющего автомобилем. Водитель подстраивает наклон прибора до необходимой степени срабатывания и отправляется в поездку.

«Антисон» можно применять не только водителям транспортных средств, но и, например учащимся, компьютерным пользователям, вахтерам, охранникам и т.д. Страна производитель: Китай.

Технические характеристики Drive Alert «Антисон»:

- Звуковое давление: 65 Дб;
- Питание: 1,5 В (LR44);
- Размер: 54x47,6 мм.

Таблица 1 – Достоинства и недостатки DriveAlert «Антисон»

Достоинства	Недостатки
1. Простота конструкции 2. Небольшие габаритные размеры. 3. Не вызывает неудобства в работе человека-оператора. 4. Работает от элемента питания 1,5 В. 5. Низкая себестоимость.	1.Работает только при наклоне головы вперед и назад

Следующая система контроля бодрствования человека-оператора - это система Vigiton, фирмы Neurocom, представлена на рисунке 2 [3].



Рисунок 2 - Система поддержания работоспособности оператора Vigiton

Система поддержания работоспособности водителя Vigiton предназначена для непрерывного контроля физиологического состояния водителя транспортного средства и предотвращения перехода водителя из активного состояния в состояние психофизиологической релаксации или дремотную стадию сна.

Система выдает команды для включения исполнительных устройств безопасности, например, включает аварийную световую сигнализацию для информирования других участников движения, в случае не восстановления активного работоспособного состояния, потери сознания или смерти. «Ноу хау» в данном устройстве составляют выработанные на огромном статистическом материале пороги и критерии определения состояний, а также помехоустойчивый способ регистрации измеряемого физиологического показателя. Функциональное состояние водителя определяется в соответствии с выработанными критериями по результатам непрерывного измерения электродермального сопротивления. Критический уровень бодрствования - это состояние, при котором человек работоспособен, но количество совершаемых им ошибок может резко увеличиться. Из соображений безопасности и с учетом индивидуального разброса физиологических параметров людей критический уровень бодрствования зафиксирован вблизи границы работоспособного состояния. Устройство препятствует наступлению сна, подавая сигнал тревоги за несколько десятков секунд до наступления этого состояния. Страна производитель: Россия.

Система Vigiton включает в себя:

- Свето-звуковой индикатор состояния водителя;
- Наручные датчики, встроенные в браслет и перстень;
- Блок взаимодействия с системами автомобиля.

Технические характеристики:

- Дальность радиоканала не менее 10 м;
- Продолжительность непрерывной работы «часов» не менее 10 часов;
- Вес носимой части 50 г.

Таблица 2 – Достоинства и недостатки Vigiton

Достоинства	Недостатки
1. Возможность взаимодействия с аварийными системами автомобиля. 2. Высокая помехоустойчивость	1. Необходим блок управления питанием. 2. Высокая себестоимость.

Также, одной из актуальных систем контроля бодрствования человека-оператора, является система StopSleep, изображенная на рисунке 3 [1].



Рисунок 3 - Устройство контроля активности пользователя и предотвращения засыпания StopSleep

Данное устройство имеет два режима: «StopSleep» и «Стрессометр». В режиме «StopSleep» прибор выдает предупреждающие сигналы при критическом падении уровня реакции человека на окружающее и препятствует засыпанию. Особенностью данного прибора являются: срабатывание его за несколько минут до засыпания, а также универсальность применения (не привязан к определенному транспортному средству). Продукт, интегрирован с системами GPS/ГЛОНАСС.

В режиме «Стрессометр» устройство выдает на вход USB компьютера сигнал, характеризующий уровень активности пользователя. Для ПК создана программа, выдающая график изменения напряженности человека по методике проф. Рыжова Б.Н. Цель - контроль психологических характеристик человека, а также формирование навыков управления своим состоянием. По сути это система биологической обратной связи, основанная на сигнале КГР (кожно-гальваническая реакция). Страна производитель: Россия.

Технические характеристики:

- Вес прибора: 40г;
- Габаритные размеры: 40×25×12 мм;
- Время работы: 15 часов.

Дополнительные характеристики:

1. Прибор констатирует не факт засыпания, а оповещает носителя о том, что сон наступит через 2-3 минуты.
2. Оповещение о засыпании происходит вибрационным, звуковым и световым сигналами.
3. Использование прибора не требует специальной подготовки или обучения.

Таблица 3 – Достоинства и недостатки StopSleep

Достоинства	Недостатки
1. Длительное время работы без подзарядки. 2. Срабатывание за 2-3 мин до засыпания. 3. Приемлемая цена.	1. Стесняет движения пальцев. 2. Громоздкость на руке.

На российском рынке, также имеется устройство от китайского производителя Avita «Антисон», представленного на рисунке 4 [5].



Рисунок 4 - Avita «Антисон»

Avita «Антисон» представляет собой компактный прибор, размером с небольшой мобильный телефон, который с помощью специального приспособления закрепляется на ремне безопасности автомобиля, примерно на 3 сантиметра выше уровня «солнечного сплетения». Данное устройство прослушивает и определяет ритмы сердечных сокращений и на данной основе определяет момент засыпания человека. Точность работы составляет от 80 до 85%. Страна производитель: Россия.

Технические характеристики:

- Встроенная память: 1Гб;
- Беспроводная связь: Bluetooth 2.0;

- Порт: USB, mini USB;
- Батарея: Li-Ion 770 мАч (до 8.0 часов);
- Вес: 100 г;
- Габариты: 56×20×86 мм.

Таблица 4 – Достоинства и недостатки Avita «Антисон»

Достоинства	Недостатки
1. Не вызывает неудобства в работе человека-оператора. 2. Наличие внутренней памяти. 3. Срабатывание за несколько минут до засыпания. 4. Наличие USB-порта. 5. Приемлемая цена.	1. Требуется частая зарядка 2. Возможно ложное срабатывание

Ещё один из приборов контроля сна, это система аварийной тревоги при засыпании водителя на основе отслеживания глаз MR688GPK (рисунок 5) [4].



Рисунок 5 - Система аварийной тревоги при засыпании водителя на основе отслеживания глаз MR688GPK

MR688GPK Eye-catching Pre-Crash Alarm / Driver Fatigue Monitor позволит избежать аварии засыпающему водителю. Это небольшое устройство, которое больше напоминает видеорегистратор, располагается (крепится) на приборной панели перед оператором. Камера со специальным программным обеспечением.

Принцип работы по видеоидентификации состояния лица водителя – начиная от закрывания век, до наклона головы. В основе анализа - расстояние между нижним и верхним веком. Причём не помешают солнцезащитные очки, изменение освещения и даже тип лица. Прибор настраивается под конкретное лицо и имеет даже инфракрасную подсветку. Чувствительность может быть установлена на четырех разных уровнях. Оповещение о засыпании производится «противным» звуковым сигналом и устройство начинает говорить.

Не срабатывает на помехи, на быстрое моргание век. Настройка занимает несколько секунд, а при постоянном использовании прибор включается при запуске двигателя. При использовании вне автомобиля можно использовать переходник на 12 В. Страна производитель: Япония.

Технические характеристики:

- Установка на съёмное крепление с магнитом;
- Питание: 12 В - от прикуривателя;
- Размер: 85×92×30 мм;
- Вес: 103 грамма;
- Дальность распознавания: в диапазоне от 90 см до 70 см, в очках от 60 до 70 см. 20 ° влево и вправо, 30 ° вверх и вниз.

Таблица 5 – Достоинства и недостатки MR688GPK Eye-catching Pre-Crash Alarm

Достоинства	Недостатки
1. Не вызывает неудобства в работе человека-оператора. 2. Работает при частом моргании век. 3. Индивидуальная настройка. 4. Высокая чувствительность 5. При оповещении используется речь. 6. Возможность автоматического включения при запуске двигателя автомобиля.	1. Необходим блок управления питанием. 2. Высокая себестоимость. 3. Большие габаритные размеры. 4. Работает только от сети.

В настоящее время на российском рынке имеется широкий спектр современных систем контроля бодрствования человека-оператора, отличающихся как техническими характеристиками, так и функциональными возможностями, сравнительная характеристика таких систем представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Общая информация о приборах

Название устройства	DriveAlert	Vigiton	StopSleep	Avita	MR688GPK
---------------------	------------	---------	-----------	-------	----------

Принцип определения состояния	Угол головы	наклона	КГР	КГР	Ритмы сердечных сокращений	Видеоидентификация
Время срабатывания	Зависит от самого оператора	Несколько десятков секунд до засыпания	За 2-3 минуты до засыпания	Около 5 минут до засыпания	Как только перестаёт регистрироваться интервал моргания (в момент засыпания)	
Надёжность, %	Менее 50	от 75 до 80	от 75 до 80	от 80 до 85	75	
Время работы без подзарядки, часов	Зависит от батарейки (в среднем от 2 до 3 дней)	10	15	8	Не работает без сети	
Цена, руб.	от 300 до 800	8000	5900	от 4500 до 6000	20 000	

Как видно из таблицы 6, самыми **эффективными и надежными** на сегодняшний день, являются устройства StopSleep и Avita, основанные на методах измерения ритмов сердечных сокращений и КГР. Несмотря на надежность устройства, пользователи должны понимать, что в уставшем состоянии нельзя садиться за руль, а также расслабляться, полагая, что устройство, выручит в абсолютно любой ситуации. Прибор лишь даёт дополнительный шанс в безопасности, а он никогда не бывает лишним.

Библиографический список

1. <http://www.stopsleep.com>
2. <http://www.avto-torg.ru>
3. <http://vigiton.ru>
4. <http://aver.ru>
5. <http://www.notik.ru>

MODERN CONTROL SYSTEMS OF AN HUMAN - OPERATOR WAKEFULNESS UNDER MONOTONIC ACTIVITIES

Bushuev K., Strunin R.

Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs
kirillded@yandex.ru, rspwork@mail.ru

The statement that human factor almost completely determines functioning safety of hazardous technical means has become common nowadays. It can be relevant to drivers, helmsmen, dispatchers, operators of nuclear power plants, etc. A mistake made by any of these professionals can cause at least economic losses and even human toll. Broad application of means that provide required level of operator's performance has become an urgent task. Effectiveness of these means is provided by human state monitoring at any moment during working time. Nowadays there is a huge variety of suggestions, scientific developments and even industrial products which can solve the problem of operator's state control more or less. These systems are based on the analysis of one or several physiological or behavioral parameters.

Keywords: operator's performance, operator's state control.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УРОВНЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ С РАЗЛИЧНЫМ ТИПОМ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Батоцыренова Т.Е., Семенов Ю.Н., Миронова Ю.А., Блохин М.М.

Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, Институт физической культуры и спорта, Кафедра теоретических и медико-биологических основ физической культуры, tamara-vgu@yandex.ru

В последние годы государством делается многое для улучшения здоровья подрастающего поколения, пропаганды здорового образа жизни среди населения, привлечения детей и молодежи к регулярным занятиям физическими упражнениями и спортом. С большим энтузиазмом и успехом прошли в стране грандиозные спортивные мероприятия, такие, как Зимние Олимпийские игры в Сочи, Универсиада в Казани, чемпионат мира по легкой атлетике в Москве и другие, которые, несомненно, будут способствовать решению задач развития спорта в стране. Улучшение материально-технической базы для занятий спортом и физическими упражнениями, открытие новых детско-юношеских спортивных школ должно сопровождаться и повышением качества работы преподавателей и тренеров, вооруженных современными знаниями о закономерностях функционирования организма человека.

Одним из перспективных подходов совершенствования учебно-тренировочного процесса в спорте и учебных занятий по дисциплине «Физическая культура» представляется учет индивидуально-типологических особенностей занимающихся. Представления о различных типах поведения людей, конституции человека

известны с древности. Учение Гиппократа о типах темперамента - холерик, сангвиник, флегматик, меланхолик, получившее развитие в трудах великого русского физиолога И.П. Павлова и современных психологов, актуально и сегодня. Наиболее популярные типы конституции человека у нас в стране – это гипостенический (астенический), нормостенический и гиперстенический (Черноруцкий). За рубежом популярна классификация Шелдона (эктоморф, мезоморф, эндоморф). По характеру вегетативной регуляции выделяют симпатотонический, нормотонический, ваготонический типы [3]. Для исследования и оценки типов вегетативной регуляции широко используется метод анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР) – современный, общепризнанный индикатор функционального состояния различных звеньев регуляторных механизмов. Выявлена связь типа вегетативной регуляции с развитием заболеваний, переносимостью различных нагрузок [4], уровнем двигательной активности школьников [5], особенностями психоэмоциональной сферы подростков [6], занятиями спортом [8].

Цель работы – сравнительный анализ уровня физической подготовленности студентов с различным типом вегетативной регуляции ритма сердца по результатам контрольных испытаний на силу, быстроту и выносливость.

Организация и методы исследования. В рамках мониторинга физического здоровья студентов, который проводит Центр содействия укреплению здоровья студентов ВлГУ, был проведен скрининг студентов 1 курса по ВСР и другим методам донозологического контроля. Для записи ЭКГ и анализа ВСР использован 4-х канальный АПК «Варикард-6» с программным обеспечением «Иским 6» [1]. Длительность записи ЭКГ 5 мин в соответствии с Международными стандартами 1996 года и Методическими рекомендациями российских специалистов 2001 г. Записывали ЭКГ в положении сидя, в условиях относительного покоя, в одном из стандартных отведений. Кроме этого, все студенты выполняли традиционные контрольные упражнения на быстроту (бег на 100м), силу (подтягивание на высокой перекладине из виса) и выносливость (бег на 3000 м), предусмотренные программой дисциплины «Физическая культура» для вузов. В эксперименте приняли участие 803 юноши в возрасте 18-19 лет.

Результаты исследования и их обсуждение. В настоящее время выявление лиц с различным типом вегетативной регуляции на основе анализа ВСР считается общепринятым и научно обоснованным подходом в медико-биологических исследованиях. По результатам анализа количественных показателей ВСР все студенты в зависимости от уровня индекса напряжения (ИН) регуляторных систем, или стресс-индекса (SI) были распределены на 3 группы [3]. Перву группу составили 147 юношей с низкими значениями ИН, ваготоники (18%). Во вторую группу вошли 465 студентов со средними значениями ИН – нормотоники (58%) и в третью группу вошли 192 человека с высокими значениями ИН – симпатотоники (24%).

В таблице приведены некоторые количественные показатели ВСР, статистически достоверно различающиеся в исследуемых группах.

Таблица
Количественные показатели ВСР, достоверно различающиеся во всех группах

Показатели ВСР	ваготоники		нормотоники		симпатотоники	
	M	± m	M	± m	M	± m
1. Частота пульса (ЧСС), уд./мин	67,8	0,9	78,3	0,6	90,9	1,1
2. Среднее значение RR интервалов, мс	894,7	11,9	776,2	6,3	669,6	8,8
3. Максимальное значение (Mx), мс	1108,4	11,3	915,5	6,2	751,6	9,0
4. Разность Mx-Mn (MxDMn), мс	416,3	7,7	265,4	3,5	156,1	3,3
5. Отношение Mx/Mn (MxRMn)	1,6	0,0	1,4	0,0	1,3	0,0
6. RMSSD, мс	72,0	2,7	38,6	0,8	20,3	0,8
7. Среднее квадратич.отклонение (SDNN), мс	90,2	2,0	55,7	0,8	33,2	0,8
8. Коэффициент вариации (CV), %	10,2	0,3	7,3	0,1	5,0	0,1
9. Амплитуда моды (AMo50), %/50 мс	25,0	0,6	40,5	0,5	71,9	1,7

Считается, что для симпатикотоников характерна высокая эмоциональность, активность, они быстро привыкают к внешним воздействиям, ЧСС у них обычно выше. Ваготоники, напротив, имеют более редкий пульс, у людей с таким типом вегетативной регуляции наблюдается высокая потливость, желудочно-кишечные расстройства, они более склонны к депрессивности в условиях внезапных нагрузок [6]. Для ваготоников свойственно медленное привыкание к любым воздействиям. Они не склонны выражать эмоции, а держат их в себе. Промежуточная группа - люди с эйтонией, или нормотоники. Они могут проявлять как свойства ваготоников, так и симпатикотоников. Таких людей, как правило, большинство. Считается, что тип вегетативной регуляции генетически обусловлен.

Проведенный сравнительный анализ результатов контрольных испытаний в различных группах показал, что юноши с ваготоническим типом регуляции, вопреки нашим предположениям, лучше справляются с контрольными испытаниями, как на быстроту, так и на выносливость по сравнению с нормотониками и симпатотониками. Различия средних результатов в беге на 100м у ваготоников и нормотоников статистически достоверны при уровне значимости $p<0,05$ (рис 1).

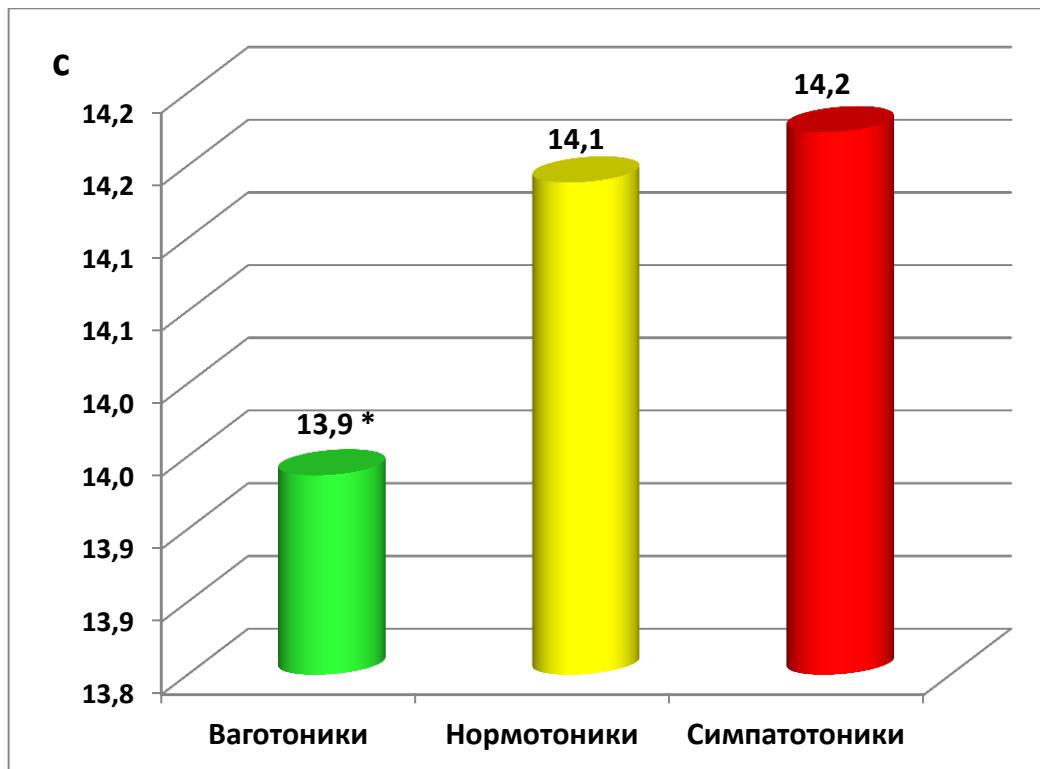


Рис. 1. Средние результаты в беге на 100м у студентов с различным типом вегетативной регуляции

Среди ваготоников большее количество студентов (в %) пробегают 100 м, как на оценку «отлично», так и на положительную оценку «зачтено» в соответствии с требованиями программы по дисциплине «Физическая культура». На рис. 2 представлены результаты теста на быстроту в группах юношей с различным типом вегетативной регуляции – количество студентов (в %), выполнивших норматив на оценку «зачтено», то есть на «5», «4» и «3» балла.

В то же время, симпатотоники по сравнению с представителями других типов вегетативной регуляции сердечного ритма показали худшие результаты и в беге на выносливость, и в тесте на силу (рис. 3 и 4), как по среднему результату, так и по количеству студентов, выполнивших нормативы на «зачтено».

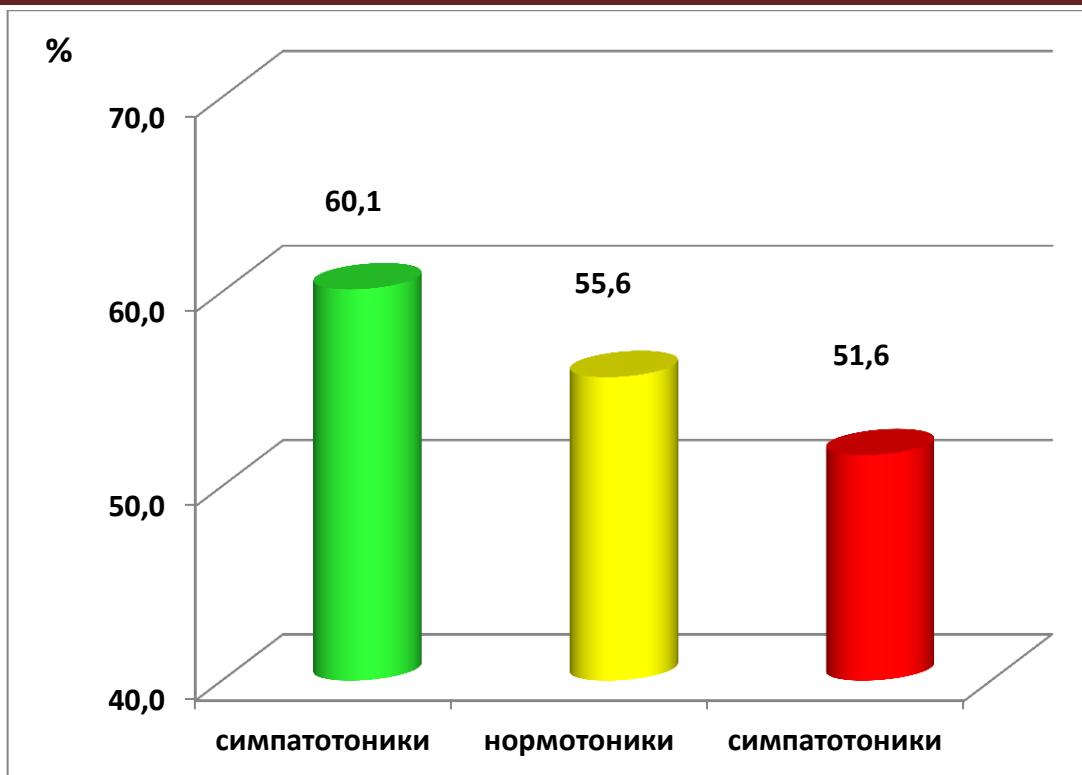


Рис. 2. Количество студентов (в %), пробежавших 100 м на положительную оценку

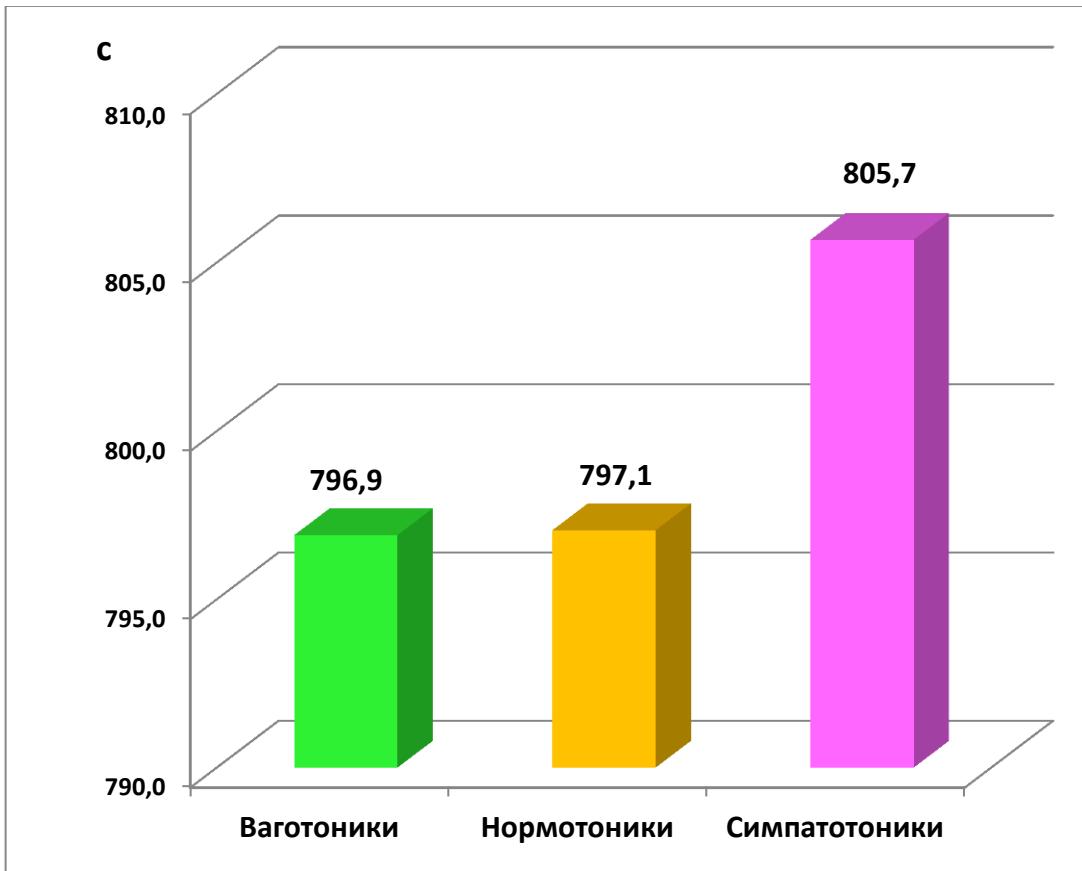


Рис. 3. Средний результат теста на выносливость (в сек) в группах с различным типом вегетативной регуляции

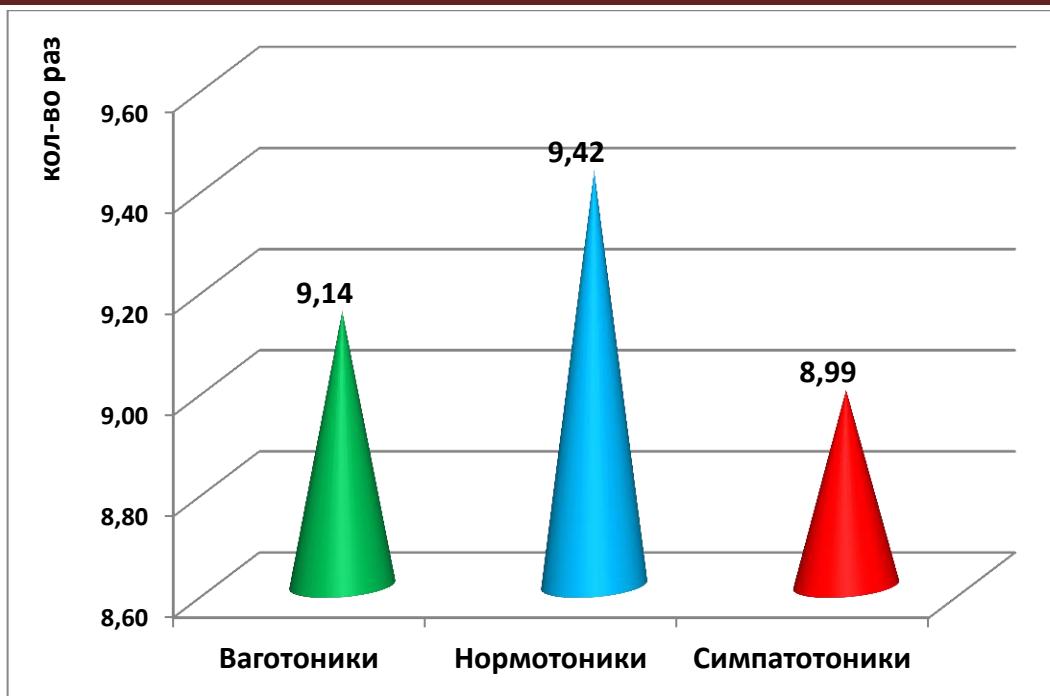


Рис. 4. Средние результаты силового теста у лиц с различным типом вегетативной регуляции
В свете полученных результатов, представляется интересным подход, который развивает Н.И. Шлык [8].

Она выделяет четыре типа вегетативной регуляции ритма сердца, опираясь на представления о двухконтурной модели управления сердечным ритмом [3]. Независимо от возраста и гендерных особенностей выделяются два типа вегетативной регуляции: автономный и центральный. Каждый тип подразделяется на 2 группы – на умеренное или выраженное преобладание центральной (1 и 2 группы) и автономной регуляции (3 и 4 группы). Ключевыми критериями для определения типа вегетативной регуляции послужили такие показатели ВСР, как SI и VLF, мс^2 . По мнению Баевского Р.М. (2009), эти группы регуляции соответствуют общепринятым делению на симпатотонический, нормотонический и ваготонический типы. При этом нормотонический тип рассматривается в двух вариантах: симпто-нормотонический (1 группа) и ваго-нормотонический (3 группа).

Н.И. Шлык показано, что у детей с центральным типом регуляции существенно ниже функциональные и адаптивные возможности организма, что согласуется с нашими данными.

Наиболее благоприятным, с точки зрения физиологической целесообразности, считает автор тип с умеренным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма и рекомендует отбирать для занятий спортом детей, относящихся к этой (3-ей) группе. Трудно не согласиться с Н.И. Шлык, что у лиц с разными преобладающими типами вегетативной регуляции сердечного ритма одинаковая физическая нагрузка на уроках физической культуры вызывает качественно и количественно разные адаптивные реакции организма, что, несомненно, следует учитывать в практической работе.

Заключение. Таким образом, проведенные исследования выявили более низкий уровень физической подготовленности студентов, относящихся к симпатотоническому типу вегетативной регуляции сердечного ритма во всех тестах по сравнению с нормотониками и ваготониками. У симпатотоников по сравнению с нормотониками и ваготониками достоверно выше ЧСС, ниже SDNN (при $p<0.001$) и другие показатели ВСР (см. табл.), их организм находится в более деятельном и напряженном состоянии. Согласно «закону исходного уровня» чем выше исходный уровень системы или органа, тем меньший ответ возможен при действии возмущающих стимулов [2]. Возможно, этим объясняются полученные результаты. В то же время для ваготоников характерна высокая вариабельность сердечного ритма, отсюда и лучшие возможности для адаптации к различным факторам, в том числе к физической нагрузке. Следует отметить достоверно более высокие скоростные качества ваготоников ($p<0.05$). Нормотоники показали более высокие результаты в teste на силу.

Библиографический список

1. Агаджанян, Н.А. Эколо-физиологические и этнические особенности адаптации человека к различным условиям среды обитания: монография, изд. 2-е, доп. / Н.А. Агаджанян, Т.Е. Батоцыренова, Ю.Н. Семенов. – Владимир: Изд-во Владимир. гос. ун-та, 2010. – 236с.
2. Вейн, А.М. Вегетативные расстройства: клиника, диагностика, лечение. Под ред. А.М. Вейна. – М.: ООО Медицинское информационное агентство», 2003. – 752 с.
3. Баевский, Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессах / Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.З. Клецкин. – М.: Наука, 1984. – 220 с.

4. Иванов, С.Н. Нарушения вегетативного гомеостаза и периферическое кровообращение у подростков с нейроциркуляторной дистонией гипертензивного типа / С.Н. Иванов // Российский кардиологический журнал, 2005. - № 2. – с. 23-25.
5. Галеев, А.Р. Использование показателей сердечного ритма для оценки функционального состояния школьников с учетом их возрастных особенностей и уровня двигательной активности: автореф. дисс. канд. биол. наук / А.Р. Галеев. – Новосибирск, 1999. – 20с.
6. Ноздрачев, А.Д. Современные способы оценки функционального состояния автономной (вегетативной) нервной системы / А.Д. Ноздрачев, Ю.В. Щербатых // Физиология человека. – 2001. – Т. 27, № 6. – С. 95–101.
7. Таракова, О.Л. Особенности психофизиологической адаптации учебной деятельности у подростков с различным типом вегетативной регуляции: автореф. дисс. канд. мед. наук / О.Л. Таракова. – Томск, 1998. – 20с.
8. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: монография / Н.И. Шлык. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 255 с.



СЕКЦИЯ 9

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЛАСТИ БИОМЕДИЦИНСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ И ЭКОЛОГИИ

SCHOOL OF ENGINEERING AND DIGITAL ARTS

R.Guest

University of Kent, United Kingdom,

R.M.Guest@kent.ac.uk

Research Overview

The School is engaged in high-quality research with significant national and international impact while offering excellent opportunities for graduate studies. We have been consistently attracting substantial research funding from the UK Research Councils, European research programmes, industrial and commercial companies, government agencies and others and our spread of expertise allows us to respond rapidly to new developments.

We have a thriving student population studying for postgraduate degrees in a notably friendly and supportive learning environment within a successful research culture. The skills, abilities and enthusiasm of our students are vital elements in our research activities and we foster them as effectively as we can through the provision of excellent research training during their graduate studies.

Broadband and Wireless Communications

The research activities of the group are directed towards components, technologies and techniques and subsystems for high-frequency, high bit-rate wireless systems operating from RF to THz frequencies.

The group is actively involved in national and international projects and has an international reputation. The group is well equipped with a wide range of laboratory and computing facilities and diverse software packages for teaching and research support. Both commercial and in-house software tools enable designing of microwave, RF, optoelectronics and antenna systems and then testing them with network and spectrum analysers (up to 300 GHz), on-wafer prober, and high quality anechoic chambers. The main anechoic chamber has been recently completely refurbished at a cost of £400,000. Its operating frequency range is from 500MHz to 80 GHz. Full workshop facilities include a PCB/printed antenna milling machine for producing printed antennas and circuits.

Some members of the group also form part of the Centre for Photonics, which has been formed to exploit synergies between the applied optics research in the School of Physical Sciences and the photonics work in EDA.

Digital Media

The Digital Media group has interests in many areas of interactive multimedia and digital film and animation.

There is particular strength in web design and development, including e-commerce, e-learning, e-health; and the group has substantial experience in interaction design (e.g. Usability and accessibility), social computing (e.g. Social networking, computer mediated communication), mobile technology (e.g. iPhone), virtual worlds (e.g. Second Life) and video games. In the area of time-based media, the group has substantial interest in digital film capture and editing, and manipulation onto fully animated 3D modelling techniques as used in games and feature films.

1 Image and Information Engineering

The Image and Information Engineering Group has research interests in all aspects of image analysis, including high performance classifier design and image interpretation, image coding and video processing, colour and texture feature analysis, and intelligent processing structures, and has an international reputation for its work in a number of key application areas. The research themes of particular current interest include the following:

- High Performance Image Analysis
- Biometrics and Security
- Visual Communications
- Handwriting Analysis
- Document Processing
- Medical Image Analysis
- Neural Systems Engineering and Biologically-Inspired Processing

The Group is well represented on Programme and Organising Committees of major national and international

conferences and workshops, and on Editorial Boards of International Journals. Members of the Group are very active within the Professional Associations, international standards bodies, and in the Research Council Peer Review Colleges.

2 Instrumentation, Control and Embedded Systems

The Instrumentation, Control and Embedded Systems (ICES) research group comprises a mixture of well experienced and young and vibrant academics from the School of Engineering and Digital Arts and the School of Physical Sciences. The team works in three complementary research themes - Instrumentation, Control and Embedded Systems. The group has made considerable endeavours to solve challenging scientific and technological problems with a range of industrial organisations through applied research programmes funded through the UK Government and also with many European countries through EU-funded research programmes.

The group's expertise lies primarily in sensors, instrumentation, image processing, signal processing, Optical Coherence Tomography (OCT), neural networks, robust control and estimation, and embedded system design. Since 2001 the group has published more than 150 peer reviewed journal papers and over 360 refereed conference papers in addition to 26 patents. More than 30 PhD research students have graduated from the group since 2001.

ШКОЛА ИНЖЕНЕРНИИ И ЦИФРОВЫХ ИСКУССТВ

Р. Гест

Университет Кента, Соединенное Королевство

R.M.Guest@kent.ac.uk

Школа занимается высококачественными научными исследованиями, которые имеют особое национальное и международное значение, предлагая прекрасные возможности для обучения в аспирантуре. Мы последовательно привлекаем значительное финансирование научных исследований из Великобритании исследовательских советов, европейских исследовательских программ, промышленных и коммерческих компаний, государственных учреждений и других. Распространение собственного опыта позволяет нам быстро реагировать на новые разработки.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ КАФЕДРЫ БИОМЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМ НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО УНИВЕРСИТЕТА «МИЭТ»

Потапов Д.А., Пьянов И.В., Селищев С.В.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский университет «МИЭТ», кафедра биомедицинских систем, ivan-pyanov@yandex.ru

Кафедра биомедицинских систем (БМС) Национального исследовательского университета «МИЭТ» создана в 1999 году на базе кафедры теоретической и экспериментальной физики и ведёт подготовку специалистов для сферы разработки, производства и эксплуатации электронных, компьютерных и информационных биомедицинских систем с 1993 года, когда первые 25 студентов начали обучение по специальности «Биотехнические и медицинские аппараты и системы». Заведующий кафедрой - доктор физ.-мат. наук, профессор Селищев Сергей Васильевич.

Основная цель (миссия) образовательных программ кафедры – это развитие и саморазвитие целостной личности исследователя-разработчика, готового к участию во всех стадиях процесса разработки современных электронных, компьютерных и информационных биомедицинских систем — от концепции через проектирование, прототипирование, испытания и сертификацию к постановке на серийное производство.

С самого начала образовательная программа кафедры БМС была организована в виде междисциплинарной системы (рис. 1) естественных и инженерных наук при тесном взаимодействии образовательного и научного процесса с самым активным участием студентов, студентов, аспирантов, преподавателей и научных сотрудников, в том числе на международном уровне.

Так, кафедра совместно с коллегами из МГТУ им. Н.Э. Баумана, МГУ им. М.В. Ломоносова, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Мюнхенского технического университета и Университета Фридриха-Александра является постоянным участником-организатором секции «Biomedical Engineering» международной студенческой школы Moscow-Bavarian Joint Advanced Student School (с 2006 года) и международной конференции Russian-German Conference on Biomedical Engineering (с 2005 года, в 2005–2012 годах Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering). Заведующий кафедрой является главным редактором научно-технического журнала «Медицинская техника» (<http://www.mtjournal.ru>), который переводится на английский язык и выпускается в США издательством «Springer» под названием «Biomedical Engineering».



Рисунок 1 - Междисциплинарная образовательная программа кафедры БМС
Национального исследовательского университета «МИЭТ»

В 2006–2007 годах кафедра возглавляла направление «Электроника биомедицинских и экологических систем» в рамках Инновационной образовательной программы МИЭТ, а с 2010 года — поднаправление «Высокотехнологичная медицинская техника» в рамках программы развития МИЭТ, как национального исследовательского университета.

С 2011 года кафедра полностью перешла на двухуровневую систему подготовки — бакалавриат (4 года) плюс магистратура (2 года). В настоящее время кафедра БМС осуществляет подготовку бакалавров по направлению «Биотехнические системы и технологии» (профиль «Биомедицинская электроника») и магистров по направлению «Электроника и наноэлектроника» (программа «Биомедицинская электроника и нанотехнологии») по следующим пяти основным научно-техническим направлениям:

- биомедицинские нанотехнологии – исследования и разработка биосовместимых композиционных наноматериалов, в том числе имплантируемых в организм человека (рис. 2);
- биомедицинская оптика – фотометрические, спектрофотометрические и томографические методы исследования биологических объектов;
- биотехнические системы поддержки функционирования внутренних органов человека – аппараты вспомогательного кровообращения сердца, с имплантируемыми насосами крови (рис. 3); гемодиализные аппараты;
- биомедицинская электроника – электронные приборы для медицинской диагностики и терапии, в том числе для электрической дефибрилляции сердца (рис. 4);
- биомедицинские компьютерные технологии – компьютерная обработка биомедицинских сигналов и изображений, компьютерное моделирование, нейронные сети.

Учебный процесс на кафедре БМС происходит в активно-интерактивной форме: лекции представляют собой не просто рассказ лектора по заданной теме с выписыванием отдельных положений (ключевых определений, таблиц, формул, графиков, схем и т.п.) на доске для письма мелом, но они сопровождаются (илюстрируются) мультимедийными материалами – картинками, слайдами или целыми презентациями, интернет сайтами, видео- или аудиороликами, демонстрационными программами и т.п. Для этих целей в лектории кафедры БМС имеется экран, цифровой проектор и мультимедийный компьютер, подключённый к интрасетям кафедры и Университета и к сети Интернет, а лаборатория новой медицинской техники оборудована интерактивной доской.

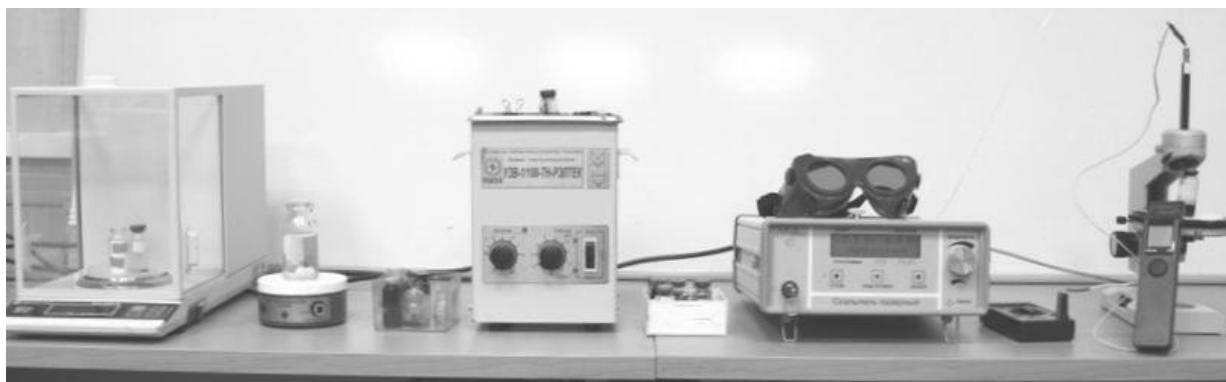


Рисунок 2 - Экспериментальная установка для изготовления биосовместимых нанокомпозитов



Рисунок 3 - Внешний вид аппарата вспомогательного кровообращения, закреплённого на анатомическом манекене (а), и его внешний частей (блока управления, основного и запасного аккумуляторов) (б)



Рисунок 4 - Внешний вид автоматического дефибриллятора «imPulse PRO»

Каждый студент, аспирант и сотрудник МИЭТа имеет личную учетную запись в интрасети МИЭТ с терминальным доступом из сети Интернет к серверам со специализированным программным обеспечением для расчёта, моделирования и разработки электронных, информационных и компьютерных систем. Ряд учебных дисциплин предусматривает выполнение студентами творческих заданий по подготовке научно-технических докладов с презентациями на предложенные темы с последующим их представлением в аудитории в формате мини-конференции.

С 2013 года в бакалавриате ведётся развитие информационной системы поддержки учебного процесса, состоящей из двух основных блоков:

– блока, отвечающего за размещение учебно-методических материалов по дисциплинам учебного плана: рабочей программы дисциплины, фонда оценочных средств (виден только преподавателям), конспекта лекций, методических указаний для преподавателей по проведению занятий, методических указаний и пособий для семинарских занятий, лабораторных практикумов и самостоятельной работы студента, а также других учебно-методических материалов;

– блока, отвечающего за контроль текущей успеваемости студентов и включающего графики контрольных мероприятий по дисциплинам и сведения о текущей успеваемости (в рамках поддержки накопительно-балльной системы) по результатам контрольных мероприятий, с учётом посещаемости и активности на занятиях. С 2014 года использование информационной системы планируется расширить на магистратуру.

EDUCATIONAL PROGRAMS OF BIOMEDICAL SYSTEMS DEPARTMENT OF NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY OF ELECTRONIC TECHNOLOGY (MIET)

Potapov D.A., Pyanov I.V., Selishchev S.V.
National Research University of Electronic Technology,
Biomedical Systems Department, Moscow, Russia

The history, the present and the main achievements of Biomedical Systems Department of National Research University of Electronic Technology (MIET), Moscow, Zelenograd are presented. Interdisciplinary research-educational complex for scientific investigations and training of engineer-researchers in the area of biomedical electronic, computer and information systems engineering is described.

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ УЧЕБНЫЕ ПЛАНЫ БАКАЛАВРИАТА ПО НАПРАВЛЕНИЯМ ПОДГОТОВКИ КАФЕДРЫ БЭСТ

Дмитриев В.Б., Шумарин С.В.

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, sergey.shumarin@vlsu.ru, dmitrievvb@rambler.ru

Подготавливаемый в настоящее время переход на образовательные стандарты следующего поколения требует изменения подхода в подготовке квалифицированных кадров для производства нового технологического уклада. Как отмечается в статье заместителя председателя правительства РФ Д.М. Рогозина, «*базовыми отраслями шестого технологического уклада станут био- и нанотехнологии, методы генной инженерии, мембранные и квантовые технологии,nanoэлектроника, нанофотоника, молекулярная фотоника, наноматериалы и наноструктурированные покрытия и другие... производство товаров и средств их производства будет осуществляться цифровыми фабриками*» [1].

Опыт подготовки кадров в Институте инновационных технологий ВлГУ показывает, что современному производству все в большей мере требуются специалисты, владеющие знаниями и навыками как по основному профилю подготовки, так и по широкому кругу смежных областей (схемотехника, конструирование, биотехнология, программирование и т.п.). С этими тенденциями хорошо согласуется объединение кафедр «Конструирования и технологии радиоэлектронных средств» и «Биомедицинской инженерии» и образование на их основе кафедры «Биомедицинских и электронных средств и технологий».

Объединение кафедр позволило по новому подойти к проектированию учебных планов следующего поколения, отвечающих требованиям образовательных стандартов и допускающих введение общих и взаимодополняющих дисциплин из обоих направлений, по которым ведётся подготовка на кафедре. Такая интеграция хорошо отвечает новым задачам подготовки кадров.

В рамках основных образовательных программ подготовки бакалавров по направлениям «Конструирование и технология электронных средств» и «Биотехнические системы и технологии», как и в любых других образовательных программах технического профиля, изучаются дисциплины гуманитарного, социально-экономического, естественно-научного и профессионального циклов.

При разработке интегрированных учебных планов необходимо предусмотреть возможность изучения части дисциплин обоих направлений подготовки в общем потоке. Поточно могут излагаться почти все дисциплины гуманитарного и социально-экономического циклов, значительная часть естественно-научных дисциплин и некоторые общетехнические. Это, помимо решения образовательных задач, приведёт к экономии денежных средств университета и оптимизации организации учебного процесса на кафедрах. Пример такого объединения приведён в таблице 1.

Очевидно, что специальные и узкоспециальные дисциплины обоих направлений должны изучаться раздельно. Тем не менее, ознакомление с их содержанием в упрощённом и обобщённом виде студентов параллельного направления отвечает поставленным выше задачам подготовки высококвалифицированных кадров.

Таблица 1 - Поточные дисциплины интегрированного учебного плана

Гумани-тарные дисциплины	Естественно-научные дисциплины	Профессиональные дисциплины
Иностранный язык		
История, философия, экономика		
Математические дисциплины		
Физика		
Химия, экология		
Биология, физиология, биотехника		
Информатика		
Общетехнические дисциплины		
Схемотехнические дисциплины		
Конструкторские дисциплины		
Технологические дисциплины		

Поэтому целесообразна разработка и введение в учебные планы дополнительных дисциплин смежного направления. Например, в учебный план по направлению «Конструирование и технология электронных средств» в цикле базовых дисциплин могут быть введены курсы: «Биофизические основы живых систем», «Биомедицинские и биотехнические системы», а в учебный план по направлению «Биотехнические системы и технологии» – «Основы конструирования и технологии электронных средств», «Компьютерное сопровождение жизненного цикла электронных средств» и т.п.

Наряду с дисциплинами учебного плана, существенный вклад в повышение качества подготовки выпускников вносят практики. Общая цель всех практик – закрепление теоретического материала на разных этапах обучения. В соответствии с задачами практики обычно подразделяются на учебные и производственные (рис. 1); и те и другие могут выполняться как в университете, так и на предприятиях. При этом задания на практику могут включать решение задач смежного направления подготовки.

**Рисунок 2** - Виды практик

Ознакомительные, профильные и преддипломную практики целесообразно проводить в конце учебного года (по направлению «Биотехнические системы и технологии» – в лечебных учреждениях города и области, а по направлению «Конструирование и технология электронных средств» – на предприятиях, занимающихся разработкой и производством электронных средств), а исследовательские – одновременно с теоретическим обучением в течение семестра (как в вузе, так и на предприятиях и в организациях).

В заключение отметим, что поскольку при детальной разработке интегрированных учебных планов должна быть обеспечена логически обоснованная последовательность изучения дисциплин и выполнение требований образовательных стандартов, целесообразно использование методики, предложенной в [2].

Библиографический список

1. Рогозин, Д.М. Прыжок в шестое поколение. Российская газета. 28.03.2014. (<http://www.rg.ru/2014/03/28/rogozin.html>).
2. Дмитриев, В.Б. Структурно-логическая форма представления учебных планов высшего профессионального образования. / В.Б. Дмитриев, С.В. Шумарин // «Открытое образование», №6. 2013 – с.10-15.

Dmitriev V.B., Shumarin S.V.

Vladimir State University named after Alexander. and Nicholay Stoletovs

The problems of the development of related curricula of bachelor in areas of "Design and technology of electronic equipment" and "Biotechnical Systems and Technologies" in the Vladimir State University to meet modern challenges of training.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ МЕДИЦИНСКОЙ ФИЗИКИ В МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА

Черняев А.П.^{1,2}, Борщеговская П.Ю.¹, Близнюк У.А.², Варзарь С.М.¹, Розанов В.В.¹, Николаева А.А.¹

1 - Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Россия

2 - НИИЯФ имени Д.В. Скobelьцына МГУ имени М.В. Ломоносова, Россия

varzar@physics.msu.ru

Применение последних достижений ядерной и ускорительной физики в медицине является одним из эффективных направлений развития методов лечения и диагностики заболеваний. Особенно заметна роль ядерно-физических технологий в области онкологии.

В 2009 году в РФ стартовала Национальная онкологическая программа, которая рассчитана до 2015 года. Несмотря на значительное переоснащение российских медицинских центров новейшими аппаратами в последние годы, количественные показатели, нормированные на число жителей страны, до сих пор значительно отличаются от показателей других стран. Так в России один медицинский ускоритель приходится примерно на 1.5 млн. жителей, а в США и в странах Европейского союза – на 80 тыс. и 100 тыс. человек соответственно. В мире лучевую терапию проходят 70% онкологических больных, а в России - около 30% больных, причем в большинстве случаев на кобальтовых источниках.

Выполненные оценки показывают, что для достижения показателей, близких к европейским, в России необходимо около 1000 ускорителей электронов и 30 ускорителей для протонной лучевой терапии (для примера в Германии планируется построить до 20 таких центров), а также 4 центра ионной лучевой терапии. В диагностическом оборудовании на данный момент потребности примерно составляют: гамма – камеры – 300, КТ – 140, ПЭТ – 100, МРТ -1400.

Основная проблема, тормозящая развитие в данном направлении, связана с отсутствием специалистов, которые смогут работать на поставляемом оборудовании. В первую очередь речь идет о медицинских физиках, которые отвечают за обеспечение требований точности при подведении лечебной дозы радиации к опухоли с минимальным поражением соседних здоровых тканей, за гарантию качества и безопасность лучевого лечения.

В настоящее время в 140 отделениях лучевой терапии онкологических клиник России имеется около 300 штатных сотрудников, исполняющих обязанности медицинских физиков, хотя по европейским показателям, стране необходимо 1500 квалифицированных медицинских физиков, т.е. в 5 раз больше. Проблемой является не только отсутствие соответствующих штатных единиц, но и квалификация специалистов, которые могут их занимать.

Понимание этого имеется и в медицинских, и в научно-образовательных кругах. Лидерами подготовки медицинских физиков в России являются физический факультет Московского университета и НИЯУ МИФИ, где целевые учебные программы развиваются с 1990-ых годов.

Специальная подготовка студентов МГУ осуществляется на двух кафедрах: на кафедре медицинской физики и кафедре физики ускорителей и радиационной медицины. На кафедре физики ускорителей и радиационной медицины она начинается в середине третьего курса и продолжается 3 года в течение 6 семестров. В течение первых пяти из них студенты осваивают теоретический материал, занимаются в специальном практикуме и выполняют научно-исследовательскую работу, а в заключительном семестре полностью сосредоточены на написании дипломной работы. Рабочие планы кафедры включают 19 оригинальных спецкурсов по дисциплинам специализации. Часть лабораторных заданий студенты выполняют на действующем клиническом оборудовании.

Отличительной чертой учебного плана кафедры является летняя учебная практика по медицинской физике. Практика проводится в течение 14 дней в Дубне на базе Объединенного института ядерных исследований и филиала НИИЯФ МГУ. План практики составлен таким образом, чтобы за время ее прохождения студенты получили базовые знания по медицинской физике и были подготовлены к изучению на старших курсах более сложных дисциплин. Также в ходе практики у студентов есть уникальная возможность посетить научные лаборатории, реактор, циклотрон, синхрофазотрон и все другие ускорители, работающие в Дубне. По итогам практики студенты сдают зачет в виде выполнения курсовой работы. Дипломные работы студенты кафедры выполняют в МГУ и исследовательских центрах Москвы и Московской области: физический

факультет МГУ, НИИЯФ МГУ, ФФМ МГУ, ИТЭФ, МНИОИ им. П.А.Герцена, РОНЦ им. Н.Н.Блохина, ПГМУ им. И.М. Сеченова, ОИЯИ, ИФВЭ (Протвино), ГНЦ «Институт биофизики», РНЦРР и других.

С весны 2014 года Московский университет совместно МНИОИ им. П.А.Герцена при поддержке компаний «МСМ-Медимпекс» и «Elekta» организует краткосрочные курсы повышения квалификации «Физика радиационной медицины». Основной целью курсов является совершенствование профессиональных компетенций специалистов различных регионов России и стран СНГ, работающих на высокотехнологичном медицинском оборудовании и обеспечивающих физико-математическое или инженерно-техническое сопровождение ядерной медицины, лучевой терапии и диагностики.

Обучение осуществляется преподавателями Московского университета в сотрудничестве со специалистами Московского научно-исследовательского онкологического института имени П.А. Герцена, компании «МСМ-Медимпекс» и компании «Электа». Занятия проводятся на базе Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В. Скobelевы МГУ и Московского научно-исследовательского онкологического института имени П.А. Герцена. Программа курсов включает лекции, семинары, практические занятия в учебных и научно-исследовательских лабораториях, практикум на системах лучевого планирования, практические занятия в клинических отделениях и лабораториях. Количество часов, отводимых на практические и теоретические занятия, примерно одинаково. Практикум в учебных и научно-исследовательских лабораториях МГУ направлен на закрепление теоретических знаний по разделам программы. Практические занятия по клинической дозиметрии и гарантии качества в клинических отделениях и лабораториях организованы в МНИОИ имени П.А. Герцена и направлены на освоение навыков практической работы на действующем высокотехнологичном медицинском оборудовании.

На протяжении более 15 лет кафедра физики ускорителей и радиационной медицины Физического факультета сотрудничает с Факультетом фундаментальной медицины МГУ имени М.В. Ломоносова. Заведующий кафедрой Черняев А.П. читает курс лекций по общей физике, сотрудники кафедры проводят семинарские занятия для студентов – медиков. В 2012 году студенты первого курса ФФМ имели возможность выполнить задачи атомного и ядерного практикумов.



Рисунок 1 – Занятия студентов

В 2013 году благодаря совместному сотрудничеству кафедры физики ускорителей и радиационной медицины и компании «МСМ-Медимпекс» в ядерном практикуме были установлены две системы планирования лучевого лечения онкологических заболеваний Monaco и Xio, широко используемые в клиниках России и стран Европы. Для построения плана облучения необходима согласованная работа врача, очерчивающего интересующую область на томографических снимках пациента, и медицинского физика, планирующего ход облучения. Уже начиная со второго курса студенты кафедры имеют возможность осуществлять практические занятия на этих системах, осваивать их для дальнейшей работы в ведущих медицинских центрах страны. Также слушатели курсов повышения квалификации имеют возможность выполнять практические занятия на данных системах планирования.

Кафедра физики ускорителей и радиационной медицины Физического факультета планирует организовать совместные практические занятия для студентов физического факультета и факультета

фундаментальной медицины на системах лучевого планирования, установленных на физическом факультете МГУ. Предполагается таким образом смоделировать реальную ситуацию совместной работы врача и физика в клинике. Студент-медик будет осуществлять оконтуривание интересующего объема на различных срезах, полученных с помощью томографии, студент-физик будет планировать облучение, искать наилучшие направления облучения, варьировать энергию и количество фракций для достижения оптимального плана лечения.

В 2014 году для обучения студентов Московскому университету фирмой ELEKTA и компанией «МСМ-Медимпекс» предоставлен учебный ускоритель ElektaSynergy (линейный ускоритель электронов с максимальной энергией до 18 МэВ, мощностью 110 кВ). Запуск ускорителя, оснащенного системами планирования, позволит создать первый в восточной Европе центр подготовки радиационных медицинских физиков.

PERSPECTIVES OF TRAINING IN THE FIELD OF MEDICAL PHYSICS IN LOMONOSOV MSU

Chernyaev A.P.^{1,2}, Borschegovskaya P.Yu¹, Bliznyuk U.A.², Varzar S.M¹, Rozanov V.V¹, Nikolaeva A.A.¹

¹ - Physical Department, M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

² – Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia.

varzar@physics.msu.ru

The article gives a brief history of the current application of medical accelerators and other nuclear-physics devices in the world and, in particular, in Russia. The problem of having a growing number of experts in the field of medical physics is considered. Special training program which takes place at the Physics Department of Lomonosov Moscow State University for students and postgraduates in the field of medical physics is described. Department of Accelerators and Radiation Medicine plans to organize joint lessons for students of the Faculty of Physics and Faculty of Fundamental Medicine. During these lessons, it is expected that they will work on radiation planning systems installed in the Physics Department of Lomonosov Moscow State University.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ МЕДИКО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ НА ФАКУЛЬТЕТЕ «БИОМЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА» МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА

Аполлонова И.А., Войнова Н.А., Николаев А.П.

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана,

apollonova-i@bmstu.ru, voinova@bmstu.ru, apnikolaev@yandex.ru

Общепризнанным считается, что образовательный процесс не только является теоретической учебной составляющей при освоении выбранной профессии, но и закрепляет навыки организаторской деятельности, культурные, социальные, личностные, творческие компетенции, служит фундаментом, а часто и трамплином, как для профессионального роста, так и для общественного позиционирования [1].

Почти два столетия в Московском государственном техническом университете имени Н.Э. Баумана (МГТУ имени Н.Э. Баумана) реализуется так называемый «русский метод обучения», когда получение теоретических знаний сопровождается приобретением практических навыков на всем протяжении учебного процесса [2]. Эта форма обучения позволила России получить высококвалифицированных специалистов, в значительной степени определивших инженерный потенциал страны, внести большой вклад в развитие российской науки и техники, в создание наиболее наукоемких областей промышленности: машиностроительной, приборостроительной, аэрокосмической, атомной, оборонной, – а также в сферу информационных технологий.

Основой подготовки в МГТУ им. Н.Э. Баумана выступает гармоничное сочетание естественнонаучного, технического и гуманитарного образования с высоким уровнем практического обучения в ведущих областях науки и техники и непосредственным участием студентов в научных исследованиях и разработках Университета.

Основная образовательная программа (ООП) по направлению подготовки «Биотехнические системы и технологии» разработана в порядке, установленном МГТУ им. Н.Э. Баумана, с учетом требований федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» [3], федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по данному направлению подготовки [4], на основе Указа Президента Российской Федерации от 01.07.2009 г. № 732 и законодательного права самостоятельно устанавливать образовательные стандарты и требования в результате утверждения в отношении МГТУ им. Н.Э. Баумана категории «Национальный исследовательский университет техники и технологий» [5], а также с учетом требований объединения вузов по университетскому политехническому образованию, методического управления и научно-методического совета МГТУ им. Н.Э. Баумана, методической комиссии Первого Московского государственного медицинского университета

им. И.М. Сеченова Минздрава Российской Федерации и учебно-методической комиссии факультета «Биомедицинская техника» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Отдельное место в ООП занимают производственные практики. Медико-техническая практика входит в цикл «Учебные и производственные практики» и базируется на освоении знаний, умений и навыков, полученных в результате освоения дисциплин первых четырех семестров. Прохождение данной практики необходимо как предшествующее для следующих дисциплин: «Узлы и элементы биотехнических систем», «Технические методы диагностических исследований и лечебных воздействий», «Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы» и др.

Методические подходы, выработанные на факультете «Биомедицинская техника», позволяют в короткие сроки не только закрепить профессиональные компетенции будущего бакалавра в области медицинского приборостроения, но и развить его общекультурные, познавательные, творческие и социально-личностные компетенции.

Именно поэтому медико-техническая практика, как первая практика по учебному плану, предлагается для получения навыков реальной практической инженерной и научно-исследовательской деятельности в лабораторных, клинических и производственных условиях путем непосредственного участия бакалавров в решении клинических, научно-исследовательских, эксплуатационных, производственных и научно-технических задач с раскрытием индивидуальных склонностей и способностей учащихся. Кроме того, бакалавры должны познакомиться со структурой, организацией, условиями работы, материально-техническим оснащением лечебно-профилактических учреждений различного уровня, предприятий, научно-исследовательских институтов и центров медико-технического профиля.

Указанные требования позволяют определить многопрофильные лечебно-профилактические учреждения (ЛПУ) в качестве предпочтительного места проведения медико-технической практики. Однако для того, чтобы не перегружать коллектив клиники, а также для участия будущих бакалавров в НИОКР, в качестве базы практики целесообразно использовать не только ЛПУ, но и другие учреждения в области медицинского приборостроения.

Для студентов факультета «Биомедицинская техника» МГТУ им. Н.Э. Баумана местом прохождения медико-технической практики были выбраны Городская клиническая больница (ГКБ) № 1 имени Н.И. Пирогова и следующие структурные подразделения Университета: Учебно-научный медико-технологический центр (УНМТЦ), Научно-исследовательский институт биомедицинской техники (НИИ БМТ) и Научно-исследовательский и испытательный центр биометрической техники (НИИЦ БТ).

Опыт проведения медико-технической практики показал, что перечень следующих лечебно-диагностических подразделений ГКБ № 1 имени Н.И. Пирогова является оптимальным:

- Отделение ультразвуковой диагностики;
- Отделение переливания крови;
- Отделение гемодиализа;
- Хирургическое отделение;
- Отделение реанимации и интенсивной терапии;
- Отделение компьютерной томографии, магнито-резонансной томографии;
- Отделение ангиографии;
- Рентгенодиагностическое отделение;
- Офтальмологическое отделение;
- Оториноларингологическое отделение;
- Клинико-диагностическая лаборатория;
- Отделение функциональной диагностики;
- Эндоскопическое отделение;
- Физиотерапевтическое отделение;
- Центральное стерилизационное отделение;
- Аптека.

Проведение практики должно осуществляться в соответствии с нормативными документами образовательного учреждения. Для МГТУ им. Н.Э. Баумана такими документами являются учебный план, программа практики, приказ по Университету, договор с ГКБ № 1 имени Н.И. Пирогова и положение о медико-технической практике на факультете «Биомедицинская техника». Руководство практикой на местах осуществляется ответственными за проведение практики от Университета и ГКБ № 1 имени Н.И. Пирогова.

В результате прохождения медико-технической практики обучающиеся приобретают следующие практические навыки, умения и профессиональные компетенции:
умеют:

- анализировать результаты диагностических исследований;
- обосновывать необходимость проведения инструментальных и основных лабораторных методов обследования;
- анализировать особенности материально-технического оснащения различных отделений ЛПУ;

СЕКЦИЯ 9

316 Актуальные вопросы высшего образования в области биомедицинской инженерии и экологии

- анализировать функциональные особенности медицинской техники, ее основные технические характеристики (паспортные данные), их преимущества и недостатки, а также экономические показатели;
- проводить сравнительный анализ отечественной медицинской техники с зарубежными аналогами;
- анализировать данные общего осмотра пациента и анамнеза для выбора необходимой лечебно-диагностической процедуры под руководством врачебного персонала ЛПУ;
- анализировать данные инструментальных и лабораторных методов обследования;

владеют:

- навыками выбора медицинских приборов и аппаратов и их параметров для применения в конкретном лечебно-диагностическом процессе;
- навыками ввода медицинской техники в эксплуатацию;
- навыками контроля технического состояния изделий медицинской техники перед использованием;
- навыками выбора вида технического обслуживания (периодического или текущего), объема и технологической последовательности регламентных работ и ремонта медицинской техники;
- навыками снятия медицинской техники с технического обслуживания;
- навыками ведения журнала технического обслуживания медицинской техники;
- навыками планирования и проведения экспериментов и обработки их результатов;
- навыками разработки специализированного программного обеспечения для отдельных узлов и модулей медицинской техники;
- навыками совместной производственной работы в группе.

Общая трудоемкость медико-технической практики составляет 4 зачетные единицы, или 144 часа. Распределение по видам производственной работы и формам текущего контроля представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Виды производственной работы и формы текущего контроля, предусмотренные программой медико-технической практики в МГТУ им. Н.Э. Баумана

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды производственной работы на практике, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля
		Педаго- гическая	Производ- ственная: клиничес- кая, медико- техническая	Научно- исследова- тельская	Самосто- ятельная	
1	Инструктаж по технике безопасности и охране труда	2	–	–	–	Собеседование
2	Ознакомление со структурой, организацией, условиями работы, материально-техническим оснащением ЛПУ различного уровня. Изучение основных нормативных документов, регламентирующих деятельность лечебно-профилактических учреждений	16	–	–	–	Собеседование
3	Работа студентов в структурных подразделениях многопрофильной клиники по техническому обслуживанию и ремонту изделий медицинского назначения. Сбор экспериментальных данных. Выполнение индивидуальных заданий.	–	70	16	–	Собеседование и контроль производственной работы
4	Работа над индивидуальным заданием. Обработка и систематизация полученных экспериментальных данных; обзор медицинской и научно-технической литературы.	–	–	–	28	Контроль содержания рабочих материалов
5	Ведение дневника практики	–	–	–	8	Контроль содержания дневника

6	Обработка и анализ полученной информации, подготовка отчета по практике	–	–	–	4	Контроль содержания отчета, зачет
	Всего – 144 часа	18	70	16	40	

Во время прохождения медико-технической практики студенты изучают медицинские приборы, аппараты и системы, анализируют методики проведения измерений физиологических параметров, осуществляют первичную обработку и первичную или окончательную интерпретацию полученного материала. Обязательным элементом работы является сравнение используемого метода исследования физиологических параметров организма с альтернативными методами, описанными в научно-технической литературе, а также определение погрешности проводимых измерений.

Самостоятельной работе на практике отводится не меньшее значение, чем групповой. Бакалавру следует обращать внимание на постановку и обоснование актуальности исходной задачи, работу со специальной литературой. Бакалавр должен получить навыки работы с медицинской техникой, ознакомиться с ее техническими характеристиками, собрать необходимый материал для выполнения выданного в первый день практики индивидуального задания и написания итогового отчета.

Все материалы, собранные студентами в процессе прохождения медико-технической практики, заносятся в отчет по практике. Объем отчета – 25-30 страниц машинописного текста.

Ответственный за практику организует учет и ежедневный контроль посещаемости студентами рабочих мест. Рубежный контроль по посещаемости, содержанию дневника практики и выполнению 50 % индивидуального задания проводится ответственным за практику на второй неделе прохождения практики. Еженедельно подгруппы отчитываются выступлениями с презентациями перед всей учебной группой в УНМТЦ МГТУ им. Н.Э. Баумана, где демонстрируют все полученные в отделениях ЛПУ знания, умения и профессиональные компетенции. Итоговый контроль осуществляется по окончании практики на четвертой неделе в виде зачета с дифференцированной оценкой.

Опыт проведения медико-технической практики на факультете «Биомедицинская техника» показал, что такая организация практики позволяет обеспечить освоение как общекультурных, так и профессиональных компетенций в полном объеме и в короткие сроки.

Библиографический список

1. Архипова Н.В., Медведев В.Е. О целеполагании в образовательном процессе // Наука и образование: электронное научно-техническое издание. Эл № ФС 77-48211. – 2012. – № 5. URL: <http://technomag.edu.ru/doc/370538.html>
2. Волчекевич Л.И., Волчекевич И.Л. Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана: История и современность. – М.: Изд-во МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2005. – 312 с.
3. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 03.02.2014) «Об образовании в Российской Федерации».
4. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования Российской Федерации по направлению подготовки 20100 «Биотехнические системы и технологии» квалификация (степень) бакалавр, утвержденный приказом Министерством образования и науки от 22 декабря 2009 года № 806.
5. Собственный образовательный стандарт МГТУ им. Н.Э. Баумана по направлению подготовки 20100 «Биотехнические системы и технологии», квалификация (степень) бакалавр.

METHODOLOGICAL ASPECTS OF ORGANIZATION OF MEDICAL-TECHNICAL PRACTICE AT BAUMAN TECHNICAL UNIVERSITY'S "BIOMEDICAL EQUIPMENT" DEPARTMENT

Apollonov I.A., Voinova N.A., Nikolayev A.P.

Bauman Technical University, Moscow apollonova-i@bmstu.ru, voinova@bmstu.ru, apnikolaev@yandex.ru

The paper discusses methodological aspects of medical-technical practice included in the curriculum for the bachelor in Biotechnical Systems and Technologies. The peculiarities of carrying out the practice in the Biomedical Engineering department of Bauman Moscow state technical university are analyzed. Forms of production work and current control organization specified in the program of medical-technical practice are considered.

РОЛЬ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТА

Тахаан О.

Владимирский Государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, oslev@yandex.ru

Мультимедийные технологии (МТ) становятся неотъемлемой частью профессиональной деятельности эффективного педагога. Меняется и роль педагога в информационной культуре — он должен стать координатором информационного потока. Следовательно, педагогу необходимо владеть современными методиками и новыми образовательными технологиями, чтобы общаться на одном языке со студентом. [1]

МТ основанные на одновременном использовании различных средств представления информации и представляющая совокупность приемов, методов, способов и средств сбора, накопления, обработки, хранения, передачи, продуцирования аудиовизуальной, текстовой, графической информации в условиях интерактивного взаимодействия пользователя с информационной системой, реализующей возможности мультимедиа — операционных сред [2].

МТ обогащают процесс обучения, позволяют сделать обучение более эффективным, вовлекая в процесс восприятия учебной информации большинство чувственных компонентов обучаемого.

В настоящее время преподаватели сталкиваются с проблемой снижения уровня познавательной активности учащихся на уроке, нежеланием работать самостоятельно, да и просто учиться. Среди причин того, что студенты теряют интерес к занятиям, безусловно, надо назвать однообразие уроков. Отсутствие повседневного поиска приводит к шаблону в преподавании, а это проявление постоянства разрушает и убивает интерес. Только творческий подход к построению урока, его неповторимость, насыщенность многообразием приемов, методов и форм могут обеспечить эффективность. Существует много способов развития познавательной активности учащихся. Один из способов это применение видеофильмов, мультимедиа технологий, интернет-технологий, которые дают возможность повысить степень активности учащихся в образовательном процессе.

Применение МТ в образовании обладают следующими достоинствами по сравнению с традиционным обучением:

- допускает использование цветной графики, анимации, звукового сопровождения, гипертекста;
- допускает возможность постоянного обновления;
- имеет небольшие затраты на публикацию и размножение;
- допускает возможность размещения в нем интерактивных веб-элементов, например, тестов или задач;
- допускает возможность нелинейность прохождения материала благодаря множеству гиперссылок;
- допускает возможность копирования и переноса частей для цитирования;
- устанавливает гиперсвязь с дополнительной литературой в электронных библиотеках или образовательных сайтах.

С помощью МТ эффективно решаются многие дидактические и воспитательные задачи. Особенно:

- при изучении нового материала, предъявления новой информации;
- при закреплении пройденного, отработки учебных умений и навыков;
- при повторении, практического применения полученных знаний, умений навыков;
- при обобщении, систематизации знаний.

На таких уроках желательно присутствие презентации, но при ее создании необходимо опираться на следующие дидактические принципы:

- ✓ научности;
- ✓ наглядности;
- ✓ доступности;
- ✓ системности и последовательности;
- ✓ сознательности и активности;
- ✓ прочности;
- ✓ связи теории и практики;
- ✓ интерактивности;
- ✓ индивидуализации;
- ✓ перманентности комплексного восприятия информации.

Целью и результатом применения презентации как составляющего компонента дидактической структуры урока является формирование у учащихся знаний, умений и навыков. [1]

Использование специфических особенностей мультимедиа в лекции - визуализации: многооконное представление информации на одном экране с возможностью активировать любую часть экрана; демонстрация моделирования и реально протекающих процессов; «манипулирование» визуальной информацией как в пределах данного экрана, так и в пределах поля предыдущего (последующего) экрана; контаминация (смешение различной аудиовизуальной информации); дискретная подача аудиовизуальной информации создает мощный стимул интереса к изучаемой теме. [3]

Таким образом, использование МТ активизирует процесс преподавания, повышает интерес учащихся к изучаемой дисциплине и эффективность учебного процесса, позволяет достичь большей глубины понимания учебного материала. Новые стандарты предъявляют требования не только к качеству образования, но и к условиям, которые необходимо создать в ВУЗе. Поэтому большинство преподавателей прошли курсы повышение квалификации и готовы к работе с техникой.

Библиографический список

1. Губина Т. Н. Мультимедиа презентации как метод обучения — 2012. — №3. — С. 345-347.
2. Роберт И.В. Толковый словарь терминов понятийного аппарата информатизации образования. — М.: ИИО РАО, 2006.
3. Лаврушина Л.Л. Педагог и мультимедиа: возможности и перспективы развития. www.moimummi.ru/publ/o_multimedia_tekhnologijakh_v_obrazovanii.
4. Liaskos J, Diomidis M. Multimedia technologies in education. www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15460236

ROLE OF MULTIMEDIA TECHNOLOGIES IN TRAINING OF THE STUDENT

Tahaan O.

Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs, oslev@yandex.ru

Multimedia is the combination of visual and audio representations. Interactive multimedia and hypermedia consist of multimedia applications that the user has more active role. Education is perhaps the most useful destination for multimedia and the place where multimedia has the most effective applications, as it enriches the learning process. Multimedia both in nursing education and in medical informatics education has several applications as well.

**CALS ТЕХНОЛОГИИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ
НА КАФЕДРЕ БЭСТ ВЛГУ**

Долгов Г.Ф.

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, dolgov@vlsu.ru

ФГОС ВПО по направлению подготовки 201000 Биотехнические системы и технологии [1] определяет объект профессиональной деятельности бакалавров. В этот список входят: приборы, системы, комплексы; системы автоматизированного проектирования; системы проектирования, технологии производства и обслуживания биомедицинской техники. В стандарте указаны виды профессиональной деятельности, в их числе проектно-конструкторская, и производственно-технологическая. Бакалавр должен решать профессиональные задачи, связанные с: проектно-конструкторской деятельностью; расчетом и проектированием деталей, компонентов и узлов с использованием средств автоматизации проектирования; разработкой проектной и технической документации и другой деятельностью. Всему этому выпускник школы должен научиться всего за 4 года. Для педагогического коллектива учебного заведения, да и для будущего бакалавра задача довольно сложная. Без применения современных автоматизированных систем добиться выполнения требований образовательного стандарта не возможно. Кроме всего прочего необходимо, чтобы будущий бакалавр был востребован на рынке труда и легко адаптировался к трудовой деятельности, а это возможно только в том случае, если он в полной мере владеет системами автоматизированного проектирования, используемыми на предприятиях.

Чтобы за ограниченное время подготовить бакалавра, полностью отвечающего требованиям ФГОС, необходимо с первых дней обучения готовить его к решению практических задач с использованием современных САПР.

В процессе схемотехнической подготовки студенты в соответствующих дисциплинах («Основы электроники», «Аналоговая и цифровая электроника») изучают Multisim, Proteus и пр., что позволяет осваивать основные схемотехнические законы, проводить моделирование работы электрических схем классических устройств, создавать оригинальные электрические схемы для решения своих задач. При изучении микропроцессорной техники большая роль отводится системе Proteus, в которой студенты не только моделируют электрические сигналы, но и учатся писать программы для микроконтроллеров и овладевать навыками компоновки ячеек и трассировки печатных плат.

В процессе конструкторской деятельности студенты овладевают навыками оформления чертежей, проектирования деталей различного назначения (от деталей несущих конструкций до печатных плат), моделирования поведения устройств при различных дестабилизирующих факторах и защиты создаваемых приборов от механических, тепловых, электромагнитных и других воздействий.

При решении конструкторских задач в настоящее время существует множество программ для компьютеров, но зачастую они предназначены для решения отдельных конкретных задач и совершенно не связаны друг с другом. Одновременно существуют программные комплексы, которые позволяют решать различные конструкторские задачи и могут экспортировать и импортировать данные в другие программные комплексы, нацеленные на решения схемотехнических, конструкторских и технологических задач. При подготовке чертежей в КБ организаций РФ широко применяются системы КОМПАС, SolidWorks. Интерфейс и команды этих систем очень похожи, они могут передавать данные друг другу. Достоинства системы КОМПАС состоит в ее «привязке» к национальным стандартам ЕСКД, куда входят государственные стандарты 2-й группы (ГОСТ 2.ХХХ). Хотя в системе КОМПАС имеются библиотеки, позволяющие рассчитывать отдельные детали и сборочные единицы, но из-за значительного ограничения таких расчетов КОМПАС относят к CAD системам. Знакомство студентов с системой КОМПАС происходит при изучении дисциплины «Инженерная и компьютерная графика», а также при освоении вопросов, относящихся к начертательной геометрии. Студенты имеют возможность вручную решить задачу из начертательной геометрии и проверить ее решение через 3D моделирование. При этом у студентов значительно развивается пространственное воображение, необходимое при разработке конструкций приборов.

Современная система SolidWorks была образована путем слияния CAD системы SolidWorks и CAE системы COSMOS. В настоящее время ее относят к CAD/CAE системам. Кроме 3D и 2D моделирования она позволяет проводить моделирование различных полей, описываемых уравнениями в частных производных. Ее студенты используют при моделировании механических, тепловых, электромагнитных полей. Основное достоинство этой системы в ее многофункциональности и легкости освоения. Поэтому, большинство КБ ее используют как основную. Большая часть лабораторных и практических занятий в дисциплинах конструкторской подготовки строится с использованием этой системы. Основные задачи, которые решаются на занятиях – оценка прочности, жесткости и устойчивости деталей как при стационарной силовой нагрузке, так и при вибрационных и ударных воздействиях; оценка температуры перегрева прибора при естественном и принудительном охлаждении и др. Значительная роль ложится на систему SolidWorks при проектировании тары, в которой транспортируется разработанный прибор. Тара должна обеспечивать защиту как от механических, так и от климатических воздействующих факторов и система SolidWorks успешно оценивает все возникающие при этом нагрузки в зависимости от конструкции тары.

CAE системы ANSYS, NASTRAN, Pro/Ingeneer в бакалаврской подготовке не рассматриваются из-за их большей сложности при освоении, но в магистратуре такая возможность может быть реализована. При выполнении ВКР бакалавра выпускники могут использовать указанные CAE системы, осваивая их самостоятельно, но рекомендуется указанные системы применять только студентам, отлично освоившим SolidWorks.

Что касается проектирования ячеек ЭС, представляющих печатную плату с элементами, то кроме Proteus и других систем, основная роль ложится на изучение Altium Designer. Данная система позволяет проводить компоновку ячеек и трассировку печатных плат, в том числе многослойных. Многие КБ используют у себя эту систему. Достоинства ее заключаются еще и в том, что она формирует исходный файл данных для установки поверхностного монтажа, которая имеется на кафедре БЭСТ, и на которой студенты проводят лабораторные работы.

Учебный план подготовки строится таким образом, чтобы осуществлялась непрерывность изучения САПР и к итоговой квалификационной работе студенты подошли хорошо освоившими рассмотренные выше системы. При выполнении ВКР бакалавра часть студентов выходит на защиту ВКР с действующими макетами, которые студенты разрабатывают с использованием описанных САПР и изготавливают в лаборатории поверхностного монтажа кафедры.

Ставка на освоение современных САПР в процессе подготовки бакалавров, изучение которых идет непрерывно по принципу от «простого к сложному» позволяет за 4 года подготовить высококвалифицированных бакалавров, востребованных на рынке труда.

Библиографический список

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 221000 Биотехнические системы и технологии (квалификация (степень) «бакалавр»). М.: М-во образования и науки Российской Федерации, 2009. – 29 с. URL: <http://umo.eltech.ru/assets/files/fgos-vpo/201000-biotekhnicheskie-sistemy-i-tehnologii/bakalavry/vgos-vpo.pdf> (дата обращения: 10.04.2014).

TECHNOLOGY CALS IN EDUCATIONAL PROCESS OF TRAINING OF BACHELORS ON BEST VLGU CHAIR

Dolgov G.F.

Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletov

In work need of continuous training of bachelors in the direction Biotechnical systems in questions of use of modern systems of the automated design is considered. Is shown how this process will be organized on BEST VLGU chair when studying circuitry and design disciplines. Systems MultySim, Proteus are widely applied at circuitry modeling. During the developing of designs and the analysis of their behavior in the conditions of destabilizing factors use CAD/CAE SolidWorks system, and at configuration and trace of printed-circuit boards – Altium Designer. Continuous studying systems of the automated design in the course of training of bachelors allows to let out the qualified specialists.

СИСТЕМНАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАНА РАЗВИТИЯ ПЕРСОНАЛА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Головина Е. А.

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевич
Столетовых, lena.golovina.81@mail.ru

Потребность в развитии персонала определяется на основании анализа стратегического плана развития предприятия, результатов оценки и аттестации персонала, заявок на обучение персонала от руководителей структурных подразделений предприятия, изменений бизнес-процессов и т.д. Ввиду ограниченности ресурсов предприятия, в основном финансовых средств, выделяемых на развитие персонала, встает задача отбора развивающих мероприятий.

Предлагаемая методика формирования плана развития персонала промышленного предприятия на основе метода многокритериальной экспертной оценки включает следующие этапы:

1. Выявление потребности в развитии персонала на всех уровнях организации (организация в целом, подразделение, сотрудник) в форме верbalного описания мероприятий.
2. На основе верbalного описания мероприятий вводится множество частных критериев их приоритетности, необходимых для анализа полученной информации.
3. Привлекается множество экспертов для оценки значений множества частных критериев.
4. Каждое мероприятие оценивается по частным критериям соответствующим экспертом.
5. Оценивается число частных критериев N .
6. При малом N сразу определяется значение глобального критерия.
7. При большом N множество частных критериев распределяется по группам с учетом верbalного описания.
8. В каждой группе определяются весовые коэффициенты частных критериев.
9. Для каждой группы расчетным путем определяется значение обобщенного группового критерия.
10. Расчетным путем определяется значение глобального критерия.
11. По значениям глобального критерия осуществляется отбор приоритетных мероприятий с целью формирования наилучшего варианта реализации программы развития персонала.

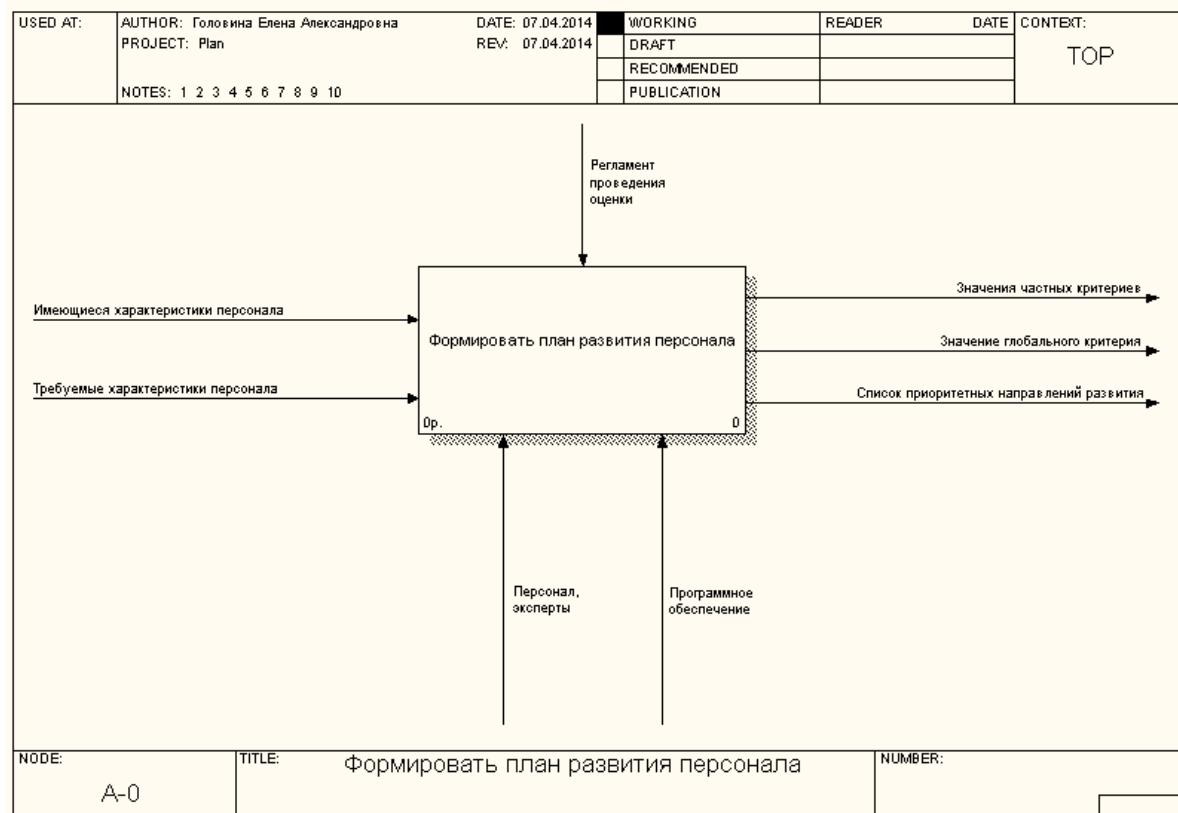


Рисунок 1 - Контекстная IDEF0-диаграмма

Постоянное усложнение производственно-технических и организационно-экономических систем – фирм, предприятий, производств, и др. субъектов производственно-хозяйственной деятельности - и необходимость их анализа с целью совершенствования функционирования и повышения эффективности обусловливают необходимость применения специальных средств описания и анализа таких систем [1].

Описание методики в стандарте IDEF0, или ее системная модель, Иллюстрируется ниже в общем виде. IDEF0 – методология функционального моделирования, являющаяся составной частью SADT и позволяющая описать бизнес-процесс в виде иерархической системы взаимосвязанных функций.

Модель формирования плана развития персонала есть модель системы управления развитием персонала, если модель формирования плана развития персонала может быть использована для получения ответов на вопросы относительно системы управления развитием персонала с точностью А[2].

Цель для модели состоит в следующем: задача отбора приоритетных мероприятий является задачей выбора наилучшего варианта реализации программы развития персонала, решение которой придает ей необходимую ориентацию в рамках приоритетных целей предприятия и, в конечном итоге, определяет наиболее эффективную стратегию их достижения.

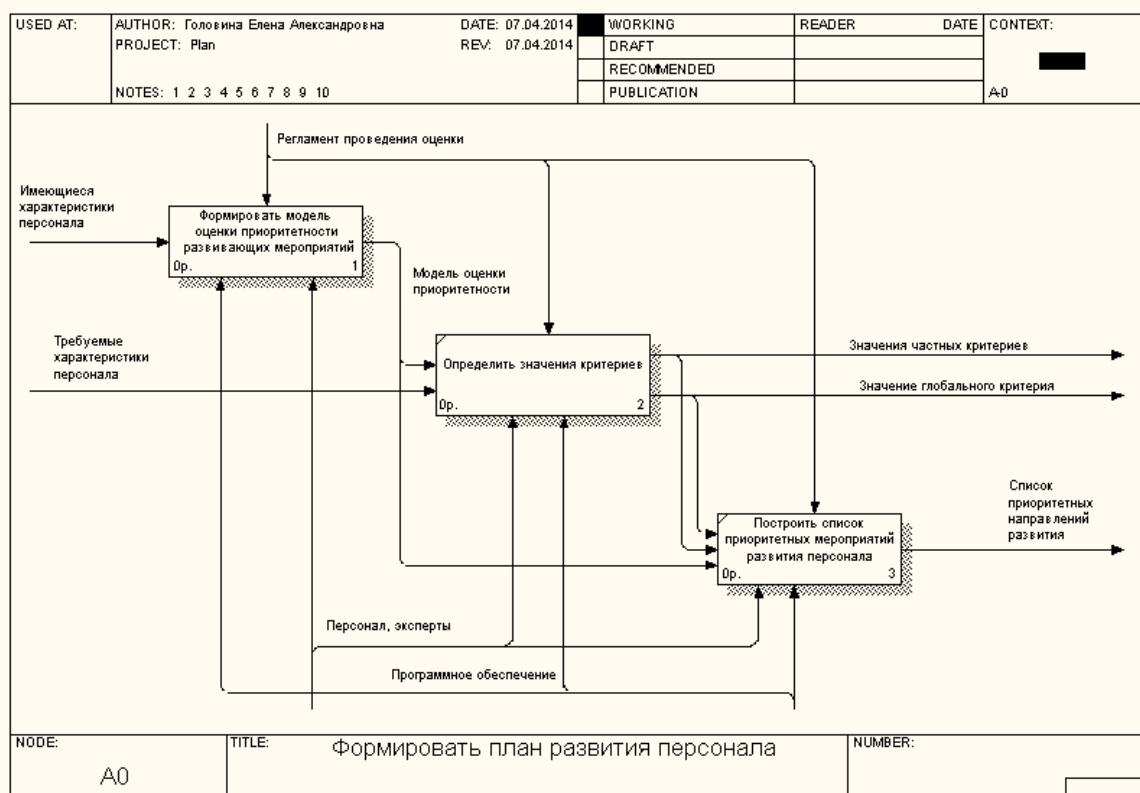


Рисунок 2 - IDEF0-диаграмма первого уровня декомпозиции

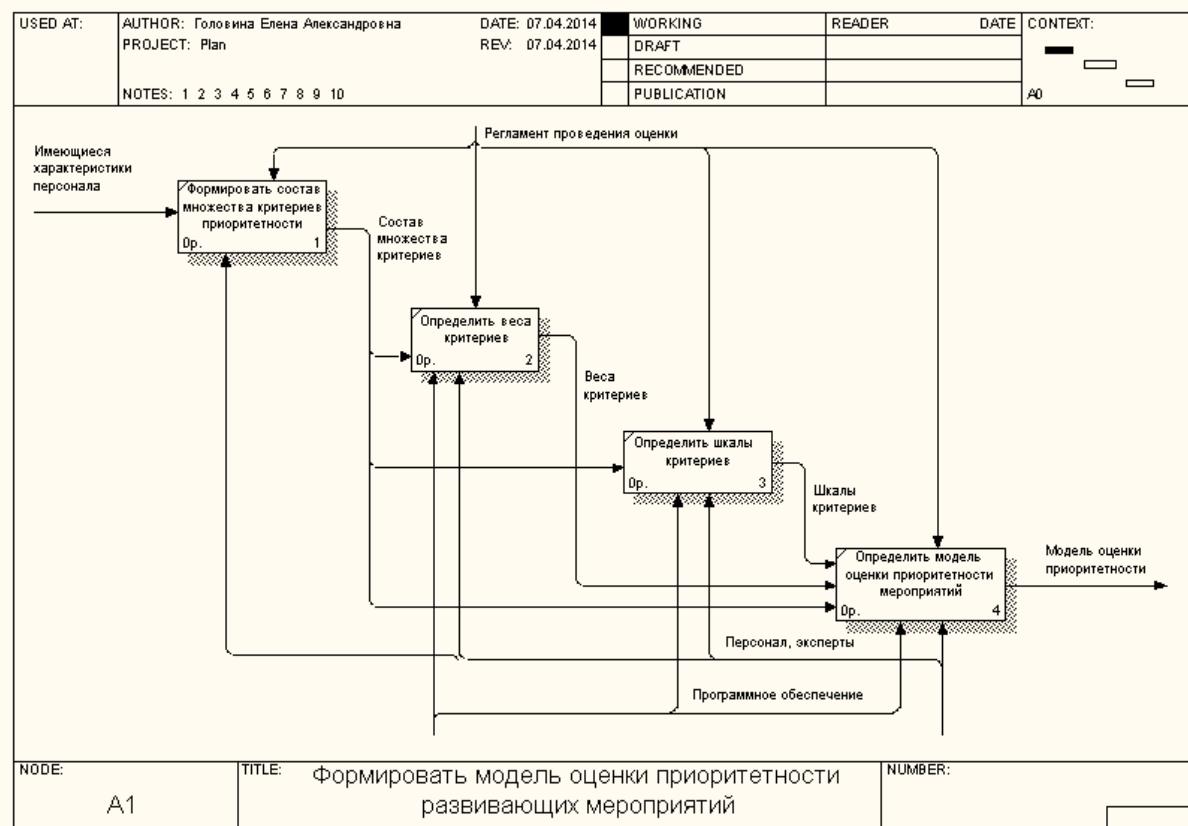


Рисунок 3 - IDEF0-диаграмма второго уровня декомпозиции

Поскольку основная работа по планированию развития персонала связана с процессом управления персоналом, то наилучшей представляется точка зрения начальника управления по работе с персоналом.

Контекстная диаграмма (рис. 1) достаточно очевидна; по ней можно только специально подчеркнуть, что при формировании плана развития персонала фиксируются также значения не только глобального критерия, но

и частных критериев: анализ этих значений позволяет определить, какую роль играет каждый из частных критериев при формировании итогового плана.

IDEF0-диаграмма, отражающая декомпозицию первого уровня, приведена на рис. 2 *IDEF0*-диаграмма, отражающая декомпозицию второго уровня для блока «Формировать модель оценки приоритетности развивающих мероприятий», - на рис. 3. Аналогично выглядят декомпозиция и для других блоков модели.

В статье поставлена задача анализа системы формирования плана развития персонала. Предложено отображать вербальные описания исходных классификаций плана мероприятий множеством частных количественных критериев, для оценки значений которых предлагается проводить многокритериальную экспертизу. На основе многокритериальной экспертной оценки предложена обобщенная методика, позволяющая в единообразной форме оценивать приоритетных мероприятий разнородных составляющих системы управления.

Библиографический список.

1. РД IDEF0 – 2000 Методология функционального моделирования IDEF0
2. Качала В.В. Структурный системный анализ. Часть 1. Функциональное моделирование. – Мурманск, 2000. – 59 с. – (Мурманский государственный технический университет).

SYSTEM MODEL OF FORMATION OF THE PLAN OF DEVELOPMENT OF THE PERSONNEL OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

Golovina E.A.

Vladimir State University named after of Alexander and Nikolai Stoletovs
lena.golovina.81@mail.ru

In the article the task of analysis of the system of formation of the plan of development of the personnel. Asked to display a verbal description of the source classifications plan many private quantitative criteria for the assessment of values which is to be proposed multi-criteria evaluation. Based on multi-criteria expert evaluation of the generalized method, allowing in a uniform manner to assess the priority activities of heterogeneous components of the control system.

ВОСПИТАНИЕ УВЕРЕННОСТИ В СЕБЕ КАК ОСНОВНОЕ КАЧЕСТВО ЛИЧНОСТИ БУДУЩЕГО СПЕЦИАЛИСТА

Зыкова З.Н.

Владимирский государственный университет им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых zykova.zoya@mail.ru

Минобрнауки Российской Федерации предложило ввести еще один критерий в оценке эффективности работы вузов: по числу безработных выпускников. Выпускники вуза не всегда являются востребованными на рынке труда из-за своей неопытности. Благодаря трудовой деятельности человек получает профессиональные навыки, способы и пути успешной деятельности в профессиональной сфере. Для того, чтобы быть успешным, востребованным, выпускник вуза должен обладать основными качествами профессиональной личности, а именно: уверенность в себе.

В специальной литературе исключительная роль отводится рассмотрению условий, препятствующих становлению профессиональной личности будущего специалиста: основные условия – это возникающая неуверенность в себе, которая затрудняет процесс воспитания и осложняет личностное развитие индивида.

Выделяют два вида неуверенности: ситуативная и глобальная. Ситуативная неуверенность проявляется время от времени в общении с другими людьми и лишь в некоторых ситуациях. Есть два варианта решения этой проблемы: избегать встречи с людьми, ситуациями, которые вызывают чувство неуверенности. Если такое решение не вредит карьере или самореализации – то это оптимальное решение. Второй вариант состоит в активном преодолении неуверенности в определенном круге ситуаций, устранении поведенческого дефицита, беспокойства и тревоги, коррекции нерациональных убеждений, связанных с ситуативной неуверенностью. Глобальная неуверенность проявляется, когда человек постоянно чувствует тревогу, неуверенность, скованность в социальных контактах, общении. Решение оказывается более сложным и требующим профессионального подхода, так как приходится решать основную задачу – формирование новых навыков поведения, подкрепляя новыми отношениями к себе и окружающим, на фоне позитивных эмоциональных состояний.

Человек, страдающий от неуверенности в себе, часто испытывает сложности в общении, проявляет несамостоятельность в принятии решений, страдает от нереализованности своих потребностей, испытывает дискомфорт, находясь в компании малознакомых людей, не умеет выражать свои мысли и чувства ясно и четко, не может отстоять свою точку зрения, боится попросить об одолжении, не умеет отказывать. С увеличением числа контрактных студентов в вузе, увеличилось число студентов с заниженной самооценкой и чувством неуверенности.

Специалист с низкой самооценкой может легко потерять уважение в коллективе. В результате он замыкается в себе, страдает от одиночества и постоянных неудач, часто пребывает в подавленном состоянии, испытывает чувство гнева, обиды, зависти, отчаяния и страха. В чем же кроется источник этой проблемы? Чаще всего причины низкой самооценки можно обнаружить в детстве. Неуверенность в себе зарождается в том случае, если ребенку часто приходится сталкиваться с критикой в свой адрес: родители акцентируют внимание на каждом недостатке ребенка, тем самым, заставляя его сомневаться в собственных способностях; родители чрезмерно балуют и опекают своего ребенка. В результате чего он настолько привыкает к родительской заботе, что оказывается не в состоянии принять ни одно решение и постоянно нуждается в одобрении окружающих. Если выпускник вуза желает обладать качествами уверенной в себе личности, то ему придется избавиться от некоторых вредных привычек: во-первых, нужно уметь отпустить свое прошлое, т.к. сосредоточенность на прошлом мешает человеку развиваться; во-вторых, ему необходимо уяснить для себя, что его нравственные приоритеты важнее мнения и оценок окружающих людей; избавиться от чувства долга перед окружающими и не сравнивать себя с другими. Большинство успехов добиваются лишь те люди, которые всегда идут своей дорогой и нацелены на реализацию своих целей, а не на то, чтобы не отставать от кого-то другого.

В современной психологической науке в качестве синонима понятия «уверенность» используется понятие «ассертивность». В переводе с английского слово «Assertion» означает утверждение, защита, отстаивание, соответственно «assertive» означает настойчивый, напористый, утвердительный, когда речь идет о поведении или качествах, которые проявляются в конкретных поступках [1, с.145]

Взрослый сформировавшийся человек может считаться уверенным в себе, если он: может открыть заявить о своих требованиях и желаниях, может сказать твердое «нет» и настоять на этом, если потребуется, может установить контакт с другим человеком, начать разговор или закончить его, если сочтет нужным, может высказать открыто всё, что думает или считает нужным, а т.ч. свои негативные и позитивные чувства.

Наиболее явно асертивность проявляется в речевом поведении человека. Основные признаки асертивности: эмоциональность речи (открытое, спонтанное и подлинное выражение в речи всех испытываемых чувств); экспрессивность и конгруэнтность поведения и речи (ясное невербальное проявление чувств и соответствие между словами и невербальным поведением); умение противостоять, проявляющееся в прямом и честном выражении собственного мнения, без оглядки на мнения и реакции окружающих; использование Я-высказываний; способность к спонтанному выражению, желаний, потребностей. [1, с.146]

Как преодолеть застенчивость и неуверенность в себе? Большой популярностью у студентов пользуется техника преодоления неуверенности в себе: «Идеализированный образ «Я» (ИОЯ), разработанная доктором Дороти Зюскинд (колледж Хантер в университете Нью-Йорка). Цель этой техники-помочь тем, кто страдает от неуверенности в себе и низкой самооценки.

Техника преодоления неуверенности в себе включает в себя следующие этапы: I- предоставить, что у вас есть все знания, умения, навыки, которые вам хотелось бы иметь; II- мысленные сравнение свое «Я» с реальным. Это позволит определить, что следует изменить свое поведение; III-вспомнить моменты успеха в своей жизни и постараться закрепить эти чувства; IV-перенести чувства в сегодняшний день, что вы будете делать в ближайшем будущем; V- сконцентрируйтесь на идеализированном образе «Я». Все что вы делаете, старайтесь быть похожими на уверенного в себе человека или свое идеальное «Я». ИОЯ - помогает конструктивно изменить свое поведение, выработать реальное позитивное представление о себе и избавиться от неуверенности в себе.

Эффективным является также тренинг уверенности в себе и поведенческой терапии социальных страхов. Цель тренинга: определить стимулы, которые провоцируют неуверенность; выделить наиболее существенные и принципиальные моменты: внешний объект, образ, возникающий в воображении, мысли по поводу ситуации и перспектив ее развития, воспитать необходимые поведенческие навыки в общении. Используются следующие методы: «постепенные нагрузки» (рассказать занимательную историю, разыграть свое первое свидание, публично объясняться в любви); «обесценивание» (преодоление страха и неуверенности в социальных делах, относится к этим делам проще, без невротического придания избыточной важности происходящим событиям); «спонтанные действия» (преодоления неуверенности при коллективном обучении, выступлении т.е. «глаза боятся, а руки делают»); «живой пример смелого поступка» (метод примера); «расслабление» (метод физиологический, через расслабление тела, мы влияем на состояние ума, снятие стресса и т. д.); «понимание» (неуверенность в нужности того или иного действия: пригласить на свидание, записаться на прием к начальнику и т.д.); «осведомленность» , т.е. знание или профессионализм (преодоление неуверенности при устройстве на работу); «дружелюбие» (общение с начальником, подчиненным, с коллегами и т.д.); «самопознание»-человек зачастую неуверен в себе, зависит от мнения других людей. Познать себя значит принять себя таким, каким вы и являетесь, не надо себя стыдиться.

Тренинг и техника преодоления неуверенности в себе способствует преодолению волнений и страхов, которые мешают человеку действовать. Важно помнить что вскрывая свою очередную неуверенность и страх-человек открывает для себя дополнительную возможность стать сильней. Преодолевать страхи и неуверенность в себе – не значит совершать необдуманные поступки, подвергая жизнь опасности. Идти навстречу своим страхам означает - расти, учиться, становиться мудрей, сильней и добрей.

Библиографический список

1. Рогожникова Т. М. Влияние асертивности на эффективность педагогического воздействия/Сборник статей межвузовской конференции «Психология сегодня»- Екатеринбург: РГППУ,2003

THE ESTEEM AS THE MAIN QUALITY OF THE PERSONALITY OF THE FUTURE SPECIALIST

Zykova Z. N.

Vladimir state University. Alexander G. and Nicholas G. Stretovych (VLSU), E-mail zykova.zoya@mail.ru

Self-confidence is one of the personal qualities that enable future specialist to be successful, productive, productive in a common effort, communication, constructive work in a team.



ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИКО-ТЕХНИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Панова А.Д., Струнин Р.М.

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых aleksandra.veln@mail.ru, rspwork@mail.ru

Ни для кого не секрет, что медицина и медицинские технологии развиваются очень быстрыми темпами. В связи с этим, ставится задача о необходимости осуществлять планомерную работу по повышению уровня профессиональных знаний, умений и навыков медицинского персонала в соответствии со стратегией развития учреждения, его кадровой политикой, направлениями и уровнем развития медицинских технологий, техники и организации управления, освоением новых видов услуг, имеющимися ресурсами для достижения и поддержания высокой эффективности труда по оказанию медицинской помощи.

На сегодняшний день, эта проблема решается при помощи очных (выездных) курсов повышения квалификации, но в этом случае затрачивается большое количество временных и денежных ресурсов. В данной статье рассматривается решение данного вопроса при помощи «Телемедицины» (нового образовательного направления), а так же рассматриваются проблемы связанные с этим методом обучения и пути их решения.

Телемедицина – это новое образовательное направление, базирующееся на дистанционных образовательных технологиях. При помощи телемедицины у обучаемых появляется возможность, помимо изучения постоянно обновляющегося теоретического материала, получить опыт работы с реальными техническими средствами. Обучающиеся могут не только видеть систему глазами обучающегося, но и работать в роли разработчика и преподавателя [3].Основная сложность заключается в том, что телемедицинские центры не могут существовать сами по себе, они обязаны действовать в некой организационной структуре, телемедицинской сети или нескольких сетях. До сих пор не регламентирована оплата услуг врачей и специалистов, которые проводят дистанционное обучение. Не определены процедуры и регламенты взаимодействия с иностранными медицинскими и телемедицинскими центрами, что значительно ограничивает возможности международного сотрудничества.

Существует проблема создания региональных и национальных информационных медицинских систем и баз данных, объединение их с телемедицинскими сетями. Эта проблема пока в нашей стране никем не рассматривается, поскольку даже распространение локальных медицинских информационных систем идет достаточно медленно. Но, зная о трудностях подготовки медицинского персонала и потребности в дополнительном последипломном образовании, можно с уверенностью сказать, что дистанционное образование в медицине сегодня крайне необходимо, и именно поэтому оно сейчас стало востребованным [2].

Рассмотрим структуру системы дистанционного образования, сравнение различных элементов ДО, проблемы и пути их решения.

Сегодня телемедицинские технологии применяются для:

- удаленной диагностики и консультирования, неотложной экспертной помощи в трудных медицинских случаях;
- медицины катастроф, для получения быстрого доступа к квалифицированной медицинской помощи в труднодоступных местах либо местах с разрушенной инфраструктурой;

- наблюдения и консультирования больных после сложных оперативных вмешательств;
- дистанционного медицинского обучения.

Дистанционное обучение в рамках телемедицины сегодня включает в себя:

- обучение студентов-медиков и медперсонала, повышение квалификации врачей;
- работу с заочными аспирантами и докторантами;
- семинары для оперативного обмена информацией о новых методах диагностики и лечения, доступной в настоящее время только специализированным учреждениям здравоохранения;
- дистанционную трансляцию операций;
- тренинг пользователей при освоении новых медицинских технологий, оборудования и т.п.;
- получение доступа к услугам централизованных и международных медицинских центров и центров обучения.

Современное телемедицинское решение является сложным комплексом, и включает в себя:

- технические средства доступа в телекоммуникационные сети,
- каналы связи и сетевые средства доступа к ним,
- оборудование видеоконференций,
- цифровое медицинское оборудование, датчики и другие преобразователи медицинской информации в данные для передачи по каналам связи,
- медицинские информационные, экспертно-диагностические системы и базы данных,
- обучающие дистанционные системы.

Стандартный набор оборудования для проведения медицинских видеоконференций, как правило, включает:

- Канал IP или ISDN (не ниже 128 Кбит/с, рекомендуется 256 Кбит/с),
- Компьютер,
- Оборудование ВКС,
- Оборудование и программы ввода, обработки и хранения изображений, кривых ЭКГ и др. (сканер, плата ввода видеосигнала в компьютер, программа обработки и хранения изображений; программа ведения базы данных с записями о пациентах),
- Видеокамера,
- Систему аудиосвязи.

Классификация и краткое описание средств организации электронного обучения

Во всем многообразии средств организации электронного обучения можно выделить следующие группы:

- авторские программные продукты (Authoring Packages),
- системы управления контентом (Content Management Systems - CMS),
- системы управления обучением (Learning Management Systems - LMS),
- системы управления учебным контентом (Learning Content Management Systems - LCMS).

Возможности LCMS и LMS. Системы управления обучение LMS (в русской литературе СДО – «система дистанционного обучения») – автоматизирует такие задачи, как предоставление контента нужным людям в нужное время, контроль использования учебных ресурсов, администрирование отдельных слушателей и групп, организация взаимодействия с преподавателем, отчетность и т.д.

Возможности LMS:

- Поддержка смешанного обучения,
- Интеграция с HR,
- Инструменты администрирования,
- Интеграция контента,
- Соблюдение стандартов,
- Возможности тестирования,
- Управление знаниями.

Для того чтобы максимально использовать потенциал телемедицинских технологий в медико-техническом образовании, необходимо создать общероссийскую систему непрерывного дистанционного обучения работников этой сферы деятельности, объединяющую и существующие на сегодняшний день разрозненные учебные центры. Это должна быть трехуровневая система, где на первом (высшем) уровне располагается федеральный медицинско-технический образовательный центр, на следующем – медико-технические региональные центры на уровне федеральных округов, на третьем уровне – медико-технические региональные образовательные пункты на базе областных и региональных учебных заведений и больниц [2].

Для успешного функционирования системы необходимо доработать соответствующую нормативно-правовую базу и создать в первую очередь информационное обеспечение в виде баз данных слушателей, преподавателей, учебных материалов, которые позволят быстро и эффективно организовывать занятия и вести нужный разноплановый учет. Методологическая база системы должна включать: концептуальные модели и дидактические аспекты дистанционного обучения в здравоохранении; интерактивные электронные учебные пособия различного вида и назначения (обучающие программные средства, электронные учебники, компьютерные тесты, базы знаний и т.д.), доступные для обучающихся с помощью глобальной сети Интернет

или же локальных сетей (интранет); систему подготовки преподавателей-консультантов и способы их взаимодействия с обучаемыми; методику тестирования в системе дистанционного обучения и анализа эффективности дистанционной оценки знаний по сравнению с очной формой; способы передачи образовательной информации; методы защиты интеллектуальной собственности; систему лицензирования; экономические решения реализации дистанционного обучения. Технологическая база системы дистанционного обучения медицинских работников должна включать: открытый стандарт образовательных мероприятий дистанционного обучения; интеграцию стандарта образовательных мероприятий с популярными программными платформами дистанционного образования; архитектурную модель и технологический проект системы; перечень аппаратных средств, требования к ним; проект интеграции оборудования и программного обеспечения [1].

Чтобы осуществить проект подобного масштаба, понадобится функциональная и экономически выгодная система дистанционного обучения. Для этого необходимо сравнить свободно распространяемые LMS и LCMS и выявить наиболее подходящую систему дистанционного обучения для телемедицины в медико-техническом образовании.

Наиболее оптимальные для телемедицины свободно распространяемые LMS\LCMS.

Проведем сравнительный анализ свободно распространяемых LMS\LCMS. Анализ информационных ресурсов Интернета и отзывов на форумах по проблемам СДО (таблица 1).

Таблица 1 - Анализ OpenSource LMS\LCMS

	ATutor	Claroline	Dokeos	LAMS	Moodle	OLAT	OpenACS	Sakai
Итоговый рейтинг	5	4	4	6	1	6	3	2
Популярность по версии (google.com)	7	7	7	6	8	7	8	8

Как можно видеть из таблицы 1, в лидеры вышла СДО Moodle. Она имеет ряд преимуществ:

- Moodle распространяется бесплатно в качестве программного обеспечения;
- Moodle переведен на десятки языков, в том числе и русский, и используется в 197 странах мира;
- Moodle написан на PHP с использованием SQL-базы данных;
- Moodle распространяется в открытом исходном коде - это дает возможность «заточить» систему под особенности конкретного образовательного проекта, а при необходимости и встроить в нее новые модули;
- Система создает и хранит портфолио каждого обучающегося: все сданные им работы, все оценки и комментарии преподавателя к работам, все сообщения в форуме;
- Преподаватель может создавать и использовать в рамках курса любую систему оценивания. Все отметки по каждому курсу хранятся в сводной ведомости;
- Moodle позволяет контролировать «посещаемость», активность обучающихся, время их учебной работы в сети;
- Модульная структура системы обеспечивает простоту использования системы для обучающихся и преподавателей;
- Возможность эффективного обмена опытом с помощью открытого сообщества, состоящего из более 50000 пользователей системы и более 3000 внедренных систем дистанционного обучения во всем мире.

Возможности Moodle, интересные для администраторов:

- Moodle работает без модификаций в Unix, Linux, Windows, Mac OS X, Netware и любой другой операционной системе, поддерживающей PHP (который поддерживается любым хостинг-провайдером);
- Moodle проектируется как набор модулей и позволяет гибко добавлять или удалять элементы на различных уровнях;
- Moodle легко обновляется от версии к версии (он имеет внутреннюю систему для обновления собственной базы и восстановления);
- Moodle включает базу данных широкого назначения, которая поддерживает различные типы баз данных;
- Особое обращение внимания на безопасность на любом уровне (формы проверяются, данные проверяются на достоверность, cookies шифруются и т.д.).

Выводы

1. Телемедицину можно назвать образовательной системой нашего времени, расширяющей возможности образовательного процесса, не ограничиваясь географическими и финансовыми рамками. Создание единой

трехуровневой базы, объединенной с существующими телемедицинскими сетями действительно необходимо в свете дальнейших перспектив развития информационных технологий.

2. Сравнительный анализ выявил, что СДО Moodle наиболее оптимальна среди свободно распространяемых LMS\LCMS.

3. На примере СДО Moodle можно увидеть, что получение знаний, повышение профессиональных навыков и умений, посредством современных коммуникационных технологий, на сегодняшний день не является чем-то сверхновым и недоступным.

Библиографический список

1. Блажис А.К., Дюк В.А. Телемедицина – Спецлит, СПб, 2001.-137с.
2. Болдырева Л.М. Проблемы формирования единой образовательной информационной среды и пути их решения. // Здоровье и образование: Материалы международной научно-практической конференции. – Пермь: ГОУ ВПО «ПГМА Минздрава России», 2003.
3. Буравков С.В., А.И. Григорьев А.И. Основы телемедицины. - М.: Фирма «Слово», 2001. - 112 с.

TELEMEDICINE TECHNOLOGIES IN MEDICAL ENGINEERING EDUCATION

Panova A.D., Strunin R.M.

Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolay Grigorievich Stoletovs
aleksandra.veln@mail.ru, rspwork@mail.ru

Telemedicine is a new educational direction, which have based on distance education technologies. Using telemedicine, students have an opportunities to gain experience with a real technical means in addition to studying the continually changing theoretical material. Students can not only see the system through the eyes of the student, but also he can work as a developer and teacher. Lecturer have the interactive contact with the audience during telemedicine lectures, video seminars and conferences. There is a real possibility Continuing Professional Education, included like theoretic and practical preparation from the use of information and communication technologies. Lectures , as well as video consultation, can be held in multi-drop mode, thus the lecture can be read directly for students from several regions.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ADDITIONAL MATERIALS

ПЕТЛЯ ГИСТЕРЕЗИСА, КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СПОСОБНОСТИ ОРГАНИЗМА К АДАПТАЦИИ, И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗЕРВЫ ОРГАНИЗМА

Северин А.Е.¹, Розанов В.В.², Батоциренова Т.Е.³, Сушкова Л.Т.³, Торшин В.И.¹ Семенов Ю.Н.⁴

- 1 – Российский университет дружбы народов
 2 – Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
 3 – Владимирский государственный университет
 4 – Институт внедрения новых медицинских технологий «РАМЕНА»

В работе анализируется возможность и целесообразность применения петли гистерезиса для изучения функциональных резервов организма и определения величины оптимальных и индивидуализированных тренировочных нагрузок.

Применение математических методов к моделированию биологических процессов следует проводить с известной осторожностью, поскольку биологические системы отличны от большинства физических, и тем более механических систем. Наиболее близко к биологическим системам подходят сложные химические процессы, но и они далеко не в полной мере отражают их поведение.

В то же время, количественная оценка поведения биологических систем организма человека является насущной необходимостью для целей практической медицины и, особенно, для её прикладных аспектов, - спортивной физиологии, специальных разделов физиологии, связанных с повышенным и пониженным атмосферным давлением и т.д.

Что же вызывает неудовольствие врачей и физиологов в применяющихся методах анализа биологических явлений? Во-первых, это применение стандартных статистических методов анализа текущих физиологических процессов. На первый взгляд, применение вариационной статистики для анализа повторяющихся процессов, таких, как кардиоциклы, представляется правомерным. В то же время, нельзя не признать, что во всех повторяющихся биологических (физиологических) процессах второй цикл и его характеристики существенным образом зависят от предыдущих циклов. Следовательно, применение методов вариационной статистики, где каждое следующее повторяющееся событие есть некая отдельность, не зависящая от предыдущих событий, означает, что влияние предшествующих состояний на текущие и будущие физиологические процессы не учитывается. Это приводит к существенному обеднению и даже искажению сути многих физиологических явлений.

В какой-то мере представление физиологических процессов, особенно циклических, (а таких в организме большинство) в виде петли гистерезиса позволяет преодолеть это несоответствие между физиологическим явлением и математическим методом его описания. Под гистерезисом в данном случае понимается свойство биологических систем реагировать на приложенные к ним воздействия, при этом ответная реакция зависит от их текущего состояния, а поведение системы на некотором интервале времени во многом определяется её предысторией.

Ранее, в физиологических, медицинских исследованиях построение петель гистерезиса применялось:

- в физиологии дыхания (при построении петель «объем-поток» и «объем-давление») (J.Rees 1994, и др.), что позволяло характеризовать состояние легких;

- при анализе сердечной деятельности как на изолированном сердце при исследовании механизма миогенной регуляции Франка-Старлинга (Martin C. J. 1927 г.), так и при анализе работы сердца на целом организме в клинике и в эксперименте;

- в физиологии спорта для определения аэробной производительности кислородтранспортной системы в условиях возрастающих физических нагрузок и последующего восстановления (Astrand I. 1960.);

- в специальных разделах физиологии, в частности в подводной физиологии для описания процессов насыщения и рассыщения организма азотом и т.д.

В то же время, при использовании петель гистерезиса для вышеперечисленных целей не анализировался один существенный с нашей точки зрения аспект: замыкание петли или, иными словами, возврат физиологической системы в исходное состояние. В целом ряде случаев этого возврата просто не происходило, особенно, при выполнении субмаксимальных физических нагрузок (Иванов С.В. 2009). Можно предположить, что циклические процессы, проходящие без возврата к первоначальному состоянию, могут указывать на общую направленность движения системы либо в сторону адаптации и увеличения функциональных резервов, либо в сторону срыва адаптации и снижения резервных возможностей организма. По-видимому, циклические процессы небольшой интенсивности (сердечный, дыхательный циклы и др.) подразумевают обязательный возврат в первоначальное состояние через определенное число циклов. В то же время, увеличение энергетической стоимости циклических процессов приводит к невозможности быстрого возврата в исходное состояние, а при субмаксимальных нагрузках, как у спортсменов в период соревнований, может появиться принципиальная невозможность этого возврата. Следовательно, с практической точки зрения, определение энергетического порога, когда возврат в исходную точку уже не возможен, может являться:

- методом определения функциональных резервов организма и возможной продолжительности предстоящей жизни, ассоциируя её с определением вероятного количества будущих циклов;
- методом определения оптимальных индивидуализированных нагрузок для целей тренировки и профилактики.

Библиографический список

1. Rees J. Дж. Рис /Диагностические тесты в пульмонологии/М., Медицина, 1994, 240 с.
2. Martin C. J., Prof. E. H. Starling, «Nature», 1927, v. 119, №3002, p. 715–721.
3. Astrand, I. (1960). Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. *Acta Physiol. Scand.* 49(suppl. 169).

ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ. РОЛЬ БИОМЕДИЦИНСКИХ И ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ.

Агаджанян Н.А., Северин А.Е.
Российский университет дружбы народов. г. Москва.

После бурного и кровавого XX века все ожидали наступления всеобщей гармонии и мира. Однако, XXI век принес новые проблемы, новые катастрофы и войны не менее страшные и кровавые, чем в ушедшем XX веке. К сожалению, не сбылась мечта о разумном управлении планетой Земля. Сиюминутные интересы и в XXI веке доминируют над долгосрочными, а личные и групповые над общечеловеческими. Природа человека осталась той же, а возможности его влияния на природу как таковую возросли неизмеримо. Отсюда и основные экологические проблемы: изменения климата, сокращение количества видов животных и растений, истощение озонового экрана Земли, повсеместное загрязнение среды обитания и это на фоне демографического взрыва и обострения противоречий между людьми.

Справедливо будет такая оценка действительности: отношения между людьми – озлобление против инакомыслия, рост националистических и фашистских настроений, отражает отношение между человечеством и природой. Притеснение и разрушение природы, замена её на антропосферу, техносферу приводит к нарушению обмена информацией между её звеньями. Так, ребенок растущий в деревне, «на природе» получает колоссальное количество информации о взаимодействии растений и животных, о гармонии окружающего мира, целесообразности его устройства. Ребенок в городе обречен на изоляцию от природной гармонии взамен которой его окружает уродливая урбанистическая среда. Недаром, существует представление о том, что природа всегда рождает законы более справедливые и достоверные, чем те, которые создает человек. Главный приоритет в глобальном природопользовании состоит в гармонизации, или, как писал В.И. Вернадский, «образумлении» отношений человека и общества с биосферой. (1).

В эпоху научно-технического прогресса человек живет в среде, которая в значительной мере создана им самим, влияние которой на самого человека и на остальные звенья природной среды до настоящего времени осознано не до конца. В XXI веке бурное развитие электроники, вычислительной техники привело к тому, что стало возможным заменить действительность её электронными моделями, однако как все модели и эти копируют только внешние атрибуты действительности, упуская её глубинные связи, искажая её сущность. Попытки, даже самые талантливые, составить математические модели эволюции природы и общества отражали действительный ход развития только на самую ближайшую перспективу, с экспоненциальным нарастанием неопределенности при оценке среднесрочных и тем более долгосрочных (на десятки лет) прогнозов. (2). Прямое моделирование биосферы в эксперименте «Биосфера-2» также не увенчалось успехом (3).

Все это свидетельствует о наших неполных знаниях о человеке и биосфере

Новые надежды связываются с развитием компьютерной техники, созданием интеллектуальных систем, с помощью которых удастся настолько расширить и детализировать наши знания о человеке, биосфере и нашей планете, что станет возможным с высокой достоверностью моделировать процессы, происходящие в организме, природе и обществе, а в дальнейшем и корректировать сам ход этих процессов добиваясь, с высокой вероятностью, достижения запланированного результата.

Первый этап воплощения этих надежд в жизнь уже отражается во множестве работ по управлению функциями организма человека при помощи компьютерных систем и осуществление прямой связи между мозгом и компьютером. Достижения надо признать впечатляющие: это и управление движениями протезов «силою мысли» и воспроизведение текста на компьютере, по соответствующим образом преобразованной электроэнцефалограмме. Однако эти первые шаги будут успешными в той мере насколько разрабатываемые электронные и компьютерные устройства будут адекватны и гармоничны организму человека, среде его обитания – биосфере и в конечном счете Земле – колыбели человечества.

Библиографический список

1. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера - М.: Айрис - пресс., 2003.-576 с.
2. Форрестер Д. Мировая динамика.— М.: АСТ, 2006. — 384 с.
3. www.priroda.su (Биосфера-2)

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Агаджанян Н.А.	331
Алан Х. Уильям	136
Аль-Джабери Р.Х.	152
Альджарадат М.М.	150
Амро М.М.	150
Андианов Д.П.	200
Анисимов А.В.	231
Анохин М.И.	282
Антаков М.А.	92, 183
Антоненко К.А.	278
Аполлонова И.А.	314
Арефьев Е.В.	264
Артюхова О.А.	113

Б

Бабушкин А.М.	168
Базаев Н.А.	78
Баклыкова Е.С.	166
Батоцыренова Т.Е.	300, 330
Бердышникова О.Н.	254
Бернюков А.К.	147
Бессонов М.А.	63
Благов Е.В.	74
Близнюк У.А.	312
Блохин М.М.	300
Бойко Б.Н.	169
Бойко А.А.	36
Борисов В.И.	95, 180, 244
Бородин А.С.	166, 270
Борщеговская П.Ю.	312
Брумштейн Ю.М.	56
Буренков В.Н.	238, 240
Бурмака А.А.	117
Бурнаевский И.С.	183
Бушуев К.С.	296

В

Варзарь С.М.	312
Вертиев В.В.	238, 240
Войнова Н.А.	314
By Van Son	60

Г

Гаврюшина М.Л.

Галкин А.П.	150, 152
Галковский О.А.	162
Галперин В.А.	74
Генералов Л.К.	162
Герасименко А.Ю.	104
Глотов В.А.	88
Глухова О.Е.	101
Говорухина Т.Н.	117
Головина Е.А.	321
Голубев А.С.	50
Грибакин В.С.	222
Гринвальд В.М.	78
Грунская Л.В.	187, 266

Д

Давтян В.Г.	250
Давыдов Н.Н.	205
Дарахма И.	150
Дегтерева М.И.	238
Джулани И.	142
Диденко Л.В.	113
Дмитриев В.Б.	310
Долгов Г.Ф.	319
Долинина А.А.	144
Дорожков В.В.	196
Доронина Н.В.	178
Дудник Е.Н.	70
Думская Н.С.	169, 254
Дэниел К Квок	134

Е

Ершов А.И.	250
------------	-----

Ж

Жигалов И.Е.	202
Жирков В.Ф.	39

З

Зайцева Е.Н.	177
Звягин М.Ю.	50
Зигангирова Н.А.	113
Зубрилкин А.И.	234
Зыкова З.Н.	324

И

Иванова М.В.	56
--------------	----

Ивахно Н.В.	82
Илюхин А.А.	209
Исакевич В.В.	187
Исакевич Д.В.	187
Истомина Е.А.	222
Ичкитидзе Л.П.	74, 111, 104

К

Казаковцев А.С.	218
Капаруллина Е.Н.	178
Кириллов А.В.	130
Кирюхин А.В.	240
Кицюк Е.П.	74
Колесник Г.П.	212, 215, 218, 222
Колесников С.С.	76
Колесникова А.С.	101
Конешов В.Н.	196, 209
Кононенко В.В.	76
Конышкина Т.М.	244
Королёв А.И.	39
Кост Е.А.	113
Крамм М.Н.	70
Кротова А.С.	218
Кубланов В.С.	180
Кувичкина Т.Н.	178
Кудинова Е.В.	258
Кузнецов А.В.	273
Кузнецова М.А.	280
Куражнов И.А.	215

Л

Ланцов В.Н.	144
Ларионов Н.П.	292
Латышева Е.Ю.	33
Лашин А.Е.	247
Лебедев И.М.	46
Левин Е.К.	43
Легаев В.П.	162
Ледков А.Б.	212
Лещев И.А.	266
Литвинова Н.Ю.	257
Лукьянов В.Е.	187, 193

М

Мавзютов А.А.	54
Макаров М.В.	147
Малинина С.М.	262

Малышева Д.А.	196
Мамаев В.Ю.	49
Мартышевская Д.А.	121
Матюха В.А.	142
Миронова Ю.А.	300
Митин В.Ю.	254
Монахов А.А.	95

Н

Найдёнов Е.В.	88
Нгуйен Ти Туй	60
Неверова Е.С.	49
Никитин О.Р.	156, 190
Николаев А.П.	314
Николаева А.А.	312

О

Обади Х.М.	152
Озерова М.И.	202
Орешкин Д.М.	205
Орлов Ю.А.	264

П

Павлов А.А.	74
Панова А.Д.	326
Перцов С.С.	70
Петер С. Аллен	123
Пилипенко М.Н.	33
Пименов А.Б.	275, 278, 280
Побаченко С.В.	227, 234
Подгаецкий В.М.	104
Полушкин П.А.	121, 142
Потапов Д.А.	307
Преображенский Р.Ю.	111
Приоров А.Л.	46
Прыгунова Т.М.	95, 244
Путря Б.М.	78
Пьянов И.В.	307

Р

Рагузин П.С.	43
Радаева Т.М.	95, 244
Разумов Д.А.	205
Разумова К.В.	117
Расторопова И.А.	275
Рашупкин К.А.	288
Решетилов А.Н.	178

Ричард Гест	306
Ричард Е. Снайдер	125
Родионова Е.В.	92
Розанов В.В.	312, 330
Рубай Д.В.	187
Рябов И.С.	156

С

Савельев М.С.	92
Садовский И.Н.	173
Салах Х.Х.	138
Самородов А.В.	108, 112
Сафонов А.В.	178
Северин А.Е.	282, 330, 331
Селищев С.В.	74, 78, 104, 307
Семенов Ю.Н.	300, 330
Семин Л.А.	50
Серегин С.П.	117
Синицин Д.В.	121
Слепченков М.М.	101
Смолин В.А.	85
Соколов М.В.	227
Спиридонов И.Н.	49, 66
Степанова Е.Ю.	95, 244
Стрелков Н.О.	70
Струнин А.М.	284
Струнин Р.М.	138, 284, 288, 296, 326
Сушкова Л.Т.	330

Т

Таранов А.А.	66
Тахаан О.	318
Титов И.Н.	292
Торшин В.И.	330
Тужилкин Д.А.	166, 270
Тюкин А.Л.	46

У

Убайчин А.В.	98
Урлапов О.В.	80

Ф

Фадеев А.А.	101
Фарзах Фаваз Салим Фатах	292
Федотов О.В.	130
Филатов А.В.	98

Филимонов В.Н.	130
Фомин Л.Б.	95, 244
Х	
Харитонов Д.В.	56
Хасан Улудаг	132
Хохлов А.А.	76
Ч	
Чебрякова Ю.С.	127
Черненский В.М.	54
Черняев А.П.	312
Черторийский А.А.	80
Чижиков Д.А.	95, 244
III	
Шаман Ю.П.	74
Шахнин В.А.	127
Широбоков А.В.	250
Шитов А.В.	227
Шмелёв В.Е.	200
Шорин А.А.	80
Шугайло В.В.	76
Шулдяев А.А.	190
Шумарин С.В.	310
Щ	
Щетинин М.Н.	282
Ю	
Юматов Е.А.	70
Я	
Якименко И.В.	88

AUTHOR INDEX

A

Agadjanyan N.A.	330
Alan H.Wilman	136
Al-Jabery R.H.	152
Aljaradat M.M.	150
Amro M.M.	150
Andrianov D.P.	200
Anisimov A.V.	231
Anokhin M.I.	282
Antakov M.A.	92, 183
Antonenko K.A.	278
Apollonov I.A.	314
Arefiev E.V.	264
Artyukhova O.A.	113

B

Babushkin AM	168
Baklykova E.S.	166
Batotsirenova T.E.	300,330
Bazaev N.A.	78
Berdyshnikova O.N.	254
Bernyukov A.K.	147
Bessonov M.A.	63
Blagov E.V.	74
Bliznyuk U.A.	312
Blohin M.M.	300
Boiko A.A.	36
Boiko B.N.	169
Borisov V.I.	95, 180, 244
Borodin A.S.	166, 270
Borschegovskaya P.Y.	312
Brumshteyn Y.M.	56
Burenkov V.N.	238, 240
Burmaka A.A.	117
Burnaevsky I.S.	183
Bushuyev K.S.	296

C

Chebryakova Y.S.	127
Chernenky V.M.	54
Chernyaev A.P.	312
Chertoriysky A.A.	80
Chijikov D.A.	95, 244

D

Daniel Y.Kwok	134
Darahma I.	150
Davtyan V.G.	250
Davydov N.N.	205
Degtereva M.I.	238
Didenko L.V.	113
Dmitriev V.B.	310
Dolgov G.F.	319
Dolinina A.A.	144
Dorojnikov V.V.	196
Doronin N.V.	178
Dudnik E.N.	70
Dumskaya N.S.	169, 254
Dzhulani I.	142

E

Ershov A.I.	250
Fadeev A.A.	101
Farzah Fawas Salim Fatah	292
Fedotov O.V.	130
Filatov A.V.	98
Filimonov V.N.	130
Fomin L.B.	95, 244

F

Galkin A.P.	150, 152
Galkovsky O.A.	162
Gavryushina M.L.	111
Generals L.K.	162
Gerasimenko A.Y.	104
Glotov V.A.	88
Glukhova O.E.	101
Golovin E.A.	321
Golubev A.S.	50
Govorukhina T.N.	117
Gribakin V.S.	222
Grinvald V.M.	78
Grunskaya L.V.	187, 266

H

Halperin V.A.	74
Hasan Uludag	132

I

Ichkitidze L.P.	74, 111, 104
Iluhin A.A.	209
Isakevich D.V.	187
Isakevich V.V.	187
Istomin E.A.	222
Ivahno N.V.	82
Ivanov M.V.	56

K

Kaparullina E.N.	178
Kazakovtsev A.S.	218
Kharitonov D.V.	56
Khokhlov A.A.	76
Kirillov A.V.	130

Kiryuhin A.V.	240
Kitsyuk E.P.	74
Kolesnik G.P.	212, 215, 218, 222
Kolesnikova A.S.	101
Kolesnikov S.S.	76

Koneshov V.N.	196, 209
Kononenko V.V.	76
Konyshkina T.M.	244
Korolev A.I.	39
Kost E.A.	113

Kramm M.N.	70
Krotov A.S.	218
Kublanov V.S.	180
Kudinova E.V.	258
Kurazhnov I.A.	215

Kuvichkina T.N.	178
Kuznetsov A.V.	273
Kuznetsova M.A.	280
L	

Lantsov V.N.	144
Larionov N.P.	292
Lashin A.E.	247
Latysheva E.J.	33
Lebedev I.M.	46

Ledkov A.B.	212
Legaev V.P.	162
Leshchey I.A.	266
Levin E.K.	43
Международная научная конференция «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии»	

Litvinov N.Y.	257		296, 326
Lukyanov V.E.	187, 193		
M		R	
Makarov M.V.	147	Radaeva T.M.	95, 244
Malinina S.M.	262	Raguzin P.S.	43
Malyshева D.A.	196	Raschupkin K.A.	288
Mamaev V.Y.	49	Rastoropova I.A.	275
Martyshevskaya D.A.	121	Razumov D.A.	205
Matyukha V.A.	142	Razumov K.V.	117
Mavzyutov A.A.	54	Reshetilov A.N.	178
Mironov Y.A.	300	Richard E.Snyder	125
Mitin V.Y.	254	Richard Guest	306
Monahov A.A.	95	Rodionova E.V.	92
N		Rozanov V.V.	312, 330
Naydenov E.V.	88	Rubai D.V.	187
Neverova E.S.	49	Ryabov I.S.	156
Nguyen Thi Thuy	60	S	
Nikitin O.R.	156, 190	Sadowski I.N.	173
Nikolaev A.P.	314	Safonov A.V.	178
Nikolaeva A.A.	312	Salah H.H.	138
O		Samorodov A.V.	108, 112
Obadi H.M.	152	Savelyev M.S.	92
Oreshkin D.M.	205	Schetinin M.N.	282
Orlov Y.A.	264	Selishchev S.V	74, 78, 104, 307
Ozerov M.I.	202	Semenov Y.N.	300, 330
P		Semin L.A.	50
Panova A.D.	326	Seregin S.P.	117
Pavlov A.A.	74	Severin A.E.	282, 330, 331
Pertsov S.S.	70	Shakhnin V.A.	127
Peter S.Allen	123	Shaman Y.P.	74
Pianov I.V.	307	Shirobokov A.V.	250
Pilipenko M.N.	33	Shmelev V.E.	200
Pimenov A.B.	275, 278, 280	Shorin A.A.	80
Pobachenko S.V.	227, 234	Shugailo V.V.	76
Podgaetskii V.M.	104	Shulyat'ev A.A.	190
Polushin P.A.	121, 142	Shumarin S.V.	310
Potapov D.A.	307	Shytov A.V.	227
Preobrazhensky R.Y.	111	Sinitcin D.V.	121
Priorov A.L.	46	Slepchenkov M.M.	101
Prygunova T.M.	95, 244	Smolin V.A.	85
Putrya B.M.	78	Sokolov M.V.	227
		Spiridonov I.N.	49, 66
		Stepanova E.J.	95, 244
		Strelkov N.O.	70
		Strunin A.M.	284
		Strunin R.M.	138, 284, 288,

Научное издание

Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии

Труды 11-й международной научной конференции «ФРЭМЭ'2014» с
элементами научной молодежной школы

Владимир, 1-3 июля 2014 г.

Под общей редакцией д.т.н., проф. Л.Т. Сушковой

Печатается в авторской редакции

Компьютерная верстка Гуменный В.Г., Пермяков С.А., Аль-Хайдри В.А, Тахаан О.

Электронная PDF-версия

ООО «Александровская городская типография»
г. Александров, Красный пер., 13
Тел.: (49244)2-55-63, 2-37-76

