



ISSN (Print) 2708 - 4132
ISSN (Online) 2663 - 1830

Қазақ технология және бизнес университеті
Казахский университет технологии и бизнеса
Kazakh university of technology and business

№ 3 (2020)

ҚазТБУ Хабаршысы

Вестник КазУТБ

Vestnik KazUTB



Нур - Султан - 2020

ISSN (Print) 2708 – 4132

ISSN (Online) 2663 – 1830

Қазақ технология және бизнес университеті

Kazakh University of Technology and Business

Казахский университет технологии и бизнеса

ҚазТБУ ХАБАРШЫСЫ

VESTNIK KazUTB

ВЕСТНИК КазУТБ

№ 3 (2020)

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

Нұр-Сұлтан, 2020

Nur-Sultan, 2020

Нур-Султан, 2020

Бас редактор: Ж.З. Оразбаев
техн. ғыл. докторы, «ҚазТБҰ» АҚ Президент-ректоры (Қазақстан)

Бас редактордың орынбасары: Н. Г. Джумамухамбетов
ф.-м.ғ.д., профессор

Редакция алқасы:

Құлажанов Қ.С.	х.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан)
Надиров Н.К.	х.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан)
Мансуров З.А.	х.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан)
Фазылов С.Д.	х.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан)
Құлажанов Т.К.	т.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан)
Mercade P.R.	философия докторы (PhD) (Испания)
Ізтаев А.И.	т.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан)
Нұрахметов Б.К.	т.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Шеров Т.К.	т.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Жылысбаева Р.О.	т.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Кәкімов А.К.	т.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Узаков Я.М.	т.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Додаев К.О.	т.ғ.д., профессор (Өзбекстан)
Кузнецов О.Л.	т.ғ.д., профессор (Ресей)
Маткаримов Б.Т.	т.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Тултабаев М.Ч	т.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Боранбаев С.Н.	т.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Пешков В.	философия докторы (PhD), (Бельгия)
Айбұльдинов Е.К.	философия докторы (PhD), (Қазақстан)
Мыррин В.А.	т.ғ.д., профессор (Бразилия)
Мұхамедиев Б.М.	э.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Смағұлова Ш.А.	т.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Искакова Ж.Б.	х.ғ.к., профессор м.а. (Қазақстан)

Жауапты хатшы: ф.-м.ғ. Канд. М.К. Оспанова

Меншіктенуші: «Қазақ технология және бизнес университеті» АҚ
ҚР Ақпарат және коммуникациялар министрлігінде 07.02.2014 ж. №14139-Ж тіркеу куәлігімен тіркелген.
Екінші тіркеу: 11.02.2020 - №KZ46VPY00020253.

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

ISSN: 2708 – 4132,

ISSN (Online): 2663-1830

Тақырыптық бағыт: Ақпараттық-коммуникациялық және химиялық технология, Өндіруші және қайтаөндеу құрылымдары, Экономика, бизнес және қызмет көрсету.

Редакцияның мекенжайы: 010000, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Қайым Мұқаметханов к-сі, 37 «А», тел.: +7(7172) 27-92-30 (ішкі 134), e-mail: journal.vestnik.kazutb@mail.ru

Chief editor: Zh. Z. Urazbayev

Doctor of technical Sciences, Professor President-rector of JSC KazUTB»

Deputy editor: Dzhumamukhambetov N. G.

doctor of physical and mathematical Sciences, Professor

Editorial board:

Kulazhanov K. S.	Doctor of Chemistry, Academician NAS RK (Kazakhstan)
Nadirov N.K.	Doctor of Chemistry, Academician NAS RK (Kazakhstan)
Mansurov Z. A.	Doctor of Chemistry, Academician NAS RK (Kazakhstan)
Fazylov S.D.	Doctor of Chemistry, Academician NAS RK (Kazakhstan)
Kulazhanov T.K.	Doctor of Technical Sciences, Academician NAS RK (Kazakhstan)
Iztayev A.I.	Doctor of Technical Chemistry, Academician NAS RK (Kazakhstan)
Nurakhmetov B.K.	Doctor of Technical Sciences, Professor (Kazakhstan)
Sherov T.K.	Doctor of Technical Sciences, Professor (Kazakhstan)
Mercade P.R.	Doctor of Philosophy (PhD) (Spain)
Zhilisbayeva R.O.	Doctor of Technical Sciences, Professor (Kazakhstan)
Akimov A.K.	Doctor of Technical Sciences, Professor (Kazakhstan)
Uzakov Ya.M.	Doctor of technical Sciences, Professor (Kazakhstan)
Dadayev K.O.	Doctor of technical Sciences, Professor (Uzbekistan)
Kuznetsov O.L.	Doctor of technical Sciences, Professor (Russia)
Matkarimov B.T.	Doctor of technical Sciences, Professor (Kazakhstan)
Tultabayev M.Ch.	Doctor of Technical Sciences, Professor (Kazakhstan)
Boranbayev S.N.	Doctor of technical Sciences, Professor (Kazakhstan)
Peshkov V.	Doctor of Philosophy (PhD) (Belgium)
Aibuldinov Ye.K.	Doctor of Philosophy (PhD), (Kazakhstan)
Marin V. A.	Doctor of technical Sciences, Professor (Brazil)
Mukhamediyev B.	Doctor of Economics, Professor (Kazakhstan)
Smagulova A.S.	Doctor of Economics, Professor (Kazakhstan) ;
Iskakova J.B.	Doctor of Philosophy (PhD), ass.Professor (Kazakhstan)

Executive Secretary: *candidate of Ph.-M.N. M.K. Ospanova*

Owner: JSC «Kazakh University of technology and business».

Registration: Ministry of information and communications of the Republic of Kazakhstan. Committee of Information.

Date and number of initial registration: 14139-Z from 07.02.2014.

Secondary registration: 11.02.2020- №KZ46VPY00020253.

Frequency: Quarterly.

ISSN: 2708- 4132, **ISSN (Online):** 2663-1830.

Thematic direction: Information and communication and chemical technologies, Manufacturing and manufacturing industries, Economy, business and services.

Address of edition: 010000, Nur -Sultan city, Esil district, Kaiym Mukhamedkhanov Street, 37 «A», tel.: (7172) 27-92-30 (134), e-mail: journal.vestnik.kazutb@mail.ru

Главный редактор: Ж.З.Уразбаев
д.т.н., профессор Президент-ректор АО «КазУТБ»

Заместитель главного редактора: Н. Г.Джумамухамбетов
д.ф.-м.н, профессор

Редакционная коллегия:

Кулажанов К.С.	д.х.н., профессор, академик НАН РК (Казахстан)
Надиров Н.К.	д.х.н., профессор, академик НАН РК (Казахстан)
Мансуров З.А.	д.х.н., профессор, академик НАН РК (Казахстан)
Фазылов С.Д.	д.х.н., профессор, академик НАН РК (Казахстан)
Кулажанов Т.К.	д.х.н., профессор, академик НАН РК (Казахстан)
Изтаев А.И.	д.т.н., профессор, академик НАН РК (Казахстан)
Нурахметов Б.К.	д.т.н., профессор (Казахстан)
Шеров Т.К.	д.т.н., профессор (Казахстан)
Mercade P.R.	доктор философии (PhD) (Испания)
Жилисбаева Р.О.	д.т.н., профессор (Казахстан)
Какимов А.К.	д.т.н., профессор (Казахстан)
Узаков Я.М.	д.т.н., профессор (Казахстан)
Додаев К.О.	д.т.н., профессор (Узбекистан)
Кузнецов О.Л.	д.т.н., профессор (Россия)
Маткаримов Б.Т.	д.т.н., профессор (Казахстан)
Тултабаев М.Ч.	доктор технических наук, профессор (Казахстан)
Боранбаев С.Н.	д.т.н., профессор (Казахстан)
Пешков В.	доктор философии (PhD), (Бельгия)
Айбулдинов Е.К.	доктор философии (PhD), (Казахстан)
Мырзин В.А.	д.т.н., профессор (Бразилия)
Мухамедиев Б.М.	д.э.н., профессор (Казахстан)
Смагулова Ш.А.	д.т.н., профессор (Казахстан)
Искакова Ж.Б.	к.х.н., асс. профессор (Казахстан)

Ответственный секретарь: *к.ф.-м.н.* М.К. Оспанова

Собственник: АО «Казахский университет технологии и бизнеса».

Регистрация: Министерство информации и коммуникаций Республики Казахстан. Комитет Информации.

Дата и номер первичной постановки на учет: №14139-Ж от 07.02.2014.

Вторичная постановка на учет: 11.02.2020 - №KZ46VPY00020253.

Периодичность: Ежеквартально.

ISSN: 2708- 4132,

ISSN (Online): 2663-1830.

Тематическая направленность: Информационно-коммуникационные и химические технологии, Производственные и обрабатывающие отрасли, Экономика, бизнес и услуги.

Адрес редакции: 010000, г.Нур - Султан, Есильский район, ул.Кайыма Мухамедханова, 37«А», тел.:(7172)27-92-30(134), e-mail: journal.vestnik.kazutb@mail.ru

МАЗМҰНЫ \ CONTENTS \ СОДЕРЖАНИЕ

АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ХИМИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯ

INFORMATION AND COMMUNICATION AND CHEMICAL TECHNOLOGIES

ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Мазаков Т.Ж., Джомартова Ш.А., Турсынбай А.Т., Жакып Б.М.

АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ФАРМАКОКИНЕТИКИ МЕТОДАМИ
КОМПЬЮТЕРНОЙ АЛГЕБРЫ И ДИХОТОМИИ 8-19

Джомартова Ш.А., Байрбекова Г.С., Шорманов Т.С., Зиятбекова Г.З., Әлиасқар М.С.,
Мазакова А.Т.

МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА БИОМЕТРИЧЕСКОЙ
ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ 20-32

Нургалиев Н.У., Колпек А.

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ УГЛЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ
БОРЛЫ 33-37

Жалмаханбетова Р.И., Мухитдинова М.И., Жұмағалиева Ж.Ж.

ХЛОР АТОМЫ БАР ТАБИҒИ СЕСКВИТЕРПЕНДІ ЛАКТОНДАР (ШОЛУ) 38-42

ӨНДІРУШІ ЖӘНЕ ҚАЙТАӨНДЕУ ҚҰРЫЛЫМДАРЫ

MANUFACTURING AND MANUFACTURING INDUSTRIES

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ И ОБРАБАТЫВАЮЩИЕ ОТРАСЛИ

Уразбаев Ж.З., Ермаков Т.Е., Кенжин Б.М., Ахметова Р.К., Ермак А.Т.

ИССЛЕДОВАНИЕ И ВЫБОР ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ УТИЛИЗАЦИЕЙ ТВЁРДО-БЫТОВЫХ И ЖИДКИХ ОТХОДОВ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ЗЕЛЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЫПУСКА ПРОДУКЦИИ НА АВТОМОБИЛЕ ВЗАМЕН МУСОРОВОЗОВ

43-48

Мынбаев М.Т., Нурмухамбетова Б.Т., Омарбекова М.Т., Сарбасова Г.А., Кочкорбаева Ч.Т.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕРМОЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СПЕЦОДЕЖДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

49-51

ЭКОНОМИКА, БИЗНЕС ЖӘНЕ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ

ECONOMY, BUSINESS AND SERVICES

ЭКОНОМИКА, БИЗНЕС И УСЛУГИ

Li A. N.

FOREIGN EXPERIENCE IN MODERNIZING THE ECONOMY

52-56

Amanzholov S.A., Sakenov N.A., Sarybaeva I.E.

THE MAIN DIRECTIONS OF INCREASING FOOD SECURITY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

57-60

Zhumabekova G.Zh., Tasanova G.D., Nurgalieva Zh.Zh., Asainov A.Zh.

PECULIARITIES OF CONDUCTING ENVIRONMENTAL AUDIT AT THE ENTERPRISE

61-67

УДК 542.6+54.057

Т.Ж. Мазаков^{1,2}, Ш.А. Джомартова^{1,2}, А.Т. Турсынбай², Б.М. Жакып²
 (¹Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК,

Алматы, Казахстан,

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, tmazakov@mail.ru)

АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ФАРМАКОКИНЕТИКИ МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОЙ АЛГЕБРЫ И ДИХОТОМИИ

Аннотация. В статье исследована n-камерная фармакинетическая модель, описываемая обыкновенными дифференциальными уравнениями. На основе сведения рассматриваемой модели к интегральному уравнению Вольтерра второго рода получен аналитический вид его решения. На основе применения компьютерной алгебры разработан конструктивный алгоритм решения обратной задачи фармакинетики. Разработано программное обеспечение на MatLab. Эффективность предложенного алгоритма продемонстрирована на модельной задаче.

Ключевые слова: интегральное уравнение Вольтерра, компьютерная алгебра, многокамерная модель, обратные задачи, фармакодинамика, фармакокинетика, функционал.

T.Zh. Mazakov^{1,2}, Sh.A. Jomartova^{1,2}, A.T. Tursynbai², B.M. Zhakyp²
 (¹RSE Institute of Information and Computational Technologies MES RK CS,

Almaty, Kazakhstan,

²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,
tmazakov@mail.ru)

ANALYTICAL SOLUTION OF THE INVERSE PROBLEM OF PHARMACOKINETICS BY COMPUTER ALGEBRA AND DICHOTOMY METHODS

Abstract. The article investigates an n-chamber pharmacokinetic model described by ordinary differential equations. Based on the reduction of the model under consideration to the Volterra integral equation of the second kind, an analytical form of its solution is obtained. Based on the use of computer algebra, a constructive algorithm for solving the inverse problem of pharmacokinetics has been developed. Software developed on MatLab. The efficiency of the proposed algorithm is demonstrated using a model problem.

Key words: Volterra integral equation, computer algebra, multi-chamber model, inverse problems, pharmacodynamics, pharmacokinetics, functional.

Т.Ж. Мазаков^{1,2}, Ш.А. Джомартова^{1,2}, А.Т. Турсынбай², Б.М. Жакып²
 (¹Қазақстан Республикасының Білім және Ғылым Министрлігі Ақпараттық және есептеуіш
 технологиялар институты, Алматы, Қазақстан,
²әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан,
tmazakov@mail.ru)

КОМПЬЮТЕРЛІК АЛГЕБРА ЖӘНЕ ДИХОТОМИЯ ӘДІСТЕРІМЕН ФАРМАКОКИНЕТИКАНЫҢ КЕРІ ЕСЕБІН АНАЛИТИКАЛЫҚ ШЕШУ

Аңдатпа. Мақалада қарапайым дифференциалдық теңдеулермен сипатталған n-камералық фармакокинетикалық модель зерттелген. Қарастырылып отырған модельді екінші типтегі Вольтерраның интегралдық теңдеуіне келтіру негізінде оны шешудің аналитикалық формасы алынады. Компьютерлік алгебраны қолдану негізінде

фармакокинетиканың кері есебін шешудің конструктивті алгоритмі жасалды. Бағдарламалық жасақтама MatLab-та жасалған. Ұсынылған алгоритмнің тиімділігі модельдік есепті қолдану арқылы көрсетіледі.

Түйін сөздер: Вольтерраның интегралдық теңдеуі, компьютерлік алгебра, көп камералы модель, кері есептер, фармакодинамика, фармакокинетика, функционал.

Введение. В последние годы получили совместное развитие научно-технические направления фармакокинетика (ФК) и фармакодинамика (ФД) [1].

Фармакокинетические модели широко используются в качестве средства прогнозирования расположения лекарственного средства в организме. Это можно предсказать, моделируя одновременное распределение лекарственного средства через ткани тела и клиренс [2-3].

Фармакокинетические исследования изучают, как организм взаимодействует на всасывание, распределение, метаболизм и выведение исследуемых лекарств, выраженные в математических терминах [4].

В 1968 году Е. Крюгер-Тимер впервые предложил модель с двумя камерами для достижения и поддержания постоянного уровня концентрации лекарств в крови [5]. Результаты показали, что нагрузочная доза была необходима для заполнения начального объема распределения для достижения устойчивого состояния.

Дальнейшее научное развитие ФК и ФД продолжается с точки зрения совершенствования применяемого математического аппарата, аналитических методов, методики измерений, углубленного изучения и обоснования физиологических основ.

Фармакокинетический анализ проводится безкамерными (модельно-независимыми) или камерными методами. Основным преимуществом камерных методов перед безкамерными методами является способность прогнозировать концентрацию [6-7].

На практике количество камер обычно ограничено до 3, поскольку биологическая изменчивость и изменение анализа не позволяют оценить дополнительные коэффициенты и показатели по наблюдаемым данным. Усложнение модели кинетики с увеличением числа камер модели до двух и более может быть произведено в случае, если математический анализ ФК-данных показывает неадекватность описания их моделью с более простой структурой или необходимостью такого усложнения диктуется известными свойствами данного препарата [1].

При назначении многих препаратов врачу приходится принимать во внимание вариацию реакций пациентов на терапию. Раньше считалось, что различия объясняются в основном индивидуальной чувствительностью или резистентностью. Исследования

последних десятилетий в области фармакокинетики и фармакодинамики показали, что во многом эти различия обусловлены межиндивидуальной вариабельностью показателей процессов всасывания, распределения и элиминации лекарственных препаратов. Возраст, пол, генетические особенности пациента, его физическое состояние, наличие сопутствующих заболеваний, получаемая пациентом комплексная терапия могут оказывать влияние на протекание этих фармакокинетических процессов [1].

Переход препарата из крови во внесосудистое пространство (внеклеточную и внутриклеточную жидкости, ткани) называется его распределением. Распределение препарата – это обычно быстрый и обратимый процесс. Так, вскоре после внутривенного введения препарат достигает равновесного распределения между плазмой, эритроцитами, другими жидкими средами и тканями организма. В результате достижения этого динамического равновесия изменение концентрации препарата в плазме отражает изменения концентрации препарата в других тканях, включая место действия.

Выведение препарата, или элиминация, обеспечивается (из крови в мочу или другие экскреторные камеры, такие, как желчь, слюна, грудное молоко), а также биотрансформацией препарата в тканях или плазме. Процессы элиминации, обычно необратимые, включающие все способы экскреции и метаболической инактивации: выведение почками или легкими, с желчью, с экскрементами, через кожу, биотрансформацию и т.п. – ответственны за выведение препарата из организма.

Поскольку проникновение препарата в ту или иную ткань зависит от ее кровоснабжения, относительно доступными для препаратов обычно считают кровь, интерстициальную жидкость и сильно васкуляризованные ткани сердца, мозга, легких, печени, почек, эндокринных желез, а менее доступными – все остальные ткани (рисунок 1).

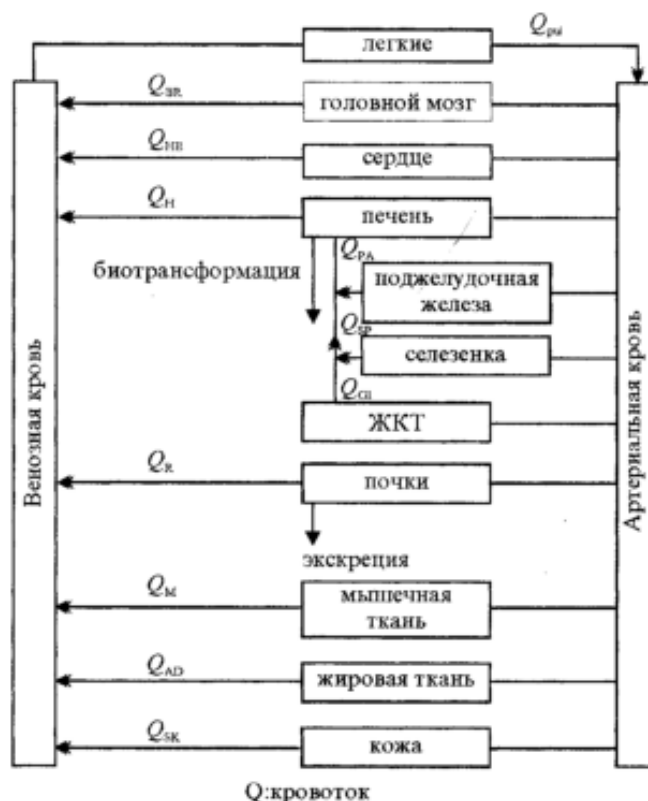


Рис.1. Схема кровообращения

Для решения задач клинической фармакокинетики целесообразно и необходимо использовать математическое моделирование. Часто именно выбор адекватной модели, подходящего алгоритма идентификации ее параметров по имеющимся измерениям концентрации препарата, моментов времени взятия проб крови в ходе процедуры мониторинга определяют точность прогноза эффективности и безопасности терапии, а иногда и саму возможность такого прогноза.

Методы. В общем виде ФК-модель может быть представлена как система дифференциальных уравнений, записанная на основе баланса масс (скорость изменения количества препарата в камере модели равна разности между скоростью поступления в нее и скорости выведения из нее препарата). В общем виде такая система дифференциальных уравнений, описывающая кинетику лекарственного препарата в организме, может быть записана так [8]:

$$\dot{X} = F(X, \theta, U, t), \quad X(0) = X_0 \quad (1)$$

где θ – вектор параметров размерности m , $U(t)$ – входы модели, задающие способы введения препарата, $X(t)$ – вектор переменных модели размерности n (обычно количества препарата в камерах модели), время $t \in [0, T]$. T – задано.

К системе уравнений (1) добавляются начальные условия:

$$X(0) = X_0 \quad (2)$$

Модель кинетики дополняется системой уравнений регистрации или измерений концентрации препарата в тест-тканях или измерения показателей эффектов:

$$Y(t) = Z(X(t), \theta) \quad (3)$$

Линейной многокамерной модели соответствует система дифференциальных уравнений баланса масс с постоянными коэффициентами (константами скорости переноса):

$$\dot{X} = A(\theta)X \quad (4)$$

$$X(0) = X_0 \quad (5)$$

где $A(\theta)$ - $n \times n$ – матрица элементы которой зависят от вектора параметров.

Для линейной модели кинетики измерения концентрации препарат в тест-тканях производятся в моменты времени $t_j, j = \overline{0, p}$:

$$Y(t_j) = C * X(t_j, \theta) \quad (6)$$

Здесь p – число измерений, C – n -вектор.

Частным случаем (4)-(5) являются дифференциальные уравнения, описывающие динамику изменения количества лекарственных средств имеющий следующий вид:

$$\begin{aligned} \frac{dC_1}{dt} &= -k_1 C_1 \\ \frac{dC_2}{dt} &= k_1 C_1 - (k_2 C_2 + k_3 C_2) + k_4 C_4 \\ \frac{dC_3}{dt} &= k_2 C_2 \\ \frac{dC_4}{dt} &= k_3 C_2 - k_4 C_4 \end{aligned} \quad (7)$$

К системе уравнений (7) добавляются начальные условия:

$$\begin{aligned} C_1(0) &= C_0, \quad C_2(0) = 0, \\ C_3(0) &= 0, \quad C_4(0) = 0, \end{aligned} \quad (8)$$

где $C_i(t)$ - концентрации компонентов в момент времени t , k_i - константы скорости отдельных стадий реакций.

Задача (7)-(8) описывает процесс распределения лекарственного средства в организме. В этой задаче организм разделен на три камеры. Центральная камера 1 – это часть организма, в состав которой входят сердце и кровяная система, вторая камера – это органы с высоким кровоснабжением (почки, печень, легкие). Остальная часть организма относится к третьей камере, состоящей из тканей с низким кровоснабжением (жир, кости, мышцы и т.д.) [1].

Обсуждение. При исследовании фармакокинетической модели (4)-(5) возникают следующие задачи:

1) **Прямая задача.** К прямым задачам моделирования относят задачи, ориентированные по ходу причинно-следственной связи, т.е. задачи получения неизвестных следствий заданных причин.

При заданных постоянных значениях элементов матрицы $A(\theta)$ и начальных условиях (5) можно решить систему уравнений (4) методом Рунге-Кутты [9-10], т.е. получить значений переменных выхода, моделирующих изменение концентрации во времени в камерах модели, по известным значениям ее параметров, заданной схеме эксперимента и заданным значениям модельных входов. Таким образом можно рассчитать и визуализировать профили изменения концентрации препарата во всех камерах модели.

2) **Обратная задача.** Обратные задачи связаны с обращением причинно-следственной связи, т.е. задачи определения неизвестных причин известных следствий. Такие задачи возникают обычно как задачи интерпретации тех или иных наблюдений или как задачи восстановления внутреннего состояния объекта по его внешним проявлениям [11]. Для (4) - (5) это задачи идентификации индивидуальных неизвестных параметров (элементов матрицы $A(\theta)$ от параметров (θ)) и по результатам измерения концентрации изучаемого препарата в тест-камерах (6).

Для идентификации параметров модели (4)-(5) существуют много методов, основанных на минимизации функционалов, зависящих от экспериментальных и прогнозных данных [12-13]:

$$S = \sum_{j=0}^p (Y_j^{ex} - C * X(t_j, \theta))^2 \rightarrow \min \quad (9)$$

или решении системы нелинейных алгебраических уравнений

$$C * X(t_j, \theta) = Y_j^{ex}, j = \overline{1, p}, \quad (10)$$

где Y_j^{ex} измеренное значение в момент времени $t_j, j = \overline{0, p}$,

$X(t_j, \theta)$ – решение системы дифференциальных уравнений (4).

Запишем решение системы (4) в виде

$$X(t, \theta) = e^{A(\theta)t} * X_0 \quad (11)$$

Как известно [9- 10] построение матрицы $e^{A(\theta)t}$ – довольно сложная задача, тем более зависящей от параметров θ . Поэтому многие исследователи фармакокинетических моделей ограничиваются тремя камерами [14-15].

Решение систему уравнений (4)-(5) запишем в виде интегрального уравнения:

$$X(t, \theta) = X_0 + \int_0^t A(\theta) * X(\tau, \theta) d\tau, \quad (12)$$

$$t \in [0, T]$$

Уравнение (12) является частным случаем интегрального уравнения Вольтерра второго рода [16]

$$y(t) = f(t) + \mu \int_0^t K(t, \tau) * y(\tau) d\tau, \quad (13)$$

где

$$y(t) = X(t, \theta); f(t) = X_0; K(t, \tau) = A(\theta),$$

$$\mu = 1 \quad (14)$$

Теорема 1. Уравнение (12) имеет единственное непрерывное решение при заданных фиксированных значениях параметров θ . Это решение может быть найдено методом последовательных приближений.

Доказательство. Т.к. матрица $A(\theta)$ и вектор начальных условий матрица X_0 при фиксированных значениях параметров θ являются постоянными, то тем самым выполнены все условия теоремы 7.1 [16]. Отсюда следует справедливость утверждения теоремы.

Для уравнения (13) обозначим оператор Вольтерра через

$$By = \int_0^t K(t, \tau) * y(\tau) d\tau$$

Определим повторное ядро оператора Вольтерра:

$$B^n y = \int_0^t K_n(t, \tau) * y(\tau) d\tau,$$

$$K_n(t, s) = \int_s^t K(t, \tau) K_{n-1}(\tau, s) d\tau,$$

$$R(t, s) = \sum_{n=1}^{\infty} K_n(t, s)$$

Пусть $M = \sup_{0 \leq t, s \leq T} |K(t, s)|$. Тогда для вторых ядер справедливо

$$|K_n(t, s)| \leq \frac{M^n * (t - s)^n}{(n - 1)!}$$

Тогда решение уравнения (13) примет вид

$$y(t) = f(t) + \int_0^t R(t, \tau) * f(\tau) d\tau \quad (15)$$

Вместо $y(\tau)$ в (15) подставим $X(\tau, \theta)$

Отсюда в силу независимости матрицы $A(\theta)$ от времени получим

$$X(t, \theta) = \left(E + A(\theta)t + \frac{1}{2} A(\theta)^2 * t^2 \dots + \frac{1}{k!} A(\theta)^k * t^k + \dots \right) * X_0 \quad (16)$$

Для достаточно больших k величина $\frac{1}{k!} \|A(\theta)^k * t^k\|$ становится малой и (16) можно переписать в виде

$$X(t, \theta) = \left(E + \sum_{k=1}^r \frac{1}{k!} A(\theta)^k * t^k \right) * X_0 \quad (17)$$

Даже в предположении, что параметры θ входят линейно в элементы матрицы $A(\theta)$, то решение $X(t, \theta)$ в (17) будет зависеть от полиномов степени r по θ [17].

В случае если размерность m вектора параметров θ совпадает с числом измерений p в (6), то неизвестные параметры θ могут быть найдены из решения системы нелинейных уравнений:

$$C * \left(E + \sum_{k=1}^r \frac{1}{k!} A(\theta)^k * t^k \right) * X_0 = Y_j^{ex},$$

$$j = \overline{1, p} \quad (18)$$

В общем случае, необходимо неизвестные параметры θ находить из условия минимума функционала:

$$S = \sum_{j=0}^p \left(Y_j^{ex} - C * \left(E + \sum_{k=1}^r \frac{1}{k!} A(\theta)^k * t^k \right) * X_0 \right)^2 \rightarrow \min \quad (19)$$

Минимум функционала (19) можно найти численными методами. В частности, в статье применен градиентный метод [18-19].

Для практического применения полученных теоретических результатов проблематичной выглядит построение матриц $A(\theta)^k, k = 1, 2, \dots$, элементы которой представляют собой полиномы степени k по параметрам θ .

Для их вычисления предлагается использование систем компьютерной алгебры. В предлагаемой работе использована система MatLab [20-21].

Результаты. Появление в 20-м веке нового направления математической науки - компьютерной алгебры - позволило автоматизировать процесс получения уравнений математической модели динамических систем на основе систем аналитических вычислений (САВ) [22].

САВ сначала предоставляли основной набор процедур обработки алгебраических выражений: вычисление, подстановка, упрощение, дифференцирование.

Затем на их основе были реализованы более сложные операции: разложение в ряды, канонизация выражений, интегрирование в частных случаях. С разнообразными пакетами они применяются во многих областях - от решения задач небесной механики до теоретических исследований алгоритмов [23].

Дальнейшие исследования проведем на примере модели, описываемой уравнениями (7)-(8).

Здесь примем $n=4$, $m=1$, $T=5$, $p=1$, $t_1=T/2$. Тогда в (4)-(6) матрица $A(\theta)$, вектор параметров X_0 и вектор измерений Y примут вид:

$$A(\theta) = \begin{pmatrix} -k_1 & 0 & 0 & 0 \\ k_1 & -0.5 & 0 & 0.4 \\ 0 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0 & 0.3 & 0 & -0.4 \end{pmatrix}$$

$$X_0 = (C_0, 0, 0, 0), Y = (0, 1, 0, 0) \quad (20)$$

При следующих значениях параметров $k_1 = 0.5$ и $C_0 = 5.0$ методом Рунге-Кутты найдено численное решение, представленное на рис. 2.

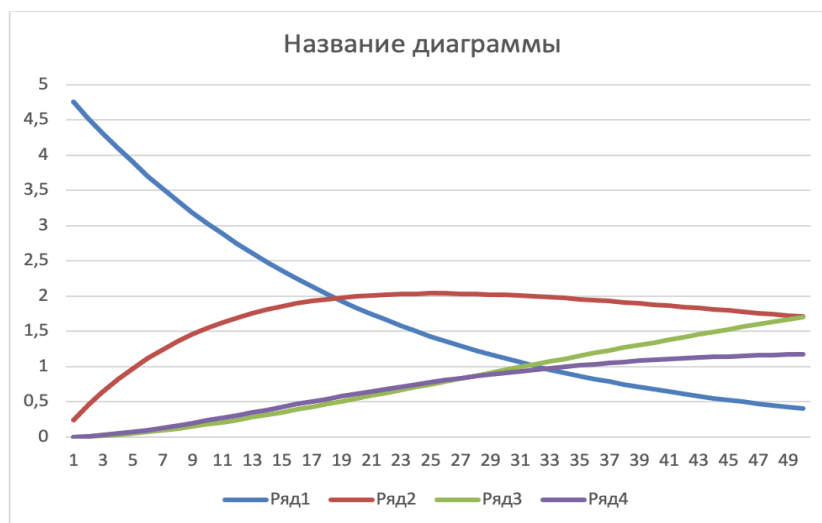


Рис. 2. Траектория системы, полученная методом Рунге-Кутты

На основе программы, написанной на языке Delphi, получено решение по формуле (17), при следующих значениях $\tau=10$.

Для оценки отброшенного последнего слагаемого справедливо:

$$\frac{1}{k!} \|A(\theta)^k * t^k\| = \frac{1}{10!} \|A(\theta)^{10} * t^{10}\| = \frac{1}{3628800} 0,5^{10} * 5,0^{10} = \frac{1}{3628800} 0,001 * 9765625 = 0,003 \quad (21)$$

На рисунке 3 представлены графики решений, полученных по формуле (17).

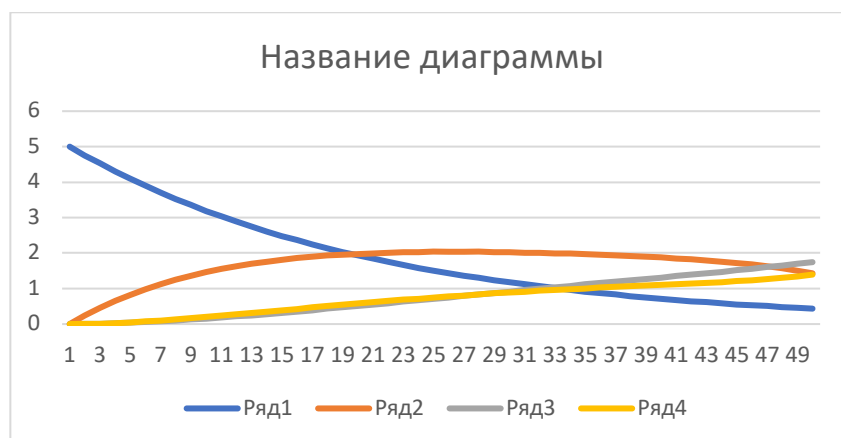


Рис. 3. Траектория системы, полученная по формуле (17)

Для нахождения аналитического решения системы (20) примем $T = 1$ и $r=5$,

что обеспечит более компактную запись и оценка (21) примет вид:

$$\frac{1}{k!} \|A(\theta)^k * t^k\| = \frac{1}{5!} \|A(\theta)^5 * t^5\| = \frac{1}{120} 0,5^5 * 1,0^5 = \frac{1}{120} 0,031 = 0,0002$$

При следующих значениях параметров $k_1 = 0.5$ и $C_0 = 2.0$ методом Рунге - Кутта найдено

численное решение, представленное на рис. 4. Рисунок получен средствами MatLab.

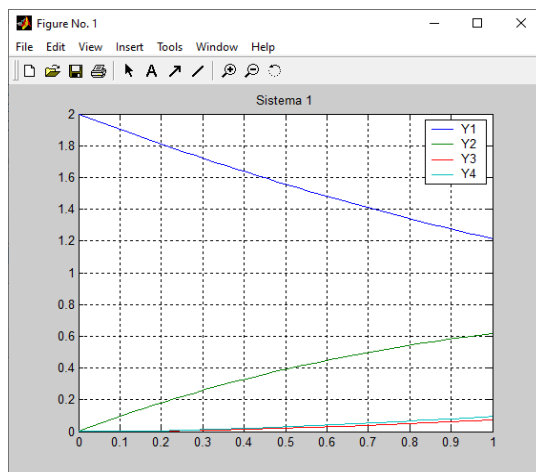


Рис. 4. Траектория системы, полученная методом Рунге-Кутта

Для получения аналитического решения по формуле (17) системы (20) при значениях $T = 1$ и $r=5$ с помощью MatLab получим:

$$A(\theta) = \begin{pmatrix} -\theta & 0 & 0 & 0 \\ \theta & -0.5 & 0 & 0.4 \\ 0 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0 & 0.3 & 0 & -0.4 \end{pmatrix},$$

$$A^2(\theta) = \begin{pmatrix} -\theta^2 & 0 & 0 & 0 \\ -\theta^2 - 0.5\theta & 0.37 & 0 & -0.36 \\ 0.2\theta & -0.1 & 0 & 0.08 \\ 0.3\theta & -0.27 & 0 & 0.28 \end{pmatrix},$$

$$A^3(\theta) = \begin{pmatrix} -\theta^3 & 0 & 0 & 0 \\ \theta^3 + 0.5\theta^2 + 0.37\theta & -0.293 & 0 & 0.292 \\ -0.2\theta^2 - 0.1\theta & 0.07 & 0 & 0.07 \\ -0.3\theta^2 - 0.27\theta & 0.219 & 0 & -0.22 \end{pmatrix},$$

$$A^4(\theta) = \begin{pmatrix} \theta^4 & 0 & 0 & 0 \\ -\theta^4 - 0.5\theta^3 - 0.37\theta^2 - 0.293\theta & 0.234 & 0 & -0.234 \\ 0.2\theta^3 + 0.1\theta^2 + 0.74\theta & -0.058 & 0 & 0.058 \\ 0.3\theta^3 + 0.27\theta^2 + 0.219\theta & -0.175 & 0 & 0.175 \end{pmatrix},$$

$$A^5(\theta) = \begin{pmatrix} -\theta^5 & 0 & 0 & 0 \\ \theta^5 + 0.5\theta^4 + 0.37\theta^3 + 0.293\theta^2 + 0.234\theta & -0.187 & 0 & 0.187 \\ -0.2\theta^4 - 0.1\theta^3 - 0.074\theta^2 - 0.586\theta & 0.046 & 0 & -0.046 \\ -0.3\theta^4 - 0.27\theta^3 - 0.219\theta^2 - 0.175\theta & 0.14 & 0 & -0.14 \end{pmatrix}$$

При фиксированном значении параметра $\theta = 0.5$, формула (22) примет вид:

$$A(0.5) = \begin{pmatrix} -0.5 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & -0.5 & 0 & 0.4 \\ 0 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0 & 0.3 & 0 & -0.4 \end{pmatrix}, A^2(0.5) = \begin{pmatrix} -0.25 & 0 & 0 & 0 \\ -0.50 & 0.37 & 0 & -0.36 \\ 0.1 & -0.1 & 0 & 0.08 \\ 0.15 & -0.27 & 0 & 0.28 \end{pmatrix},$$

$$A^3(0.5) = \begin{pmatrix} -0.125 & 0 & 0 & 0 \\ 0.435 & -0.293 & 0 & 0.292 \\ -0.1 & 0.07 & 0 & 0.07 \\ -0.210 & 0.219 & 0 & -0.22 \end{pmatrix}, A^4(0.5) = \begin{pmatrix} 0.062 & 0 & 0 & 0 \\ 0.364 & 0.234 & 0 & -0.234 \\ 0.087 & -0.058 & 0 & 0.058 \\ 0.214 & -0.175 & 0 & 0.175 \end{pmatrix},$$

$$A^5(0.5) = \begin{pmatrix} -0.031 & 0 & 0 & 0 \\ 0.299 & -0.187 & 0 & 0.187 \\ -0.072 & 0.046 & 0 & -0.046 \\ -0.195 & 0.14 & 0 & -0.14 \end{pmatrix}$$

При обозначении

$$M(t, \theta) = E + \sum_{k=1}^r \frac{1}{k!} A(\theta)^k * t^k$$

формула (17) примет вид:

$$X(t, \theta) = M(t, \theta) * X_0 \quad (23)$$

Вычислим матрицу

$$M(\theta, t) = \begin{pmatrix} M_{11} & 0 & 0 & 0 \\ M_{21} & M_{22} & 0 & M_{24} \\ M_{31} & M_{32} & 1 & M_{34} \\ M_{41} & M_{42} & 0 & M_{44} \end{pmatrix}$$

элементы которой зависят от параметра θ и времени t имеют вид (полиномы степени 5):

$$M_{11}(\theta, t) = 1 - t * \theta + 0.5 * t^2 * \theta^2 - 1/6 * t^3 * \theta^3 + 1/24 * t^4 * \theta^4 - 1/120 * t^5 * \theta^5,$$

$$M_{21}(\theta, t) = t * \theta + \frac{1}{2} * t^2 * (-\theta^2 - 0.5 * \theta) + \frac{1}{6} * t^3 * (\theta^3 + 0.5 * \theta^2 + 0.37 * \theta) +$$

$$+ \frac{1}{24} * t^4 * (-\theta^4 - 0.5 * \theta^3 - 0.37 * \theta^2 - 0.293 * \theta) +$$

$$+ \frac{1}{120} * t^5 * (\theta^5 + 0.5 * \theta^4 + 0.37 * \theta^3 + 0.293 * \theta^2 + 0.234 * \theta),$$

$$M_{22}(\theta, t) = 1 - 0.5 * t + 0.185 * t^2 - 0.048 * t^3 + 0.009 * t^4 - 0.001 * t^5,$$

$$M_{24}(\theta, t) = 0.4 * t - 0.180 * t^2 + 0.048 * t^3 - 0.009 * t^4 + 0.001 * t^5,$$

$$M_{31}(\theta, t) = 0.1 * t^2 * \theta + 1/6 * t^3 * (-0.2 * \theta^2 - 0.1 * \theta) + 1/24 * t^4 * (0.2 * \theta^3 + 0.1 * \theta^2 + 0.074 * \theta) +$$

$$+ 1/120 * t^5 * (-0.2 * \theta^4 - 0.1 * \theta^3 - 0.074 * \theta^2 - 0.058 * \theta),$$

$$M_{32}(\theta, t) = 0.2 * t - 0.05 * t^2 + 0.012 * t^3 - 0.002 * t^4 + 0.0004 * t^5,$$

$$M_{34}(\theta, t) = 0.04 * t^2 - 0.012 * t^3 + 0.002 * t^4 - 0.0004 * t^5,$$

$$M_{41}(\theta, t) = 0.15 * t^2 * \theta + 1/6 * t^3 * (-0.3 * \theta^2 - 0.27 * \theta) + 1/24 * t^4 * (0.3 * \theta^3 + 0.27 * \theta^2 + 0.219 * \theta) + 1/120 * t^5 * (-$$

$$0.3 * \theta^4 - 0.27 * \theta^3 - 0.219 * \theta^2 - 0.1755 * \theta),$$

$$M_{42}(\theta, t) = 0.3*t - 0.135*t^2 + 0.036*t^3 - 0.007*t^4 + 0.001*t^5,$$

$$M_{44}(\theta, t) = 1 - 0.4*t + 0.14*t^2 - 0.036*t^3 + 0.007*t^4 - 0.001*t^5$$

При фиксированном значении параметра $\theta = 0.5$ матрица $M(0.5, t)$ примет вид:

$$M_{11}(0.5, t) = 1 - 0.5*t + 0.125*t^2 - 0.02*t^3 - 0.02*t^4 + 0.001*t^5,$$

$$M_{21}(0.5, t) = 0.5 * t - 0.25 * t^2 + 0.072 * t^3 - 0.015 * t^4 + 0.002 * t^5,$$

$$M_{22}(0.5, t) = 1 - 0.5*t + 0.185*t^2 - 0.048*t^3 + 0.009*t^4 - 0.001*t^5,$$

$$M_{24}(0.5, t) = 0.4*t - 0.180*t^2 + 0.048*t^3 - 0.009*t^4 + 0.001*t^5,$$

$$M_{31}(0.5, t) = 0.05*t^2 - 0.016*t^3 + 0.003*t^4 - 0.003*t^5,$$

$$M_{32}(0.5, t) = 0.2*t - 0.05*t^2 + 0.012*t^3 - 0.002*t^4 + 0.0004*t^5,$$

$$M_{34}(0.5, t) = 0.04*t^2 - 0.012*t^3 + 0.002*t^4 - 0.0004*t^5,$$

$$M_{41}(0.5, t) = -0.075*t^2 - 0.035*t^3 + 0.009*t^4 - 0.001*t^5,$$

$$M_{42}(0.5, t) = 0.3*t - 0.135*t^2 + 0.036*t^3 - 0.007*t^4 + 0.001*t^5,$$

$$M_{44}(0.5, t) = 1 - 0.4*t + 0.14*t^2 - 0.036*t^3 + 0.007*t^4 - 0.001*t^5$$

Тогда аналитическое решение примет вид:

$$X(\theta, t) = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \end{pmatrix}$$

где

$$X_1(\theta, t) = 2 - 2*t*\theta + t^2*\theta^2 - 1/3*t^3*\theta^3 + 1/12*t^4*\theta^4 - 1/60*t^5*\theta^5,$$

$$X_2(\theta, t) = 2*t*\theta + t^2*(-\theta^2 - 0.5*\theta) + 1/3*t^3*(\theta^3 + 0.5*\theta^2 + 0.37*\theta) + 1/12*t^4*(-\theta^4 - 0.5*\theta^3 - 0.37*\theta^2 - 0.293*\theta) + 1/60*t^5*(\theta^5 + 0.5*\theta^4 + 0.37*\theta^3 + 0.293*\theta^2 + 0.2341*\theta),$$

$$X_3(\theta, t) = 0.2*t^2*\theta + 1/3*t^3*(-0.2*\theta^2 - 0.10*\theta) + 1/12*t^4*(0.2*\theta^3 + 0.10*\theta^2 + 0.074*\theta) + 1/60*t^5*(-0.2*\theta^4 - 0.10*\theta^3 - 0.074*\theta^2 - 0.058*\theta), \quad (24)$$

$$X_4(\theta, t) = 0.3*t^2*\theta + 1/3*t^3*(-0.3*\theta^2 - 0.27*\theta) + 1/12*t^4*(0.3*\theta^3 + 0.27*\theta^2 + 0.219*\theta) + 1/60*t^5*(-0.3*\theta^4 - 0.27*\theta^3 - 0.219*\theta^2 - 0.175*\theta).$$

При фиксированном значении $\theta = 0.5$

$$X_1(0.5, t) = 2 - t + 0.25*t^2 - 0.041*t^3 + 0.005*t^4 - 0.0005*t^5,$$

$$X_2(0.5, t) = t - 0.5*t^2 + 0.145*t^3 - 0.03*t^4 + 0.005*t^5, \quad (25)$$

$$X_3(0.5, t) = 0.1*t^2 - 0.033*t^3 + 0.007*t^4 - 0.001*t^5,$$

$$X_4(0.5, t) = 0.15*t^2 - 0.07*t^3 + 0.17*t^4 - 0.003*t^5.$$

График функций (25) совпадает с графиками на рисунке 5 (максимальная разница достигает 0.001) и в этой связи не приводится.

В случае если размерность m вектора параметров θ совпадает с числом измерений p в (6), то неизвестные параметры θ могут быть найдены из решения системы нелинейных уравнений:

$$C * \left(E + \sum_{k=1}^r \frac{1}{k!} A(\theta)^k * t^k \right) * X_0 = Y_j^{ex}, j = \overline{1, p}. \quad (18)$$

Решим обратную задачу фармакокинетики, т.е. найдем значение параметра θ при $T = 0.5$ и известном значении $Y_1^{ex} = 1.5644$.

Решим нелинейное уравнение $X_1(\theta, 0.5) = 1.5644$ методом дихотомии. Для этого введем обозначение $f(\theta) = X_1(\theta, 0.5) - 1.5644$.

В таблице приведены результаты расчетов.

№	θ_1	θ_2	$\theta_3 = (\theta_2 + \theta_1)/2$	$\theta_2 - \theta_1$	$f(\theta_3)$
1	0.1000	0.7000	0.4000	0.6000	-0.0730
2	0.4000	0.7000	0.5500	0.3000	0.0453
3	0.4000	0.5500	0.4750	0.1500	-0.0127
4	0.4750	0.5500	0.5125	0.0750	0.0166
5	0.4750	0.5125	0.4937	0.0375	0.0020
6	0.4750	0.4937	0.4844	0.0187	-0.0054
7	0.4844	0.4937	0.4891	0.0094	-0.0017
8	0.4891	0.4937	0.4914	0.0047	0.0001
9	0.4891	0.4914	0.4902	0.0023	-0.00007
10	0.4902	0.4914	0.4908	0.0012	-0.00003

Результаты расчетов показали быструю сходимость к искомому значению $\theta=0.5$ уже на 10-й итерации с точностью 0.001.

Выводы. Исследована n-камерная фармакокинетическая модель, описываемая обыкновенными дифференциальными уравнениями. На основе сведения рассматриваемой модели к интегральному уравнению Вольтерра второго рода получен аналитический вид его решения. На основе применения компьютерной алгебры разработан конструктивный алгоритм построения аналитического решения

фармакокинетической модели, зависящий от параметров и времени. Разработано программное обеспечение на MatLab. Эффективность предложенного алгоритма продемонстрирована на модельной задаче: решение полученное методом Рунге-Кутты и аналитическое решение (25) совпадет с точностью 0.001.

Работа выполнена за счет средств грантового финансирования научных исследований на 2018-2020 годы по проекту AP05132044 «Разработка аппаратно-медицинского комплекса оценки психофизиологических параметров человека».

Литература

1. Сергиенко В.И., Джеллифф Р., Бондарева И.Б. Прикладная фармакокинетика: основные положения и клиническое применение. – М.: Изд-во РАМН.- 2003. – 208 с.
2. Lin H.H., Beck C., Bloom M. Multivariable lpv control of anesthesia delivery during surgery // Proceedings of the American Control Conference.- 2008. – pp. 825-831.
3. Grevel J., Whiting B. The relevance of pharmacokinetics to optimal intravenous anesthesia // Anesthesiology, 1987. – Vol. 66. – №1. – pp. 1-2.
4. Brain-Gut and Research Group Pharmacokinetics study. Available at <http://www.braingut.com/pharmacokinetics.asp>.

5. Krüger-Thiemer E. Continuous intravenous infusion and multicompartment accumulation // *European Journal of Pharmacology*.-, 1968. – Vol. 4. – №3. – pp. 317-324.
6. Shafer S.L., Gregg K.M. Algorithms to rapidly achieve and maintain stable drug concentrations at the site of drug effect with a computer-controlled infusion pump // *Journal Pharmacokinetics and Biopharmacokinetics*.- 1992. – Vol.20. – № 2. – pp.147-162.
7. Самура Б.А., Дралкин А.В. Фармакокинетика. – Харьков: Основа.- 1996. – 288 с.
8. Варфоломеев С.Д., Гуревич К.Г. Биокинетика: Практический курс. – М.: ФАИР-ПРЕСС.- 1999. – 720 с.
9. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. – М.: Наука.- 1974. – 331с.
10. Хайпер Э, Ваннер Г. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Жесткие и дифференциально-алгебраические задачи. – М.: Мир.- 1999. – 685 с.
11. Сейдж Э.П. Идентификация систем управления. – М.: Наука.- 1974. – 248 с.
12. Бондарева И.Б. Математическое моделирование в фармакокинетике и фармакодинамике // Дис. доктора биологических наук по специальности 14.00.25+05.13.1. – М.- 2001. – 372 с.
13. Петко В.И. Методы идентификации нелинейных динамических объектов. – Минск: Беларуская навука.- 2016. – 139 с.
14. Urmashev B.A., Tursynbay A.T., Temirbekov A.N., Amantayeva A.B. Solving the Reverse Problems of Pharmacokinetics for a Linear Two-Compartment Model with Absorption. The IEEE 12th International Conference Application of Information and Communication Technologies. – Almaty, Kazakhstan.- 2018. – pp. 33-39.
15. Буданов В.В., Ломова Т. Н., Рыбкин В. В. Химическая кинетика. – СПб.: Изд-во Лань.- 2014. – 288 с.
16. Васильев А.Б., Тихонов Н.А., Интегральные уравнения. – М.: МГУ.- 1989. –156 с.
17. Верлань А.Ф., Сизиков В.С. Интегральные уравнения: методы, алгоритмы, программы. – Киев: Наукова Думка.- 1986. – 544 с.
18. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. – М.: Наука.- 1988. – 552 с.
19. Измаилов А.Ф., Солодов М.В. Численные методы оптимизации. – М.: Физматлит.- 2005. – 304 с.
20. Аладьев В.З., Бойко В.К., Ровба Е.А. Программирование и разработка приложений в Maple. Гродно: ГрГУ; Таллинн: Межд. Акад. Ноосферы.- 2007. – 458 с.
21. Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в Matlab. – СПб.: Питер: Изд. группа BHV.- 2005 – 512 с.
22. Акритас А.Г. Основы компьютерной алгебры с приложениями. – М.: Мир.- 1994. – 544 с.
23. Дьяконов В.П. Системы компьютерной алгебры Derive. – М.: Солон-Пресс.- 2002. – 320 с.

References

1. Sergienko V. I., Jelliffe R., Bondareva I. B., Applied pharmacokinetics: basic provisions and clinical application. – М.: Publishing house of the Russian Academy of medical Sciences.- 2003. – 208 p.
2. Lin H.H., Beck C., Bloom M., Multivariable lqv control of anesthesia delivery during surgery // *Proceedings of the American Control Conference*.- 2008. – pp. 825-831.
3. Grevel J., Whiting B., The relevance of pharmacokinetics to optimal intravenous anesthesia // *Anesthesiology*.- 1987. – Vol. 66. – №1. – pp. 1-2.
4. Brain-Gut and Research Group Pharmacokinetics study. Available at <http://www.braingut.com/pharmacokinetics.asp>.
5. Krüger-Thiemer E., Continuous intravenous infusion and multicompartment accumulation // *European Journal of Pharmacology*.- 1968. – Vol. 4. – №3. – pp. 317-324.
6. Shafer S.L., Gregg K.M., Algorithms to rapidly achieve and maintain stable drug concentrations at the site of drug effect with a computer-controlled infusion pump // *Journal Pharmacokinetics and Biopharmacokinetics*./- 1992. – Vol.20. – № 2. – pp.147-162.
7. Samura B. A., Dralkin A.V., Pharmacokinetics. – Kharkiv: Osnova.- 1996. – 288 p.
8. Varfolomeev S. D., Gurevich K. G., Biokinetics: a Practical course. – Moscow: fair-PRESS.- 1999. – 720 p.
9. Pontryagin L. S., Ordinary differential equations. – Moscow: Nauka, 1974. – 331 p.
10. Hairer E., Wanner G., Solution of ordinary differential equations. Rigid and differential-algebraic problems. – М.: Mir.- 1999. – 685 p.
11. Sage E. P. Identification of control systems. – Moscow: Nauka.- 1974. – 248 p.
12. Bondareva I. B., Mathematical modeling in pharmacokinetics and pharmacodynamics // Dis. doctor of biological Sciences, specialty 14.00.25+05.13.1. – М.- 2001. – 372 p.
13. Petko V. I. methods of identification of nonlinear dynamic objects. – Minsk: Belorusskaya Navuka.- 2016. – 139 p.

14. Urmashev B.A., Tursynbay A.T., Temirbekov A.N., Amantayeva A.B. Solving the Reverse Problems of Pharmacokinetics for a Linear Two-Compartment Model with Absorption. The IEEE 12th International Conference Application of Information and Communication Technologies. – Almaty.- Kazakhstan. 2018. – pp. 33-39.
15. Budanov V. V., Lomova T. N., Rybkin V. V., Chemical kinetics. – St. Petersburg: LAN publishing house.- 2014. – 288 p.
16. Vasiliev A. B., Tikhonov N. A., Integral equations. – Moscow: MSU.- 1989. -156 p.
17. Verlan A. F., Sizikov V. S., Integral equations: methods, algorithms, programs. – Kiev: Naukova Dumka.- 1986. – 544 p.
18. Vasiliev F. P., Numerical methods for solving extreme problems. – Moscow: Nauka.- 1988. – 552 p.
19. Izmailov A. F., Solodov M. V., Numerical optimization methods. – M.: Fizmatlit.- 2005. – 304 p.
20. Aladjev V. Z., Boiko V. K., Rovba E. A., Programming and application development in Maple. Grodno: Yanka Kupala State University; Tallinn: Int. Acad. The noosphere.- 2007. – 458 p.
21. Lazarev Yu., Modeling processes and systems in Matlab. – St. Petersburg: Peter: publishing house group BNV.- 2005 – 512 p.
22. Akritas A. G., Fundamentals of computer algebra with applications. – M.: Mir.- 1994. – 544 p.
23. Diakonov V. P., Computer algebra systems Derive. – Moscow: Solon-Press.- 2002. – 320 p.

Сведения об авторах

Мазаков Талгат Жакупович – доктор физ.-мат. наук, главный научный сотрудник, Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК;

Джомартова Шолпан Абдразаковна – доктор техн.наук, доцент КазНУ имени аль-Фараби;

Турсынбай Айсулу Тауасарқызы – докторант КазНУ имени аль-Фараби;

Жақып Ботагөз Маратқызы – докторант КазНУ имени аль-Фараби.

УДК 51-76; 004.8

Ш.А. Джомартова, Г.С. Байрбекова, Т.С. Шорманов, Г.З. Зиятбекова, М.С. Әлиасқар, А.Т. Мазакова
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, jomartova@mail.ru)

МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ

Аннотация. Статья посвящена разработке системы биометрической идентификации человека по лицу, отпечаткам пальца и голосу. В качестве информативных признаков биометрической идентификации человека по лицу использованы двумерные и трехмерные характеристики лица человека, учитывающие площадь и объем. Для учета таких явлений, как сдвиг портрета, разный масштаб фотографий и наклон идентифицируемого лица, разработан сложный алгоритм идентификации. Для биометрической идентификации человека по отпечаткам пальцев использован сканер FPM10A и микроконтроллер Arduino. Идентификационные признаки основаны на анализе строения папиллярных узоров на пальца: тип и вид папиллярного узора; направление и крутизна потоков папиллярных линий; строение центрального рисунка узора; строение дельты; количество папиллярных линий между центром и дельтой и множество других признаков.

Другой тип признаков – локальные. Их также называют минуциями (особенностями или особыми точками) – уникальные признаки присущие только конкретному отпечатку, определяющие пункты изменения структуры папиллярных линий (окончание, раздвоение, разрыв и т. д.), ориентацию папиллярных линий и координаты в этих пунктах. Каждый отпечаток может содержать до 70 и более минуций. Для биометрической идентификации человека по голосу использованы алгоритмы MFCC и PLP для цифровой обработки и анализа аудиозаписей. Для акустического анализа речи применены различные алгоритмы: скрытые марковские модели, модель смеси гауссовских распределений. Получен результат определения тональности речи и содержательности речи для целей идентификации по голосу. На СУБД Visual FoxPro разработана «Многопараметрическая автоматизированная система биометрической идентификации личности».

Ключевые слова: защита информации, двухмерное и трехмерное изображение, идентификация, папиллярные узоры, характеристика голоса, человеческая речь, акустическое моделирование.

Sh.A. Jomartova, G.S. Bayrbekova, T.S. Shormanov, G.Z. Ziyatbekova, M.S. Aliaskar, A.T. Mazakova
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, jomartova@mail.ru)

MULTIPARAMETER AUTOMATED SYSTEM FOR BIOMETRIC IDENTIFICATION OF A PERSON

Abstract. The article is devoted to the development of a system for biometric identification of a person by face, fingerprints and voice. As informative signs of biometric identification of a person by face, two-dimensional and three-dimensional characteristics of a person's face were used, taking into account the area and volume. A sophisticated identification algorithm has been developed to take into account such phenomena as portrait shift, different photo scales and the tilt of the identified person. For biometric identification of a person by fingerprints, an FPM10A scanner and an Arduino microcontroller were used. Identification signs are based on the analysis of the structure of papillary patterns on the finger: type and type of papillary pattern; direction and steepness of streams of papillary lines; the structure of the central pattern of the pattern; delta structure; the number of papillary lines between the center and the delta and many other signs.

Another type of signs is local. They are also called minutiae (features or special points) - unique features inherent only in a particular imprint, determining the points of change in the structure of papillary lines (ending, bifurcation, break, etc.), the orientation of the papillary lines and coordinates at these points. Each print can contain up to 70 or more minutes. For biometric identification of a person by voice, the MFCC and PLP algorithms are used for digital processing and analysis of audio recordings. Various algorithms are used for acoustic analysis of speech: hidden Markov models, a model of a mixture of Gaussian distributions. The result of determining the tone of speech and the content of speech for the purposes of identification by voice is obtained. The "Multiparameter automated system of biometric identification of a person" has been developed on the Visual FoxPro DBMS.

Key words: information security, two-dimensional and three-dimensional image, identification, papillary patterns, voice characteristics, human speech, acoustic modeling.

Ш.А. Джомартова, Г.С. Байрбекова, Т.С. Шорманов, Г.З. Зиятбекова, М.С. Әлиасқар, А.Т. Мазакова
(әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан
jomartova@mail.ru)

АДАМДЫ БИОМЕТРИЯЛЫҚ СӘЙКЕСТЕНДІРУДІҢ КӨППАРАМЕТРЛІ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕСІ

Аңдатпа. Мақала адамды бет, саусақ іздері мен дауысы бойынша биометриялық сәйкестендіру жүйесін жасауға арналған. Адамның бет-әлпетінің екі өлшемді және үш өлшемді сипаттамалары, ауданы мен көлемін ескере отырып, тұлғаны биометриялық сәйкестендірудің ақпараттық белгілері ретінде қолданылады. Портреттің ауысуы, әртүрлі фотосуреттер және сәйкестендірілген адамның еңкеюі сияқты құбылыстарды ескеретін күрделі сәйкестендіру алгоритмі жасалған. Саусақ іздері бойынша адамды биометриялық сәйкестендіру үшін FPM10A сканері және Arduino микроконтроллері қолданылды. Сәйкестендіру белгілері саусақтағы папиллярлы өрнектердің құрылымын талдауға негізделген: папиллярлық өрнектің түрі мен түрі; папиллярлық сызықтар ағындарының бағыты және тік болуы; өрнектің орталық өрнегінің құрылымын; атырау құрылымы; орталық пен дельта арасындағы папиллярлық сызықтардың саны және көптеген басқа белгілер.

Белгілердің тағы бір түрі - жергілікті. Оларды ерекшеліктері немесе арнайы нүктелеріне қарай минуция деп те атайды. Папиллярлық сызықтар құрылымының өзгеру нүктелерін анықтайтын (аяқталу, екі сызықты болуы, үзіліс және т.б.), сондай-ақ, папиллярлық сызықтар мен осы нүктелердегі координаттардың бағдарын анықтайтын, нақты ізге ғана тән ерекше белгілері болады. Саусақ іздерінің әр басылымы 70 немесе одан да көп минуцияны қамтуы мүмкін. Адамды дауысы бойынша биометриялық сәйкестендіруге, сонымен қатар цифрлық өңдеу мен аудиожазбаларды талдау үшін MFCC және PLP алгоритмдері қолданылады. Сөйлеудің акустикалық талдауы үшін әр түрлі алгоритмдер қолданылады: жасырын Марков модельдері, Гаусс үлестірімдері қоспасының моделі. Дауыспен сәйкестендіру мақсатында сөйлеу тонын және сөйлеу мазмұнын анықтаудың нәтижелері алынды. Visual FoxPro ДҚБЖ-да «Адамды биометриялық сәйкестендірудің көппараметрлі автоматтандырылған жүйесі» жасалды.

Түйін сөздер: ақпараттық қауіпсіздік, екі өлшемді және үш өлшемді сурет, сәйкестендіру, папиллярлық өрнектер, дауыстық сипаттама, адамның сөйлеуі, акустикалық модельдеу.

Введение. Проблема защиты информации и информационной безопасности является одним из важнейших аспектов развития современного общества. В настоящее время решение этой проблемы в области разработки и эксплуатации информационных систем различного назначения связано с разработкой всевозможных требований к обеспечению их безопасности и созданием программно-аппаратных средств от несанкционированного доступа [1-3].

Автоматическое распознавание человека для установления личности имеет большое количество приложений в различных областях. Проблемы общественной безопасности, потребность в удаленной аутентификации, развитие человеко-машинных интерфейсов вызывает повышенный интерес к данной технологии [4-5].

Все более широкое применение находят в системах контроля доступа к рабочим местам, мобильным устройствам, локальным и глобальным информационным ресурсам методы биометрической идентификации личности. Так как для реализации систем не требуется специализированная техника, а биометрический признак нельзя потерять, забыть или передать, наиболее перспективными являются системы,

принцип работы которых основан на распознавании лица человека [6].

В Указе Президента Республики Казахстан от 10 октября 2006 года N 199 «О Концепции информационной безопасности Республики Казахстан» отмечено: «Анализ современного состояния информационной безопасности в Казахстане показывает, что ее уровень в настоящее время не соответствует потребностям человека, общества и государства» и в качестве основной цели обеспечения информационной безопасности указано: «создание и укрепление национальной системы защиты информации, в том числе в государственных информационных ресурсах».

31 января 2017 г. Президент Республики Казахстан Нурсултан Абишевич Назарбаев обратился к казахстанцам с посланием «Третья модернизация Казахстана: глобальная конкурентоспособность». В этом обращении отмечена необходимость разработки и принятия программы «Цифровой Казахстан». В связи с этим по поручению Н.А. Назарбаева в целях обеспечения информационной безопасности общества и государства в сфере информатизации и связи, а также защиты неприкосновенности частной жизни граждан при использовании ими информационно-коммуникационных технологий разработана

Концепция «Киберщит Казахстана». В ней отмечено, что особого внимания требуют вопросы подготовки кадров в вузах Казахстана по информационной безопасности и разработки отечественных средств защиты информации.

Методы аутентификации, основанные на измерении биометрических параметров человека, обеспечивают 100 % идентификацию. На данный момент в биометрических системах для аутентификации пользователя успешно используются следующие биометрические характеристики: радужная оболочка глаза, отпечаток пальца, отпечаток ладони, сосудистые рисунки, геометрия лица, отпечаток голоса, подпись, сравнение ДНК, которые обладают свойствами, без которых невозможно их практическое применение [7-9]:

Всеобщность: каждый человек имеет биометрические характеристики.

Уникальность: не существует двух людей, обладающих полностью одинаковыми биометрическими характеристиками.

Постоянство: биометрические характеристики должны быть стабильны во времени.

Измеряемость: биометрические характеристики должны быть измеряемы каким-либо физическим считывающим устройством.

Также очень важным свойством является *приемлемость*. Оно менее всего связано с каким-либо определенным биометрическим параметром, однако без его учета нельзя создать полную картину эффективности использования биометрических систем. Комбинация всех перечисленных выше свойств определяет эффективность биометрических систем аутентификации. Основные биометрические характеристики, а также виды их реализации приведены в таблице 1 [10].

В настоящее время не существует биометрических параметров, которые сочетали бы в себе все эти свойства одновременно, особенно если учитывать приемлемость. Поэтому, становится актуальным применение многопараметрической биометрической аутентификации.

Таблица 1– Биометрические характеристики

Биометрическая характеристика	Регистрирующее устройство	Образец	Исследуемые черты
Отпечаток пальца	Сканер	Изображение отпечатка пальцев	Расположение и направление гребешковых выступов и разветвлений на отпечатке пальцев и т.п.
Геометрия лица	Видеокамера, фотоаппарат	Изображение лица	Относительное расположение и форма носа и т.п.
Голос	Микрофон, телефон	запись голоса	Частота и модуляция голосового образа

Методы. Как было сказано выше, задача биометрической идентификации личности по лицу, отпечаткам пальца и голосу относятся к одной из задач, решаемых при помощи алгоритмов обработки данных.

Обсуждение. Для программной реализации АС «Биометрическая система защиты информации» выбран СУБД Visual FoxPro.

Visual FoxPro – это Система Управления Реляционными Базами Данных, основанная на объектно-ориентированном, визуальном программируемом языке программирования. Начиная с девятой версии Visual FoxPro поставляется набор классов GDIPPlus и MCI. В GDIPPlus поддерживается работа как с растровыми (BMP, GIF, PNG и т.д.), так и с векторными (WMF, EMF) изображениями. Графический

интерфейс устройств (GDIPPlus) позволяет разрабатываемым приложениям использовать графику и форматированный текст, для вывода на экран монитора или печати на принтере [11].

Основным свойством GDIPPlus для ее использования при программной реализации АРМ «Биометрическая система защиты информации» является следующее:

- возможность загрузки и сохранения изображений из файла, из поля таблицы или переменной;
- возможность получения информации об изображении (определение размера раstra, разрешения раstra, графического формата);
- возможность осуществления ряда операций над изображением (поворот и отражение, отсечение

прямоугольного фрагмента, изменение размера изображения, интерполяция);

- возможность самостоятельного рисования в окне формы;

- возможность печати изображений на принтере.

С помощью MCI можно записывать, воспроизводить звуковые и видеофайлы различных форматов. MCI при необходимости использует различные кодеки для кодирования и декодирования «сжатых» файлов, таких как MP3, WMA или AVI. Управление мультимедийными устройствами и файлами в MCI отличается чрезвычайной простотой. Интерфейс MCI поддерживает 46 команд, таких как открытие файла (OPEN), запуск процесса воспроизведения файла (PLAY), приостановка воспроизведения

файла (PAUSE), завершение воспроизведения (CLOSE), получение информации о текущем состоянии процесса воспроизведения (STATUS), позиционирование внутри файла (SEEK), управление воспроизведением звука (SETAUDIO), управление воспроизведением видео (SETVIDEO) и др. На базе СУБД Visual FoxPro 9 реализована интерфейсная часть, включающая следующие режимы: 1) биологические характеристики, 2) параметры характеристик, 3) исходные базы данных, 4) настройка базы данных, 5) простая идентификация, 6) сложная идентификация, 7) классификация [12].

После вызова APM появляется главный экран программы, представленный на рисунке 1.

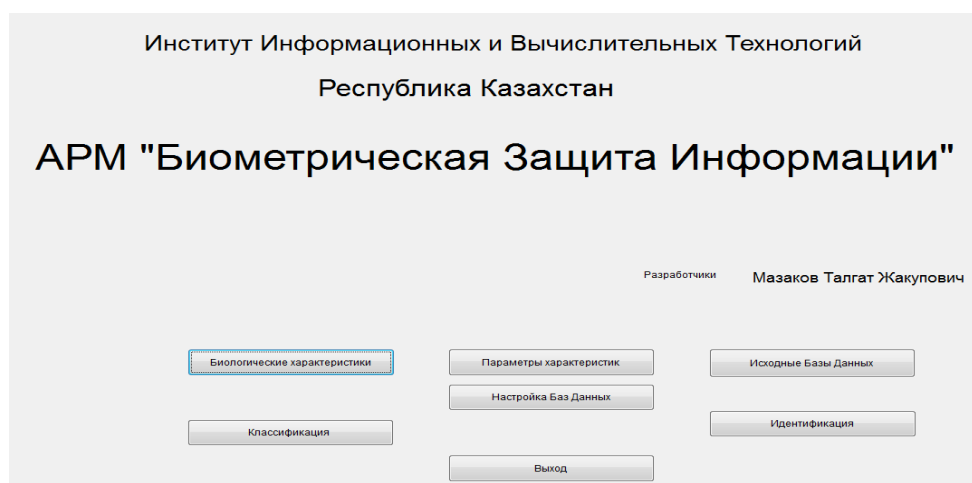


Рис. 1. Главный экран APM

На данный момент в качестве биологической характеристики включены «видеообраз лица», «отпечаток пальца» и «голос».

Режим – «исходные базы данных». В качестве исходных данных для изображений могут быть использованы портреты в следующих графических форматах: bmp, gif, jpeg, tiff и png. Для режима «видеообраз лица» основной информацией является объемная 3d-модель, представленная как регулярная матрица высот.

В таблице IsxDan.dbf поля имеют следующие назначения:

Kodxar – код биометрической характеристики;
koddan – код исходного изображения лица;
namdan – имя файла, содержащего изображение лица;
kla – номер класса, к которому принадлежит изображение (вычисляется в режиме «классификация»)

Для параметров характеристик введены следующие типы:

1 - координата точки; 2 - расстояние (число); 3 - площадь; 4 - объем.

В дальнейшем по мере введения новых биометрических характеристик будут вводиться новые типы.

Режим – «классификация». В программе реализована классификация по одному или нескольким параметрам. В данном случае задача классификации состоит в упрощении матрицы данных, слишком обширной для непосредственного анализа человеком. Не существует единственно «правильной» классификации какого-либо набора данных. Различные численные стратегии обычно приводят к совершенно разным результатам. Следовательно, необходима помощь консультанта по численным методам для характеристики имеющихся типов классификации, и дело специалиста – выбрать тип, который ему подходит.

Результаты. Основной алгоритм. Начальные действия во всех агломеративных системах

одинаковы. Для n индивидов вычисляются. Все $n(n-1)/2$ мер различия и пара индивидов с наименьшей мерой объединяется в одну группу. Необходимо затем определить подходящую меру различия между этой группой и остальными $n-2$ индивидами, а на более поздних стадиях, очевидно, будет необходимо определить меру между индивидом и группой любого объема, а также между любыми двумя группами. На каждом шаге классификации осуществляется объединение (между двумя индивидами, между индивидами и группой или между двумя группами), для которой мера различия минимальна среди всех оставшихся к данному шагу. Мера должна быть такой, чтобы индивид мог рассматриваться как группа из одного элемента. Стратегия объединения определяется именно мерой различия между группами. Всего в процессе алгоритма вычисляется $(n-1)^2$ мер. В [13] показано, что (i, j) -меры обычно могут рассматриваться с позиции одной линейной модели.

Пусть имеются две группы i и j с n_i и n_j элементами соответственно; мера различия между этими группами обозначается d_{ij} . Допустим, что d_{ij} – минимальная мера из всех оставшихся, так что i и j объединяются и образуют новую группу k с $n_k = n_i + n_j$ элементами. Рассмотрим некоторую другую группу h с n_h элементами. Перед объединением известны значения d_{hi} , d_{hj} , d_{ij} , n_h , n_i и n_j . Положим

$$d_{hk} = \alpha_i d_{hi} + \alpha_j d_{hj} + \beta d_{ij} + \gamma |d_{hi} - d_{hj}| \quad (1)$$

где параметры α_i , α_j , β и γ определяют сущность стратегии.

Гибкая стратегия применима для любой меры различия и определяется четырьмя ограничениями:

$$\alpha_i + \alpha_j + \beta = 1, \alpha_i = \alpha_j, \beta < 1, \gamma = 0.$$

Стратегия монотонна, и ее свойства полностью зависят от β . Если $\beta = 0$, то стратегия сохраняет метрику пространства. Если β принимает положительные значения, то стратегия сжимает пространство, а если отрицательная, то растягивает. В программе использовалось значение $\beta = -0,25$, как рекомендованное для практики.

В программе реализованы различные алгоритмы классификации, так называемые стратегии объединения (агломеративные системы): гибкая стратегия, стратегия ближайшего соседа, стратегия дальнего соседа, стратегия группового среднего, центроидная стратегия, стратегия на сумме квадратов.

«Видеообраз лица»

Для характеристики «видеообраз лица» определены ряд параметров, представляющих собой:

- 1) точку - координаты зрачков глаз, переносицы, кончика носа,
- 2) расстояние – между глазами, между переносицей и кончиком носа, основанием носа,
- 3) периметр - треугольника (зрачки глаз и кончик носа), треугольника (переносица и основание носа),
- 4) площадь – изолинии глазниц, изолинии носа,
- 5) объем – глазниц, носа.

В качестве исходных данных для «видеообраза лица» используется объемная 3d-модель, представленная как регулярная матрица высот [14-15].

Алгоритмы обработки информационных параметров для идентификации человека по лицу:

1. Координаты центра зрачка левого глаза - (P1x, P1y): определяются из графического файла с фотографией человека;

2. Координаты центра зрачка правого глаза - (P2x, P2y): определяются из графического файла с фотографией человека;

3. Расстояние между зрачками - P3: вычисляются через данные (P1x, P1y) и (P2x, P2y);

4. Глубина левой глазницы - P4: определяются из файла с 3D-данными лица человека;

5. Площадь первой изолинии левой глазницы - P5: вычисляются файла с 3d-данными лица человека путем аппроксимации изолинии эллипсом;

6. Площадь второй изолинии левой глазницы - P6: вычисляются файла с 3d-данными лица человека путем аппроксимации изолинии эллипсом;

7. Площадь третьей изолинии левой глазницы - P7: вычисляются файла с 3d-данными лица человека путем аппроксимации изолинии эллипсом;

8. Объем левой глазницы - P8: вычисляются через данные P5, P6, P7 и расстояние (шаг) между изолиниями;

9. Глубина правой глазницы - P9: вычисляется аналогично параметру P4;

10. Площадь первой изолинии правой глазницы - P10: вычисляется аналогично параметру P5;

11. Площадь второй изолинии правой глазницы - P11: вычисляется аналогично параметру P6;

12. Площадь третьей изолинии правой глазницы - P12: вычисляется аналогично параметру P7;

13. Объем правой глазницы - P13: вычисляется аналогично параметру P8;

14. Координаты кончика носа - (P14x, P14y): определяются из графического файла с фотографией человека;

15. Координаты левого основания носа - (P15x, P15y): определяются из графического файла с фотографией человека;

16. Координаты правого основания носа - (P16x, P16y): определяются из графического файла с фотографией человека;

17. Высота кончика носа – P17: определяются из файла с 3d-данными лица человека;

18. Высота переносицы – P18: определяются из файла с 3d-данными лица человека;

19. Площадь первой изолинии левой носа – P19: вычисляются файла с 3d-данными лица человека путем аппроксимации изолинии трапецией;

20. Площадь второй изолинии левой носа – P20: вычисляются файла с 3d-данными лица человека путем аппроксимации изолинии трапецией;

21. Площадь третьей изолинии левой носа – P21: вычисляются файла с 3d-данными лица человека путем аппроксимации изолинии трапецией;

22. Объем носа – P22: вычисляются через данные P19, P20, P21 и расстояние (шаг) между изолиниями;

23. Периметр треугольника «нос-глаза» – P23: вычисляются через данные (P1x, P1y), (P2x, P2y) и (P14x, P14y);

24. Площадь треугольника «нос-глаза» – P24: вычисляются через данные (P1x, P1y), (P2x, P2y) и (P14x, P14y) по формуле Герона;

25. Отношение «Расстояние между зрачками»/«Расстояние между переносицей и основанием носа» – P25: вычисляются через данные (P1x, P1y), (P2x, P2y) и (P14x, P14y).

Лицо сканируется при помощи 3d сканера от компании HP Intel RealSense SR 300, установленный на ноутбуке HP Pavilion и имеющий ПО Camera Explorer SDK (рисунок 2). После редактирования изображение лица импортируется в формате PLY (ASCII) или в формате XYZ. В формате XYZ сохраняются лишь координаты точек в виде текстового файла, который с легкостью можно открыть в любом текстовом редакторе и обрабатывать в программных расчетах.



Рис. 2. Общий вид 3D-сканирующего ноутбука

Алгоритм построения матрицы высот базируется на методе интерполяции поверхностей. В нем неравномерно распределенные точки в трехмерном пространстве интерполируются непрерывной функцией двух независимых переменных. Для построения регулярной матрицы высот выполняются следующие этапы: формирование опорных узлов, вычисление матрицы ближайших точек и матрицы расстояний, интерполяция узлов, корректировка матрицы высот.

Ввиду того, что данные в формате PLY представлены поточечно координатами (x, y, z) разработана программа линейной интерполяции, которая строит регулярную матрицу высот на основе кубической интерполяции.

«Отпечаток пальца»

Системы, основанные на дактилоскопии, сравнивают полученный отпечаток памяти с другими отпечатками, которые хранятся в базах системы или же с отпечатком конкретного человека, способ сравнения также зависит от сферы применения данной технологии [16-17].

Для создания блока биометрической системы идентификации человека по отпечаткам пальцев использован модуль FPM10A с библиотекой Adafruit Arduino [18].

На рисунке 3 представлены элементы блока получения снимка и идентификации отпечатков пальцев. Указанный блок реализован на основе контроллера Arduino UNO.

Arduino – это устройство на основе микроконтроллера ATmega 328 [19]. В его состав входит все необходимое для удобной работы с микроконтроллером: 14 цифровых входов/выходов (из них 6 могут использоваться в качестве ШИМ-выходов), 6 аналоговых входов, кварцевый резонатор на 16 МГц, разъем USB, разъем питания, разъем для внутрисхемного программирования (ICSP) и кнопка сброса.

Оптический сканер отпечатков пальцев - модуль, который можно использовать совместно с Arduino и другими микроконтроллерами [20]. Способен сохранять в памяти отпечатки пальцев (1000 отпечатков)

с дальнейшим их идентифицированием. Используется в местах строгой секретности, как своего рода

паролевый ключ доступа, основанный на сканировании и сверки отпечатков пальцев с базой данных.

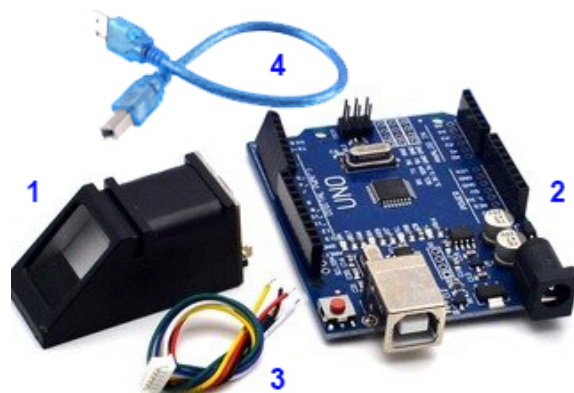


Рис. 3. Сканер отпечатков пальцев: 1 – FPM10A оптический сканер отпечатков пальцев; 2 – Arduino UNO; 3 – провода для подключение сканера к Arduino; 4 – USB кабель для Arduino

При использовании датчика отпечатка пальцев есть два основных этапа. Сначала записываются данные в память сенсора, то есть присваивается уникальный ID каждому отпечатку, который будет использован для сравнения в дальнейшем. После записи данных, можно переходить к «поиску», сравнивая текущее изображение отпечатка с теми, которые

записаны в памяти датчика.

С помощью программы SFGDemo и ArduinoIDE загружаются новые отпечатки пальцев, присваивая каждому из них новый ID #. Все загруженные изображения отпечатков пальцев зашифрованы (рисунок 4).

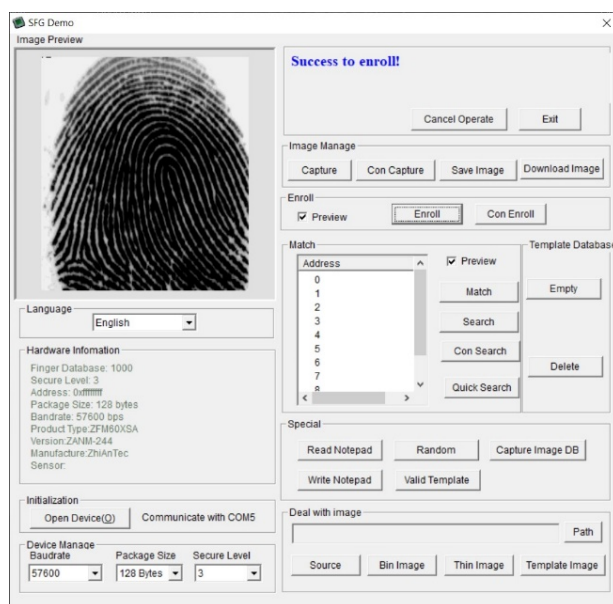


Рис. 4. Загрузка отпечатков пальцев в базу

На рисунке 5 можно увидеть процент совпадения. Отпечатки пальцев, не совпадающие с отпечатками

пальцев, хранящимися в базе, игнорируются сканером.

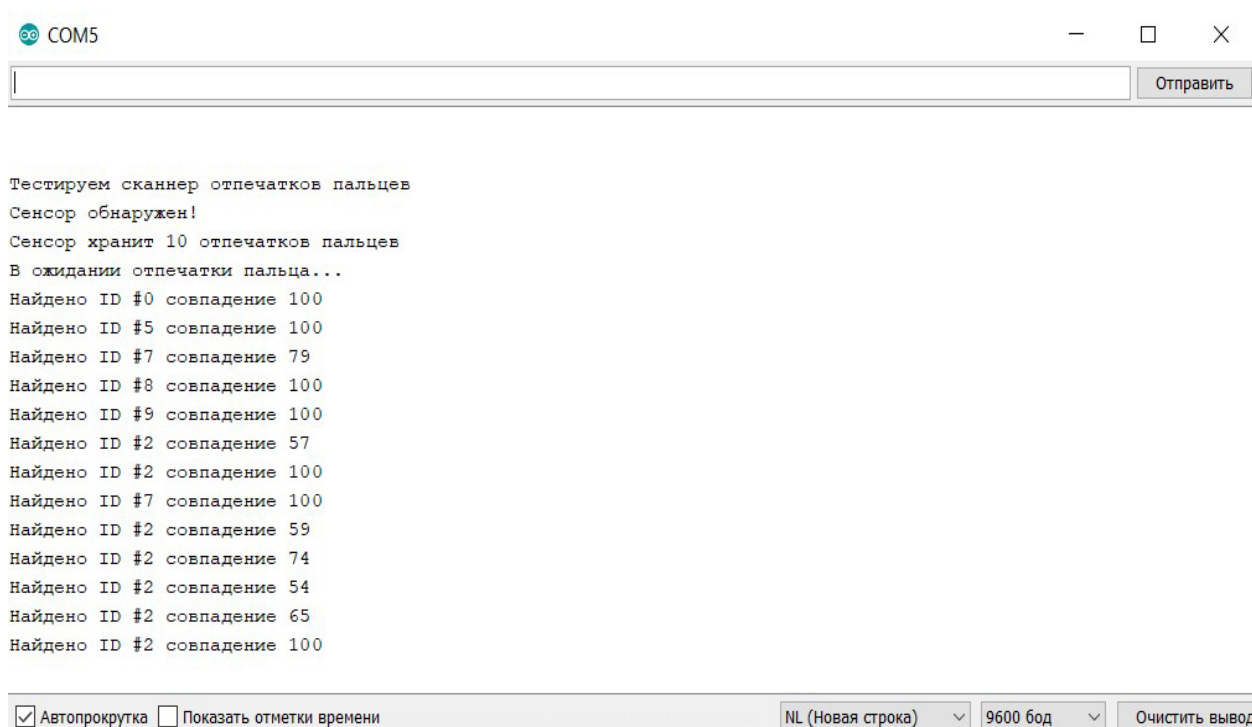


Рис. 5. Распознавание отпечатков пальцев

Идентификационные признаки строения папиллярных узоров на пальцах принято подразделять на глобальные и локальные признаки [21].

К глобальным относят признаки, которые можно увидеть невооружённым глазом. К таким признакам относятся: тип и вид папиллярного узора; направление и крутизна потоков папиллярных линий; строение центрального рисунка узора; строение дельты; количество папиллярных линий между центром и дельтой и множество других признаков.

Другой тип признаков — локальные. Их также называют минуциями (особенностями или особыми точками) — уникальные признаки присущие только конкретному отпечатку, определяющие пункты изменения структуры папиллярных линий (окончание, раздвоение, разрыв и т. д.), ориентацию папиллярных линий и координаты в этих пунктах. Каждый отпечаток может содержать до 70 и более минуций.

В данном исследовании использованы несколько видов дескрипторов: SIFT, SURF и ORB [22]. По результатам проведенного анализа эффективности и скорости методик и алгоритмов биометрической идентификации лиц можно сделать следующие выводы.

Использование подхода на основании выделения ключевых точек на изображении для проведения биометрической идентификации по отпечаткам пальцев, позволяет создать на ее базе программную

систему для быстрого распознавания отпечатков и последующую поиска.

Алгоритмы SURF/SIFT имеют лучшие классифицирующие способности при решении бытовых задачи поиска на текстурированных изображениях. Оба алгоритма более требовательны к аппаратной части и больше подходят для других задач компьютерного зрения, также оба алгоритма запатентованы и имеют запрета на коммерческое использование, без согласия правообладателя. Для задач идентификации по отпечаткам пальцев, они имеют «избыточную мощности».

Алгоритм ORB имеет более высокую скорость работы в сравнение с вышеуказанными алгоритмами методиками SIFT/SURF, и больше подходит для задач биометрической идентификации по отпечаткам пальцев. Дескрипторы алгоритма ORB это бинарные дескрипторы и проверка на совпадение для таких дескрипторов, это сумма расстояний Хэмминга для каждого байта дескриптора. Применение данного алгоритма больше подходит для задач поиска по не полному отпечатку пальца.

«Голос»

Одним из параметров биометрической идентификации личности является голосу, но голос человека может меняться в зависимости от возраста, эмоционального состояния, здоровья или других факторов, что делает процесс идентификации более сложным к

реализации. Технология идентификации по голосу применяется в самых различных сферах защиты информации, систем контроля доступа, криминалистике и других сферах.

Устная речь человека представляет собой упорядоченную систему акустических сигналов, которые воспринимаются как звуковой образ, в устной речи человека отражаются его индивидуальные признаки и особенности. Индивидуальность голоса является следствием формой и размерами ротовой и носовой полости горла и органов дыхания. Таким образом физические характеристики звуков – частота, длительность, интенсивность – у каждого человека строго индивидуальны. Акустическая характеристика голоса относительно устойчива во времени и остается индивидуальной даже при патологических изменениях органов речи. Задача идентификации по голосу состоит в выделении из входного аудиопотока именно человеческую речь, ее классификация и распознавание.

Поскольку, человеческий голос, это сумма множества отдельных частот, создаваемых голосовыми связками, то можно выделить несколько признаков, которые можно наблюдать и проанализировать в речи каждого человека:

- Вокальность речи (громкость, темп, стабильность – физические компоненты);
- Тональность речи (интонация – психологические компоненты);
- Содержательность речи (словарный запас конкретной личности).
- Громкость – это субъективная мера ощущения, связанная с воздействием на органы слуха звуковых колебаний и зависящая от амплитуды и частоты данных колебаний.

Темп речи – это субъективная мера, связанная со скорости произношения тех или иных отрезков речи во времени. Темп может быть связан с содержанием, обычно наиболее важные слова произносятся медленнее. Громкость и темп речи индивидуальны для каждого человека.

Человек обладает определенным словарным запасом, этот запас определяется его социальными и психическими окружением. Сформировавшиеся в юности примерно к двадцати годам особенности речи,

голоса, интонации, а также манера говорить, сохраняются в течение всей жизни и обладают комплексом определенных, только им присущих признаков [23]. Проанализировав отдельные элементы речи можно определить индивидуальную манеру речи человека.

Также одной из важнейших характеристик системы голосовой идентификации является скорость (быстродействие) идентификации личности.

Между идентификационными признаками голоса одного и того же человека, полученные в разное время и в разном эмоциональном состоянии, имеются определенные зависимости, которые необходимо установить.

Различие в тембрах разных голосов описывается разными частотными спектрами. Математическим аппаратом для анализа частотного спектра является преобразование Фурье, как способ описать сложную звуковую волну спектрограммой. При расчете спектрограммы второго порядка, выявляются гармоники, которые называются «кепстр», они не удобны для анализа, поскольку дублируют информацию, пример такой гармоники, равномерный фоновый шум или музыка в песне.

Учитывая особенностей слуха человека, а именно его нелинейная природа по отношению к восприятию звуковых частот. Для данной задачи используется преобразование из шкалы Герц в мел-шкалу (мел-психофизическая единица высоты звука) ниже указана формула для перехода между частотой (Гц) и высотой звука в мелах

$$m = 1127 * \ln(1 + f/700) \quad (2)$$

на вычисленный спектр накладывается набор из M фильтров шкалы мел, обычно $M=20$ или $M=24$, обычно, чем больше фильтров, тем выше точность, при этом фильтры смещаются в те частоты, в которых больше всего в аудиозаписи:

$$x_i = \sum_{k=0}^{N-1} |X_k| * H_i(f_k), i = 1..M \quad (3)$$

Фильтр шкалы мел H имеет треугольный вид, пример такого фильтра показан ниже (рисунок 6).

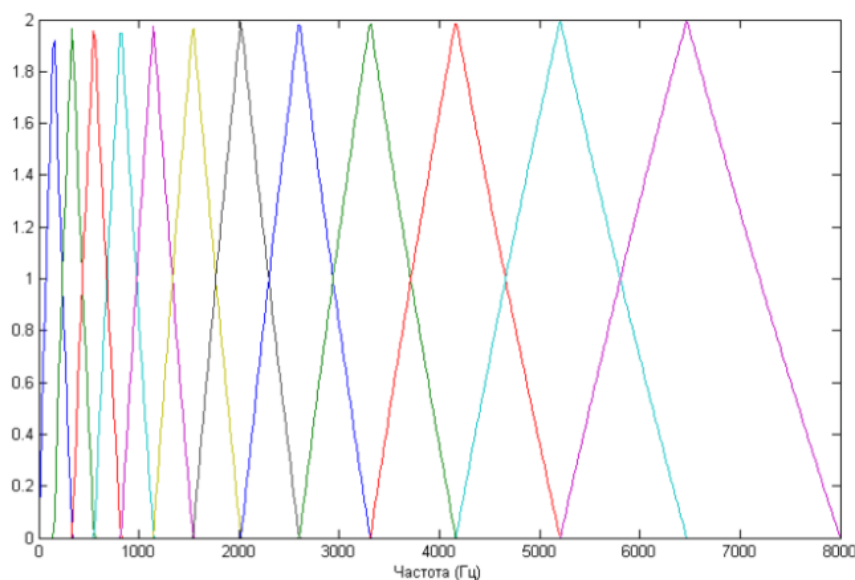


Рис. 6. Пример Мел-фильтра

Для акустического анализа речи также применяются самые различные алгоритмы, наиболее распространенными являются скрытые марковские модели (СММ или НММ в английской версии), а также модель смеси гауссовских распределений (СГР или GMM в английской версии), в последние годы активно применяются нейронные сети [24].

Акустическое моделирование с помощью скрытой марковской модели позволяет определить содержательность речи и предсказать слова, которые будут использованы для идентификации, что в свою очередь позволяет повысить точность идентификации. Недостатком данного подхода является необходимость подготовки языковой модели, а для этого необходимо собрать большую обучающую выборку аудиозаписей, которую необходимо предварительно «разметить» и оцифровать. Данный подход означает, что необходимо получить записи все возможных звуков для базы данных слов.

Режим – «идентификация». В данном режиме для вводимых данных о человеке (изображения лица, пальца или звукового файла), которого необходимо идентифицировать, вычисляется степень соответствия его с каждым из данных, внесенных в таблицу IsxDan.dbf.

Выводы. Разработана АРМ «Биометрическая система защиты информации». Определены структуры таблиц базы данных и их взаимосвязь. На основе предварительной классификации объектов ускорен поиск заданного человека в исходной базе. На основе применения методов многокритериальной оптимизации для каждого класса вычисляются свои коэффициенты, позволяющие ранжировать

критерии по важности. Исследованы свойства предложенного математического алгоритма.

В алгоритме распознавания человека впервые учтены такие параметры как объем носа, объем глазницы и др. трехмерные характеристики. Для ускорения идентификации все данные, находящиеся в исходной базе данных, предварительно классифицируются.

Для учета таких явлений, как сдвиг портрета, разный масштаб фотографий и наклон идентифицируемого лица, разработан сложный алгоритм идентификации. Проведенные на модельной задаче численные исследования показали эффективность распознавания человека при изменении масштаба фотографии.

На базе микроконтроллера Arduino и сканера FPM10A разработана система распознавания предназначенная для хранения данных, дальнейшей ее обработки, идентификации и отображении снимков отпечатков пальцев. В качестве идентификационных признаков выбрана структура строения папиллярных узоров на пальцах. Получен результат совпадения отпечатков пальцев с различным вращением через сканер. Перспективной областью является поиск по не полному отпечатку пальца, поскольку часто на практике имеется только часть отпечатка пальцев для проведения поиска совпадений.

Экспериментальное исследование биометрической идентификации по отпечаткам пальцев, созданной на основе дескрипторов SIFT, SURF и ORB, показало, что разработанная программная система обладает инвариантностью к поворотам изображения. Способна работать в большом диапазоне изменении освещения до 50-70% от уровня освещения на

изображении, а также обладает инвариантностью к изменению масштаба и незначительным искажениям.

В системе отработаны три алгоритма по анализу аудиозаписей для решения задачи проведения биометрической идентификации по голосу.

Работа выполнена за счет средств грантового финансирования научных исследований на 2018-2020 годы по проекту AP05131027 «Разработка биометрических методов и средств защиты информации».

Литература

1. Бузов Г.А., Практическое руководство по выявлению специальных технических средств несанкционированного получения информации. – М.: Горячая линия – Телеком.- 2010. – 240 с.
2. Грибунин В.Г., Комплексная система защиты информации на предприятии. – М.: Изд-во «Академия».- 2009. – 416 с.
3. Каторин Ю.Ф., Разумовский А.В., Спивак А.И. Защита информации техническими средствами. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО.- 2012. – 416 с.
4. Болл Р.М., Коннел Дж.Х., Панканти Ш., Ратха Н.К., Сеньор Э.У., Руководство по биометрии. – М.: Техносфера.- 2007. – 368 с.
5. Традиционные методы биометрической аутентификации и идентификации / В.М. Колешко, Е.А. Воробей, П.М. Азизов, А.А. Худницкий, С.А. Снигерев. – Минск: БНТУ.- 2009. – 107 с.
6. Афанасьев А.А., Веденьев Л.Т., Воронцов А.А., Газизова Э.Р., Аутентификация. Теория и практика обеспечения безопасного доступа к информационным ресурсам. – М.: Горячая линия – Телеком.- 2012. – 550 с.
7. S. Crialmeanu, A. Ross., Multispectral sclera patterns for ocular biometric recognition, Pattern Recognition Lett.-33 (2012) - pp.1860–1869.
8. Технические средства и методы защиты информации /Под ред. Зайцева А.П. – М.: Изд-во «Машиностроение».- 2009. – 508 с.
9. Шаньгин В.Ф., Комплексная защита информации в корпоративных системах. – М.: ИД «Форум».- 2012. – 592 с.
10. Кухарев Г.А., Каменская Е.И., Матвеев Ю.Н., Щеголева Н.Л., Методы обработки и распознавания изображений лиц в задачах биометрии. – М.: Политехника.- 2013. – 416 с.
11. Клепинин В.Б., Агафонова Т.П. Visual FoxPro 9.0. Наиболее полное руководство. - СПб.: БХВ-Петербург.- 2007. – 1216 с.
12. Джомартова Ш.А., Исимов Н.Т., Байрбекова Г.С., Зиятбекова Г.З., Абдразак Ж., Идентификация личности на основе 2D- и 3D-изображений // Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан.- 2018. – № 2(68). – С.16-20.
13. Айвазян С.А., Бухшбергер В.М., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д., Прикладная статистика. Классификация и снижение размерности. – М.: Финансы и статистика.- 1989. – 607 с.
14. Джомартова Ш.А., Мазиков Т.Ж., Мазикова А.Т., Автоматизированная система поиска кольцевых структур // Вестник национальной инженерной академии Республики Казахстан.- 2016. – № 1(59). – С. 59-64.
15. Костюк Ю.Л., Фукс А.Л., Визуально гладкая аппроксимация однозначной поверхности, заданной нерегулярным набором точек // Труды Международной научно-практической конференции. Геоинформатика. – Томск: Изд-во Томского университета.- 2000. С. 41–45.
16. Задорожный В.В. Идентификация по отпечаткам пальцев // PC Magazine / Russian Edition. - 2004. – № 1. – С. 5.
17. Ларина Е.А., Глушко А.А. Сканирующие методы получения отпечатков пальцев // Молодой ученый.- 2016. – №27. – С. 97-107.
18. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino. - СПб.: БХВ-Петербург.- 2016. – 464 с.
19. Бокселл Дж., Изучаем Arduino. 65 проектов своими руками. – СПб.: Питер.- 2017. – 400 с.
20. Белов А.В., Arduino. От азов программирования до создания практических устройств. – СПб.: НиТ, 2018. – 480 с.
21. Tan and B. Bhanu, “Robust fingerprint identification” in International Conference on Image Processing 2002. – Vol. 1. – IEEE, 2002. – pp. I-277.
22. Ethan Rublee, Vincent Rabaud, Kurt Konolige, Gary Bradski: «ORB: an efficient alternative to SIFT or SURF», Computer Vision (ICCV), IEEE International Conference on. IEEE. pp. 2011.- pp.2564–2571.
23. Россинская Е.Р., Профессия - эксперт (Введение в юридическую специальность). – М.: Юрист.- 1999. – 192 с.

24. Dzmitry Bahdanau, Kyunghyun Cho, and Yoshua Bengio., Neural machine translation by jointly learning to align and translate. CoRR, abs/1409.0473.- 2014.

References

1. Buzov G.A., A Practical guide to identifying special technical means of unauthorized obtaining of information. - M.: Hot line – Telecom.- 2010. - 240 p.
2. Gribunin V. G., Complex system of information protection at the enterprise. – M.: publishing house "Academy".- 2009. – 416 p.
3. Katrin Y. F., Razumovsky, A. V., Spivak A. I., Protection of information by technical means. – Saint Petersburg: ITMO national research University, 2012. – 416 p.
4. ball R. M., Connel J. H., Pankanti S., Ratha N. K., Senior E. U., Guide to biometrics. – M.: Technosphere.- 2007. – 368 p.
5. Traditional methods of biometric authentication and identification / V. M. Koleshko, E. A. Vorobey, P. M. Azizov, A. A. Khudnitsky, S. A. Snigirev. – Minsk: BNTU.- 2009. – 107 p.
6. Afanasyev A. A., Vedenev L. T., Vorontsov A. A., Gazizova E. R., Authentication. Theory and practice of providing secure access to information resources. – Moscow: Hotline – Telecom.- 2012. – 550 p.
7. S. Crihalmeanu, A. Ross., Multispectral sclera patterns for ocular biometric recognition, Pattern Recognition. Lett.-33 (2012) - pp.1860–1869.
8. Technical means and methods of information protection /Ed. Zaitseva A. P. – M.: publishing house "mechanical engineering".- 2009. – 508 p.
9. Shang'in V. F., Complex information protection in corporate systems, Moscow: Forum publishing house.- 2012.- 592 p.
10. Kukharev G. A., Kamenskaya E. I., Matveev Yu. N., Shchegoleva N. L. methods of processing and recognition of face images in biometrics problems. – Moscow: Polytechnic.- 2013. – 416 p.
11. Klepinin V. B., Agafonova T. P., Visual FoxPro 9.0. the Most complete guide. - SPb.: BHV-Petersburg.-2007. – 1216 p.
12. Dzhomartova Sh. A., Yessimov N. T., Baibekova G. S., Ziyatbekova G. Z., Abdrazak Zh., Identification of a person based on 2D and 3D images // Bulletin of the National engineering Academy of the Republic of Kazakhstan.- 2018. – № 2(68). – pp. 16-20.
13. Ayvazyan S. A., Bukhshberger V. M., Enyukov I. S., Meshalkin L. D., Applied statistics. Classification and reduction of dimension. – M.: Finance and statistics.- 1989. – 607 p.
14. Dzhomartova sh. a., Mazakov T. Zh., Mazakova A. T., Automated search System for ring structures // Bulletin of the national engineering Academy of the Republic of Kazakhstan.- 2016. – № 1(59). – Pp. 59-64.
15. Kostyuk Yu. L., Fuchs A. L., Visually smooth approximation of a unique surface given by an irregular set of points // Proceedings of the International scientific and practical conference. Geoinformatics. – Tomsk: Tomsk University publishing house.- 2000. P. 41-45.
16. ZADOROZHNY V. V., Identification by fingerprints // PC Magazine / Russian Edition. - 2004. – No. 1. – C. 5.
17. Larina E. A., Glushko A. A., Scanning methods for obtaining fingerprints // Young scientist.- 2016. – No. 27. – Pp. 97-107.
18. Petin V. A., Projects using the Arduino controller. - SPb.: BHV-Petersburg.- 2016. – 464 p.
19. Boxell J., Learning Arduino. 65 projects with your own hands. – SPb.: Piter.- 2017. – 400 p.
20. Belov A.V., Arduino. From the basics of programming to the creation of practical devices. – St. Petersburg: NIT, 2018. – 480 p.
21. Tan and B. Bhanu, “Robust fingerprint identification” in International Conference on Image Processing 2002. – Vol. 1. – IEEE, 2002. – pp. I-277.
22. Ethan Rublee, Vincent Rabaud, Kurt Konolige, Gary Bradski: «ORB: an efficient alternative to SIFT or SURF», Computer Vision (ICCV), IEEE International Conference on. IEEE. pp. 2011.- pp.2564–2571.
23. Rossinskaya E. R., Profession - expert (Introduction to the legal specialty). – M.: Lawyer.- 1999. – 192 p.
24. Dzmitry Bahdanau, Kyunghyun Cho, and Yoshua Bengio., Neural machine translation by jointly learning to align and translate. CoRR, abs/1409.0473.- 2014.

Сведения об авторах

Джомартова Шолпан Абдразаковна – доктор технических наук, профессор КазНУ имени аль-Фараби;

Байрбекова Ғазиза Серікқызы – доктор PhD;

Шорманов Тимур Серикханович – PhD докторант КазНУ имени аль-Фараби;

Зиятбекова Гулзат Зиятбекқызы – PhD докторант КазНУ имени аль-Фараби;

Әлиасқар М.С. – PhD докторант КазНУ имени аль-Фараби;

Мазакова Айгерим Талгатовна – магистрант КазНУ имени аль-Фараби.

УДК 662.742

Н.У. Нургалиев, А. Колпек

*(Казахский университет технологии и бизнеса, Нур-Султан, Казахстан, nurgaliev_nao@mail.ru)***ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ УГЛЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ
БОРЛЫ**

Аннотация. В статье проведен термогравиметрический анализ угля месторождения Борлы в среде азота, при скорости нагрева в диапазоне 3-15 град/мин. Определены потери массы образцов угля в различных температурных интервалах от 30 до 900 °С. С использованием термического анализа изучено влияние температуры и скорости нагрева на кинетические параметры процесса термической деструкции угля. Выявлены основные стадии термического разложения угля и значения температур, соответствующих максимальной скорости потери массы образцов. Установлено, что скорость нагрева заметно влияет на температуру и скорость исследуемого процесса.

Ключевые слова: термогравиметрический анализ, уголь, термическая деструкция, кинетические параметры, стадии разложения, скорость нагрева.

N.U. Nurgaliyev, A. Kolpek

*(Kazakh University of Technology and Business, Nur-Sultan, Kazakhstan, nurgaliev_nao@mail.ru)***INVESTIGATION OF THE KINETICS OF THERMAL DESTRUCTION OF COAL FROM THE BORLY
DEPOSIT**

Abstract. The article presents a thermogravimetric analysis of coal from the Borly deposit in a nitrogen atmosphere at a heating rate in the range of 3-15 deg / min. The loss of mass of coal samples was determined in different temperature ranges from 30 to 900 °C. Using thermal analysis, the effect of temperature and heating rate on the kinetic parameters of the process of thermal destruction of coal was studied. The main stages of thermal decomposition of coal and the values of temperatures corresponding to the maximum rate of weight loss of the samples are revealed. It was found that the heating rate noticeably affects the temperature and rate of the process under study.

Key words: thermogravimetric analysis, coal, thermal destruction, the kinetic parameters, decomposition stages, heating rate.

Н.У. Нургалиев, А. Колпек

*(Қазақ технология және бизнес университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан, nurgaliev_nao@mail.ru)***БОРЛЫ КЕН ОРНЫ КӨМІРІНІҢ ТЕРМИЯЛЫҚ ДЕСТРУКЦИЯСЫН КИНЕТИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ**

Аңдатпа. Мақалада азот ортасындағы Борлы кен орнының көміріне термогравиметриялық талдау жүргізілді, қыздыру жылдамдығы 3-15 градус/мин диапазонында. 30-дан 900 °С-қа дейінгі әртүрлі температура интервалдарындағы көмір үлгілерінің массалық шығындары анықталды. Көмірдің термиялық ыдырауының негізгі кезеңдері және үлгілердің массасын жоғалтудың максималды жылдамдығына сәйкес келетін температура мәні анықталды. Қыздыру жылдамдығы зерттелетін процестің температурасы мен жылдамдығына айтарлықтай әсер ететіні анықталды.

Түйін сөздер: термогравиметриялық талдау, көмір, термиялық бұзылу, кинетикалық параметрлер, ыдырау кезеңдері, қыздыру жылдамдығы.

Введение. Для исследования процесса термического разложения твердых веществ применяются как изотермические, так и неизотермические методы. В настоящее время широкое распространение получили неизотермические методы, позволяющие за относительно короткое время получить большую

информацию о характере процесса разложения с регистрацией всех стадий превращения в широком температурном диапазоне [1].

Изучение процессов, протекающих в температурном интервале основного разложения органической массы угля (ОМУ), позволяет понять как общие

закономерности, так и специфику разложения твердых топлив. Этот температурный интервал используется для расчета кинетических параметров процесса, которые несут важную информацию как о характере структурно-химических превращений, так и о структуре и направлении термодеструкции ОМУ [2]. При этом, состав и свойства продуктов термической переработки углей зависят не только от их структурно-химических характеристик, природы различных химических добавок, температуры, давления, состава среды, но и от размера угольных частиц и характера нагрева (медленный, скоростной) [3].

Среди методов термического анализа твердых топлив наибольшее распространение получили дифференциальный термический и дифференциальный термогравиметрический методы анализа [4]. Применение этих методов позволяет рассчитать кинетические параметры соответствующих процессов, тепловые эффекты реакции, температуру начала разложения и другие важные характеристики [5]. Термогравиметрический метод позволяет получить кривые TG (зависимость массы образца от температуры) и DTG (зависимость скорости изменения массы образца от температуры), когда температура системы изменяется по заданному – линейному закону [6]. Эти экспериментальные кривые позволяют судить о термостабильности исследуемого вещества, составе и термостабильности веществ, которые образуются на промежуточных стадиях. Данный метод особенно эффективен, если образец вещества в результате различных физико-химических процессов (испарение, горение и т.д.) выделяет достаточное количество летучих веществ [7].

Целью данной работы является изучение влияния скорости и температуры нагрева угля на кинетические параметры термической деструкции ОМУ месторождения Борлы.

Методы. Эксперименты проводили при разных скоростях нагрева в пределах 3-15 град/мин и в

интервале температур 30-900 °С в инертной среде азота. Для характеристики процесса термической деструкции ОМУ выбраны следующие показатели: потери масс образцов в различных температурных интервалах; температуры T_{\max} , скорости v_{\max} , константы скорости k_{\max} , соответствующие наибольшей скорости потери массы, т.е. максимумам основного разложения на кривых DTG в точках перегиба; предэкспоненциальный множитель k_0 и энергия активации $E_{\text{акт}}$, относящиеся к стадиям основного термического разложения угля. В силу многообразия и сложности физико-химических превращений данные кинетические параметры описывают не определенные реакции, а суммарные процессы термического термического разложения ОМУ, поэтому они рассматриваются как «эффективные параметры» формальной кинетики [3].

Кинетические параметры основного термического разложения ОМУ определяли на основе уравнений неизотермической формальной кинетики [8]. В качестве исходного уравнения выбрано следующее:

$$v = da/dt = f(\alpha)k_0e^{-E/RT}$$

где v – скорость процесса, α – степень превращения ОМУ, $f(\alpha)$ – функция степени превращения, k_0 – предэкспоненциальный множитель; E – энергия активации; T – абсолютная температура.

В качестве функции степени превращения использовали функцию $f(\alpha) = 1 - \alpha$, так как согласно экспериментальным данным [9], процессы основного термического разложения угля протекают по первому порядку.

Методику проведения экспериментов и расчет кинетических параметров исследуемого процесса осуществляли в соответствии с [10].

Результаты. Результаты технического анализа угля месторождения Борлы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика образцов угля месторождения Борлы

Уголь месторождения Борлы	Технические характеристики		
	Влажность (W_t)	Летучесть (V_{daf})	Зольность (A_t)
проба № 1	8,6397	36,9069	33,9271
проба № 2	8,8173	35,2681	34,2052
проба № 3	8,2571	36,2784	33,3478
проба № 4	8,7754	36,7164	34,6743
проба № 5	7,9356	34,8232	34,8256
проба № 6	8,9935	35,4356	33,6587
проба № 7	7,1675	36,3528	34,9356
проба № 8	9,2657	35,7652	33,1652
Среднее значение	8,4816	35,9433	34,0924

Как видно из полученных данных, исследуемый уголь обладает низким значением зольности и высокой летучестью.

На рисунке 1 представлены кривые DTG угля месторождения Борлы при скоростях нагрева β от 6 до 15 град/мин в среде азота. При анализе кривых выявлены три стадии основного разложения ОМУ месторождения Борлы на дифференциальных кривых DTG, где наблюдаются пики с максимумами скорости потери массы (точки перегиба).

Первая стадия с максимумом при температурах T_{\max} в интервале 148-229 °С, связана с испарением воды, выделением кислородсодержащих газов за счет разложения боковых групп макромолекул, (т.к. углерод-кислородные связи наименее стабильны в термическом отношении). Во 2-й стадии наблюдается пик с максимумом при 362-459 °С, который отвечает за возрастание интенсивности группы реакций термосинтеза вследствие повышения

реакционной способности веществ нагреваемой ОМУ. На третьей стадии с пиком с максимумом при 478-637 °С развиваются реакции термораспада наиболее термостабильных органоминеральных комплексов, к концу данной стадии наблюдается выделение основной массы смолы и газообразных углеводородов, процесс завершается с образованием полукокса.

При скоростях нагрева β от 6 до 15 град/мин на стадии разложения ОМУ при температурах T_{\max} в интервале 478-637 °С пики с максимумом скорости потери массы слабо выражены (уменьшаясь при росте β), что сопряжено с наложением нескольких процессов и невозможностью их отдельной оценки для проведения расчета кинетических параметров (рисунок 1).

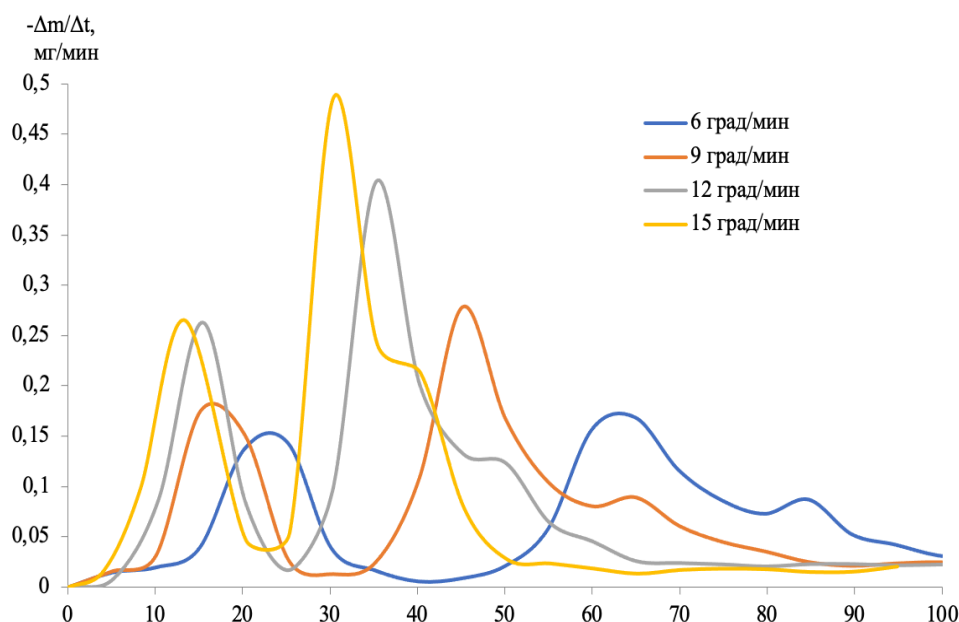


Рис. 1. Кривые DTG угля месторождения Борлы в среде азота при скоростях нагрева 6-15 град/мин

Результаты обработки полученных данных приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Значения потери масс образцов угля и температуры T_{\max} на различных стадиях разложения в среде азота

Скорость нагрева, °С /мин	Потеря массы от навески, %				T_{\max} , °С		
	30-300°С	300-600°С	600-900°С	30-900°С	Стадии разложения		
					1	2	3
3	10,32	17,36	9,73	37,41	148	362	478
6	10,03	16,56	8,93	35,52	176	403	527
9	9,64	16,69	8,59	34,92	193	425	562
12	9,27	16,23	8,24	33,74	205	441	603
15	8,63	15,68	7,85	32,16	229	459	637

Таблица 3 – Кинетические параметры термической деструкции ОМУ в среде азота

Скорость нагрева, °C /мин	Стадии основного разложения							
	1 стадия				2 стадия			
	$k_{\max},$ 10^{-3} c^{-1}	$k_0,$ 10^2 c^{-1}	$E_{\text{акт}},$ кДж/моль	n	$k_{\max},$ 10^{-3} c^{-1}	$k_0,$ 10^4 c^{-1}	$E_{\text{акт}},$ кДж/моль	n
3	1,84	3,61	56,14	1,12	1,42	2,73	73,41	1,04
6	1,47	5,93	54,27	1,09	1,17	1,39	67,14	1,15
9	2,83	6,17	53,72	1,03	1,93	1,82	60,29	1,21
12	1,39	4,39	47,93	1,17	1,27	2,16	63,72	1,13
15	3,26	2,31	46,13	1,06	2,37	3,27	68,58	1,09

Для всех образцов угля в интервале температур 300-600 °C, где наблюдается второй и третий максимумы, наблюдаются наибольшие потери массы ОМУ (таблица 2). Эти потери массы угля существенно превышают потери в других интервалах 30-300 °C и 600-900 °C, значения которых приблизительно одинаковы. Повышение скорости нагрева приводит к некоторому снижению потери массы ОМУ с 37,41 до 32,16 %. Отсюда видно, что на степень конверсии угля при термолизе существенно влияет время пребывания частиц угля.

Выявлено, что увеличение скорости нагрева β от 3 до 15 град/мин на всех стадиях разложения ОМУ заметно повышает значения температуры T_{\max} , которая растет при переходе 1→2→3 стадий. Так, общие изменения T_{\max} для 1-й стадии $\Delta T_{\max} = 81$ °C, 2-й стадии $\Delta T_{\max} = 97$ °C, 3-й стадии $\Delta T_{\max} = 159$ °C. При увеличении скорости нагрева β от 3 до 15 град/мин повышается скорость v_{\max} деструкции (соответствующие максимумам основного разложения на дифференциальных кривых DTG) (рисунок 1), а также наблюдается снижение активационного барьера процесса на 1-й стадии разложения (таблица 3).

Показатели степени процесса варьируются в пределах 1,03-1,21 (таблица 3), т.е. процесс основного термического разложения ОМУ можно приближенно описать уравнением формальной кинетики 1-го порядка (мономолекулярного превращения).

Выводы. Полученные данные показали, что с повышением температуры при переходе от одной стадии основного разложения к другой (на всем диапазоне изменения скорости нагрева от 3 до 15 град/мин) наблюдается заметное увеличение $E_{\text{акт}}$. Разница между активационными барьерами 1-й и 2-й стадий в пределах одинаковых скоростей нагрева составляет в интервалах $\approx 6-22$ кДж/моль (таблица 3). При этом, вероятность разрыва определенных типов связей в процессе деструкции заметно возрастает, о чем свидетельствуют различия между значениями k_0 на 1-й и 2-й стадиях (на 2 порядка, т.е. $k_{01} \sim 10^2 \text{ c}^{-1}$, $k_{02} \sim 10^4 \text{ c}^{-1}$).

В целом можно отметить, что рассчитанные значения энергии активации стадий основного термического разложения угля соизмеримы с энергиями химических связей.

Литература

1. Kairbekov Z.K., Yemeliyanova V.S., Myltykbaeva Z.K., Bayzhomartov B.B. Thermocatalytic processing of brown coal and combustible slate of the «Kenderlik» deposit // Technical sciences. – 2012. – № 9. – P. 924-926.
2. Бойко Е.А. Реакционная способность энергетических углей. Монография. – 2010. – 176 с.
3. Гюльмалиев А.М., Головин Г.С., Гладун Т.Г. Теоретические основы химии угля. – М.: Издательство Московского государственного горного университета. – 2003. – 556 с.
4. Блохин А.И., Зарецкий М.И., Стельмах Г.П., Новые технологии переработки высокосернистых сланцев. М.: Светлый СТАН. – 2001. – 189 с.
5. Глущенко И.М. Теоретические основы технологии горючих ископаемых: Учебник для вузов. – М.: Металлургия. – 1990. – 296 с.
6. Климов С.И., Фрайман Г.Б., Шувалов Ю.В., Грудинов Г.П. Комплексное использование горючих сланцев. Липецк: Липецкое издательство. – 2000. 184 с.
7. Стрижакова Ю.А., Усова Т.В. Процессы переработки горючих сланцев. М.: Недра. – 2008. 120 с.
8. Шевкопляс В.Н. Расчет основных кинетических параметров твердых топлив по данным дериватографического анализа // Вопросы химии и хим. технологии. – 2007. – № 2. – С. 179-183.
9. Popat Y.R., Sunavala P.D. // Indian J. Chem. Tech. – 1999. – V.6. – P.247.

10. Ермагамбет Б.Т., Нурғалиев Н.У., Касенова Ж.М., Бижанова Л.Н. Исследование кинетики процесса термической деструкции органической массы угля Майкубенского месторождения // Известия НАН РК, Серия химии и технологии. – 2014. – № 4(406). – С. 53-58.

References

1. Kairbekov Z.K., Yemeliyanova V.S., Myltykbaeva Z.K., Bayzhomartov B.B., Thermocatalytic processing of brown coal and combustible slate of the «Kenderlik» deposit // Technical sciences. – 2012. – № 9. – P. 924-926.
2. Boyko E. A., Reactivity of power coals. Monograph. – 2010. – 176 p.
3. Gulmaliyev A. M., Golovin G. S., Gladun, T. G., Theoretical fundamentals of the chemistry of coal. – Moscow: publishing House of the Moscow state mining University. – 2003. – 556 p.
4. Blokhin A. I., Zaretsky M. I., Stelmakh G. P., New technologies for processing high-sulfur shale. M.: Svetly STAN. – 2001. – 189 p.
5. Glushchenko I. M., Theoretical bases of technology of combustible minerals: Textbook for universities. – M.: metallurgy. – 1990. – 296 p.
6. Klimov C. I., Frayman G. B., Shuvalov Yu. V., Grudinov G. P., Complex use of oil shales. Lipetsk: Lipetsk publishing house. – 2000. 184 p.
7. Strizhakova Yu. a., Usova T. V., Processes of processing of oil shale. M.: Nedra. – 2008. 120 p.
8. Shevkoplyas V. N., Calculation of the main kinetic parameters of solid fuels based on the data of derivatographic analysis // Questions of chemistry and chemical technology, 2007, no. 2, pp. 179-183.
9. Popat Y.R., Sunavala P.D., // Indian J. Chem. Tech. – 1999. – V.6. – P.247.
10. Ermagambet B. T., Nurgaliev N. U., Khasanova Zh. M., Bizhanova L. N., study of the kinetics of the process of thermal destruction of the organic mass of coal from the Maikubensk Deposit // Izvestiya NAS RK, chemistry and technology Series. – 2014. – № 4(406). – Pp. 53-58.

Сведения об авторах

Нурғалиев Нуркен Утеуович – кандидат химических наук, ассоциированный профессор кафедры, Казахский университет технологии и бизнеса;

Колпек Айнагул – кандидат химических наук, ассоциированный профессор, заведующая кафедрой, Казахский университет технологии и бизнеса.

УДК 547.314

Р.И. Жалмаханбетова¹, М.И. Мухитдинова¹, Ж.Ж. Жұмағалиева²*(¹Қазақ технология және бизнес университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан, rozadichem@mail.ru)**(²Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қарағанды, Қазақстан, zharkyn.73@mail.ru)***ХЛОР АТОМЫ БАР ТАБИҒИ СЕСКВИТЕРПЕНДІ ЛАКТОНДАР (қысқаша шолу)**

Аңдатпа. Мақалада әдебиеттік шолу негізінде өсімдік көздерінен бөлініп алынған хлор атомы бар сесквитерпенді лактондар бойынша мәліметтер келтірілген. Жүргізілген әдебиеттік зерттеулер нәтижесінде хлор атомы бар сесквитерпенді лактондар өсімдіктердің көбіне күрделігүлділер тұқымдастығында кездесетіндігі анықталды. Атап айтқанда *Amberboa*, *Richogonia*, *Artemisia*, *Achillea*, *Saussurea* түрлерінде кездесетіндігі дәлелденді. Сонымен қатар осы зерттеулерден құрамында хлор атомы бар сесквитерпенді лактондардың басым көпшілігі гвайан типті құрылымға ие екендігі анықталды.

Түйін сөздер: *Asteraceae*, сесквитерпенді лактондар, хлор, құрылысы, гвайанолидтер.

R.I. Jalmakhanbetova¹, M.I. Mukhitdinova¹, Zh.Zh. Zhumagaliyeva²*(¹Kazakh University of Technology and Bissness, Nur-Sultan, Kazakhstan, rozadichem@mail.ru)**(²E.A. Buketov University of Karaganda, Karaganda, Kazakhstan, zharkyn.73@mail.ru)***CHLORINE-CONTAINING NATURAL SESQUITERPENE LACTONES (short review)**

Abstract. Based on the literature review, the article presents information on sesquiterpene lactones containing a chlorine atom isolated from plant sources. As a result of the literature research, it was found that sesquiterpene lactones containing a chlorine atom are often found in the *Asteraceae* family. In particular, they are found in the genus *Amberboa*, *Richogonia*, *Artemisia*, *Achillea*, and *Saussurea*. In addition, as a result of these studies, it was found that the vast majority of sesquiterpene lactones containing a chlorine atom have a guaiane structure.

Key words: *Asteraceae*, sesquiterpene lactones, chlorine, structure, guaianolides.

Р.И. Джалмаханбетова¹, М.И. Мухитдинова¹, Ж.Ж. Жумағалиева²*(¹Казахский университет технологии и бизнеса, Нур-Султан, Казахстан, rozadichem@mail.ru)**(²Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қарағанды, Казахстан, zharkyn.73@mail.ru)***ХЛОРСОДЕРЖАЩИЕ ПРИРОДНЫЕ СЕСКВИТЕРПЕНОВЫЕ ЛАКТОНЫ (краткий обзор)**

Аннотация. В статье на основе литературного обзора представлены сведения по сесквитерпеновым лактонам, содержащие атом хлора, выделенных из растительных источников. В результате проведенных литературных исследований установлено, что сесквитерпеновые лактоны, содержащие атом хлора часто встречаются в семействе сложноцветных. В частности, доказано, что они встречаются в родах *Amberboa*, *Richogonia*, *Artemisia*, *Achillea*, *Saussurea*. Кроме того, в результате этих исследований было установлено, что подавляющее большинство сесквитерпеновых лактонов, содержащих атом хлора, имеют гвайановой структуры.

Ключевые слова: *Asteraceae*, сесквитерпеновые лактоны, хлор, строение, гвайанолиды.

Кіріспе. Шикізат түрлері практикалық маңызды қосылыстардың негізгі көзі болып табылатындығы белгілі. Оның ішінде өсімдіктер әлемі де зерттеушілер қызығушылығын арттыруын жалғастыруда. Оларды халық және дәстүрлі медицина саласында кеңінен қолданылатыны белгілі. Шикізат көзінен бөлініп алынған

қосылыстардың қолдану шегі жылдан жылға артуда. Бұл қосылыстар микробқа [1], бактерияға және қабынуға [2], ісікке қарсы [3], цитотоксикалық [4], антипротозойлы [5], тағы басқа да белсенділіктерге ие.

Сесквитерпенді лактондар он бес көміртекті қаңқадан тұрады, олардың көпшілігі циклді болып

келеді. Ерекшелігі олардың кез-келгенінде γ -лактон сақинасының болуы, кейде δ -лактон сақинасы да кездеседі. Лактонизацияның стереохимиясы α немесе β болуы мүмкін, өйткені лактон сақинасы болуы мүмкін қалған қаңқамен не транс, не цис-конфигурацияда болады. Табиғатта неғұрлым кеңірек таралғанына гермакран (10 мүшелі сақина), гвайан (5-7 бициклды қосылыстар), эвдесман (6-6 бициклды қосылыстар) құрылымды сесквитерпенді лактондар жатады. Алайда, олардың қаңқа құрылымына сәйкес басқа да түрлері бар.

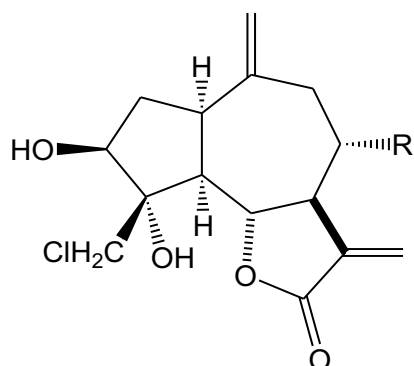
Эпоксидті топтар, гидроксилдер және этерифицирленген гидроксилдер, яғни ацетат, пропионат, тиглат, ангелат, изобутират, метакрилат, изовалерат, эпоксиметакрилат, сенециоат, эпоксиангелат және басқа да ұқсас қалдықтар сесквитерпенді лактондарда жиі кездеседі.

Табиғатта өсімдіктер құрамынан гетероатомды, атап айтқанда хлор, азот, күкірт атомы бар сесквитерпенді лактондар табылған. Бұлардың ішінен хлор атомы бар сесквитерпенді лактондар кеңінен таралған.

Бұл мақалада молекула құрамында хлор атомы кездесетін өсімдік көзінен бөлініп алынған сесквитерпенді лактондар бойынша мәліметтер берілген.

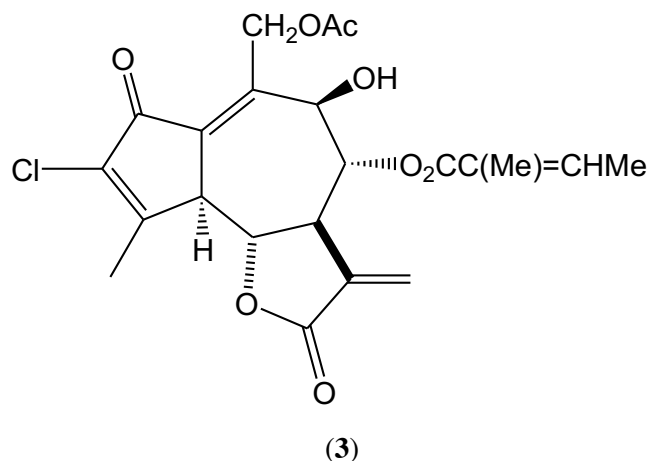
Талқылау. Авторлар [6] *Amberboa ramosa* (Roxb.) Jafri (Asteraceae) өсімдігінің құрамын зерттеп, бірнеше қосылыстар қатарын бөліп алған, олардың ішінде құрамында хлор атомы бар сесквитерпенді лактондарды анықтаған. Экстракциялауға экстрагент ретінде хлороформды қолданған.

Бөліп алған қосылыстар хлороскопарин туындылары - 4 β - (хлорометил)-3 β ,4 α -дигидрокси, 8 α -[(s)-2-карбоксипропионокси]-1 α H,5 α H,6 β H,7 α H-гвай-10(14),11(13)-диен-6,12-олид (1) және 4 β - (хлорометил)-3 β ,4 α -дигидрокси,8 α -[(s)-3-гидрокси-2-метил-пропионилокси]-1 α H,5 α H,6 β H,7 α -гвай-10(14),11(13)-диен-6,12-олид (2) екендігін дәлелдеген. Бұл қосылыстар уреаз ферментіне қарсы перспективалы ингибиторлық потенциал көрсетті.

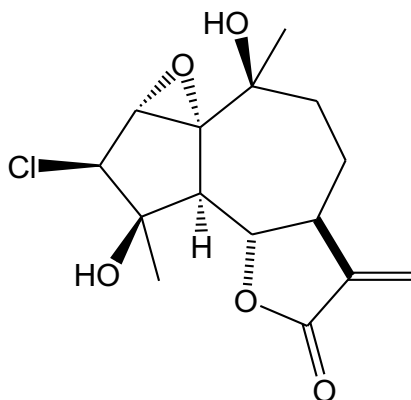


R: (1) = 8 α -OCOPrⁱ, (2) = 8 α -OCOPrⁱ(3'-OH)

Vichnewski W., және тағы басқалар *Richogonia gardneri* A.Gray (Asteraceae) өсімдігінен екі жаңа сесквитерпенді лактонды бөліп алып, құрылымын және стереохимиясын ЯМР спектроскопиясы мен рентгендік дифракция комбинациясы арқылы дәлелдеген. Сонда қосылыстың (3) құрамында хлор атомы бар екендігін анықтап, 14-ацетокси-3 - хлор-9-гидрокси-2-оксо-8-тиглоксигвай-1(10),3-диен-6,12-олид құрылысына ие екендігін дәлелдеген [7].

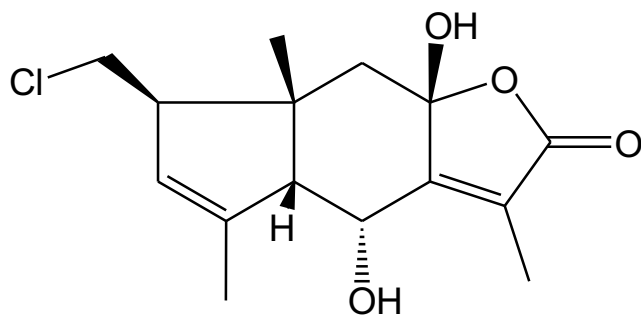


Artemisia anomala S. Moore (Asteraceae) түрінің жер беті бөлігін зерттегенде бір топ қытай зерттеушілері он сесквитерпенді лактонды бөліп алған, олардың ішінен бір қосылыстың (4) құрамында хлор атомы бар екендігі анықталған. Экстракцияны 60°C-де жүргізген және экстрагент ретінде этанолды қолданған. Алынған біріктірілген экстрактты сумен, одан әрі петролейн эфирімен, этилацетатпен және қ-бутанолмен экстракциялаған. Алынған фракцияларды одан әрі колонкалық хроматографияны, жартылай жоғары тиімді сұйықтық хроматографияны қолдана отырып қосылыстарды индивидуалды түрде бөліп алған. Молекулада хлор атомының бар екендігі спектрлік мәліметтермен қатар, масс-спектріндегі молекулалық иондық шыңдардың болуымен дәлелденген. Қосылысты артаномалид В деп атаған [8].



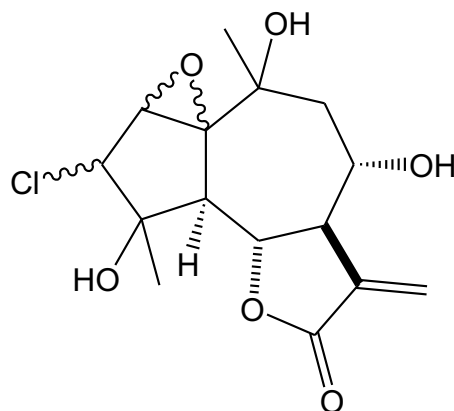
(4)

Қытай зерттеушілері *Lindera aggregata* (Sims) Kosterm. (Lauraceae) құрамын (тамыр түйнектері) зерттеп, бірқатар жаңа сесквитерпенді лактондарды бөліп алған, олардың ішінде қосылыстың (5) құрамында хлор атомы бар екендігін анықтаған. Экстракциялауға экстрагент ретінде спиртті қолданған. Қосылыстарды бөліп алуда хроматографиялық әдістерді, атап айтқанда колонкалық хроматографияны қолданған. Сонан соң алынған фракцияларды қайта хроматографиялау нәтижесінде, яғни рехроматографиялап сәйкесті сесквитерпенді лактондарды бөліп алған. Қосылыстардың құрылымдары мен салыстырмалы конфигурациялары спектроскопиялық әдістермен анықталды, атап айтқанда HRESIMS және 2D ЯМР әдістері. Абсолютті конфигурациясы квантты химиялық TDDFT есептеулерді және эксперименттік ECD спектрлерді салыстыра отырып анықталды. Линдерагалактон А (5) – қайта құрылған ерекше көміртегі қаңқасынан тұратын галогенделген сесквитерпенді лактон болып табылды [9].



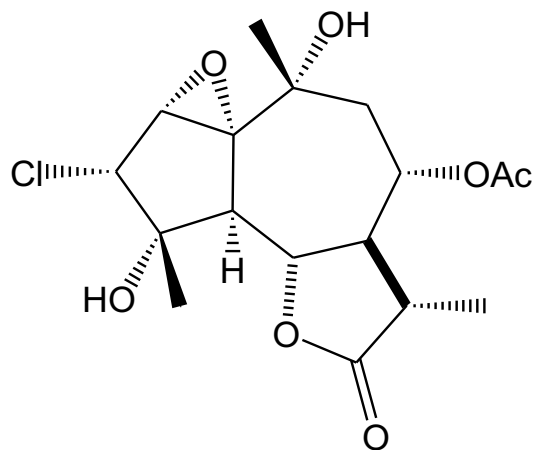
(5)

Авторлар *Achillea biebersteinii* Afan. және *A. santolina* L. (Asteraceae) зерттеулерін жалғастыра отырып қосылысты (6) бөліп алған [10].



(6)

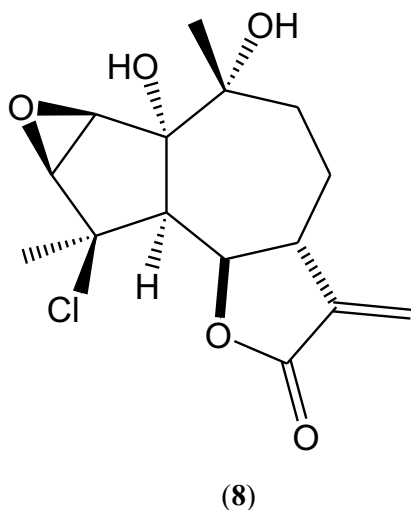
Achillea ligustica All. түрінің жер беті бөлігін зерттегенде құрамында хлор бар жаңа сесквитерпенді лактон (7), сонымен қатар екі белгілі қосылысты бөліп алған. Шикізатты бөлме температурасында дихлорметан-метанол қоспасымен экстракциялап, қалдықты колонкада хроматографиялаған. Құрылысы заманауи спектроскопиялық зерттеулермен анықталған. Сонымен қатар қосылыстың нейротрофиялық белсенділігі зерттелген. Оның нейротрофиялық белсенділігі болған жоқ, бірақ 10 мкм концентрациясында PC12 жасушаларына қатысты уыттылық көрсеткен [11].



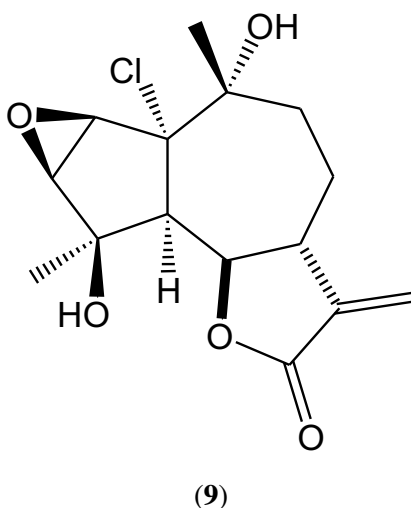
(7)

Мыңжапырақтың *Achillea cretica* L. жер беті бөліктерін фитохимиялық зерттеу екі жаңа эпимерлі секогвайанолидпен бірге хлор бар жаңа сесквитерпенді лактонның (8) бөлінуіне әкелді. Олардың құрылысы бір және екі өлшемді спектрлерінің көмегімен анықталған. Осы жұмыста бөліп алған қосылыстар адамның қатерлі ісік жасушаларының төрт түріне қатысты цитоуыттылық белсенділікке сыналған. Сонда

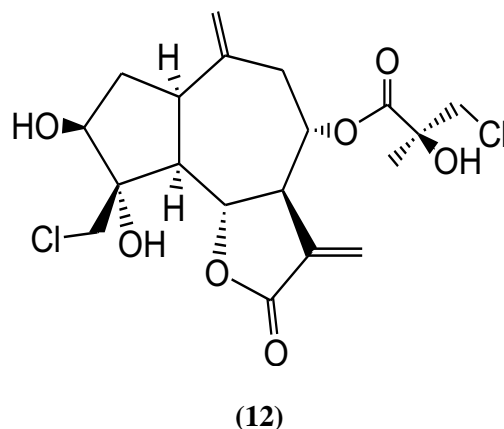
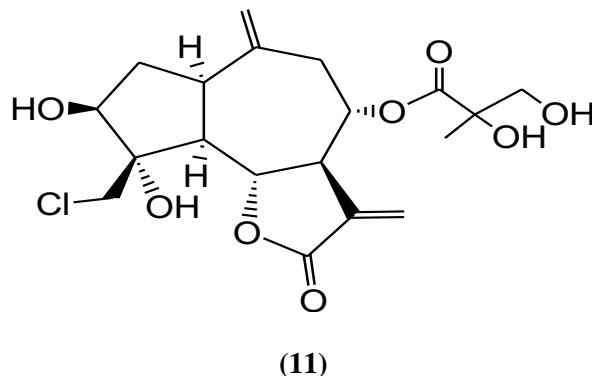
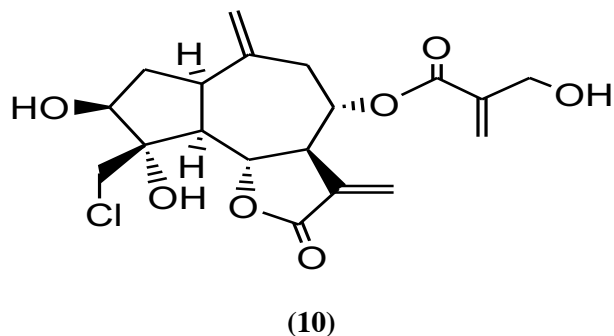
галоген атомы бар қосылыс (8) жасуша қатарына қатысты ең цитотоксикті болып шыққан [12].



Зерттеушілер F.Nichri және т.б. *Achillea cretica* L. зерттеулерін жалғастыра отырып, жаңа жиналған өсімдіктің жер беті бөлігінен (гүлі) хлороформ – метанолды экстракциясынан қосылысты – сесквитунинді (sesquitunin) (9) бөліп алған [13].



Шұбаршөптің *Saussurea alata* DC. түрі этанолды экстрактысынан хлороанеринді (10), хлорогиссопифолинді E (11) және хлорогиссопифолинді A (12) бөліп алынған [14].



Қорытынды. Сонымен, осы жүргізілген қысқа әдебиеттік шолу негізінде хлор атомы бар сесквитерпенді лактондар өсімдіктердің көбіне күрделігүлділер тұқымдастығында, оның ішінде, атап айтқанда *Amberboa*, *Richogonia*, *Artemisia*, *Achillea*, *Saussurea* түрлерінде кездесетіндігі анықталды. Сонымен қоса, осы шолу негізінде, құрамында хлор атомы бар бөлініп алынған сесквитерпенді лактондардың басым көпшілігі гвайан типті құрылымға ие екендігі анықталды.

References

1. Michalakea E., Graikou K., Aligiannis N., Panoutsopoulos G., Kalpoutzakis E., Roussakis Ch., Chinou I. Isolation and structure elucidation of secondary metabolites of two Greek endemic *Inula* species. Biological activities // *Phytochemistry Letters*. – 2019. – Vol. 31. – P. 155-160.

2. Kudumela R.G., Mazimba O., Masoko P. Isolation and characterisation of sesquiterpene lactones from *Schkuhria pinnata* and their antibacterial and anti-inflammatory activities // *South African Journal of Botany*. – 2019. – Vol. 126. – P. 340-344.
3. Grienke U., Brkanac S.R., Vujcic V., Urban E., Ivankovic S., Stojkovic R., Rollinger J.M., Kralj J., Brozovic A., Stojkovic M.R. Biological activity of flavonoids and rare sesquiterpene lactones isolated from *Centaurea ragusina* L. // *Frontiers in Pharmacology*. – 2018. – Vol. 9. – P. 972/1-972/15.
4. Eiroa J.L., Triana J., Pérez F.J., Castillo Q.A., Brouard I., Quintana J., Estévez F., León F. Secondary metabolites from two *Hispaniola Ageratina* species and their cytotoxic activity // *Medicinal Chemistry Research*. (online, doi.org/10.1007/s00044-018-2192-y).
5. Galkina A., Krause N., Lenz M., Daniliuc C.G., Kaiser M., Schmidt Th.J. Antitrypanosomal Activity of Sesquiterpene Lactones from *Helianthus tuberosus* L. Including a New Furanoheliangolide with an Unusual Structure // *Molecules*. – 2019. – Vol. 24. – P. 1068-1075.
6. Khan S.B., Riaz N., Afza N., Malik A., Azhar-ul-Haq, Ahmed Z., Lodhi M.A., Choudhary M.I. Urease inhibiting guaianolides from *Amberboa ramose* // *Pol. J. Chem.* – 2004. – Vol. 78. – P. 2075-2080.
7. Vichnewski W., Kulanthaivel P., Goedken V.L., Herz W. Two sesquiterpene lactones from *Trichogonia gardneri* // *Phytochemistry*. – 1985. – Vol. 24, No2. – P. 291-296.
8. Wen J., Shi H., Xu Zh., Chang H., Jia C., Zan K., Jiang Y., Tu P. Dimeric Guaianolides and Sesquiterpenoids from *Artemisia anomala* // *J. Nat. Prod.* – 2010. – Vol. 73. – P. 67-70.
9. Gan L.-Sh., Zheng Y.-L., Mo J.-X., Liu X., Li X.-H., Zhou Ch.-X. Sesquiterpene Lactones from the Root Tubers of *Lindera aggregate* // *J. Nat. Prod.* – 2009. – Vol. 72. – P. 1497-1501
10. Yusupov M.I., Mallabaev A., Kasymov Sh.Z., Sidyakin G.P. Biebsanin - a new sesquiterpene lactone from *Achillea biebersteinii* and *A. santolina* // *Khimiya Prirodnikh Soedinenii*. – 1979. No 4. – P. 580-581.
11. Hegazy M-E.F., Mohamed A.E-H.H., El-Sayed M.A., Ohta Sh. A New Chlorine-containing Sesquiterpene Lactone from *Achillea ligustica* // *Z. Naturforsch.* – 2008. – Vol. 63b. – P. 105-107.
12. Hichri F., Znati M., Jannet H.B., Bouajila J. A new sesquiterpene lactone and secoguaianolides from *Achillea cretica* L. growing in Tunisia // *Industrial Crops and Products*. – 2015. – Vol. 77. – P. 735-740.
13. Hichri F., Znati M., Bouajila J., Jannet H.B. New cytotoxic sesquiterpene lactones from *Achillea cretica* L. growing in Tunisia // *Journal of Asian Natural Products Research*. – 2018. – Vol. 20, No4. – P. 344-351.
14. Ren G., Yu Z.M., Chen Y.L., Wu S.H., Fu C.X. Sesquiterpene lactones from *Saussurea alata* // *Nat. Prod. Res.* – 2007. – Vol. 21, No3. – P. 221-226.

Сведения об авторах

Джалмаханбетова Роза Илемисовна - доктор химических наук, ассоциированный профессор (доцент), профессор кафедры, Казахский университет технологии и бизнеса;

Мухитдинова Мадина Илемисовна - студент, Казахский университет технологии и бизнеса;

Жумагалиева Жаркын Жакиевна – кандидат химических наук, доцент кафедры, Карагандинский университет им. Е.А. Букетова.

УДК 502.174.656.658.567:656

Ж.З.Уразбаев, Т.Е. Ермаков*(Казахский университет технологии и бизнес, Нур-Султан, Казахстан,***Б.М. Кенжин,***Карагандинский машиностроительный консорциум, Караганды, Казахстан,***Р.К. Ахметова,***Назарбаев Университет, Казахстан, Нур-Султан,***А.Т. Ермак,***Евразийский Гуманитарный Институт, Казахстан, Нур-Султан,**aisha.toleuhanovna@gmail.com)***ИССЛЕДОВАНИЕ И ВЫБОР ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ УТИЛИЗАЦИЕЙ ТВЁРДО-БЫТОВЫХ И ЖИДКИХ ОТХОДОВ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ЗЕЛЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЫПУСКА ПРОДУКЦИИ НА АВТОМОБИЛЕ ВЗАМЕН МУСОРОВОЗОВ**

Аннотация. Актуальность проекта заключается в том, что впервые в мировой практике используется гравитационный спуск твердо-бытовых и жидких отходов и метод гидравлической системы управления процессами утилизации ТБЖО с использованием в герметичном миксере разных устройств: дробление, измельчение и смешивание. В итоге получается связывающий материал "Пульпа" и различные виды газов.

Ключевые слова: зеленые технологии, процессы, гидравлическая система управления, гравитационный спуск.

Zh.Z. Urazbaev, T.E. Ermekov,*(Kazakh University of Technology and Business, Nur-Sultan, Kazakhstan,***B.M. Kenzhin,***Karaganda Engineering Consortium, Karaganda, Kazakhstan,***R.K. Akhmetova,***Nazarbayev University, Nur-Sultan, Kazakhstan,***A.T. Ermek,***Eurasian Humanitarian Institute, Nur-Sultan, Kazakhstan, aisha.toleuhanovna@gmail.com)***RESEARCH AND SELECTION OF DISPOSAL MANAGEMENT PROCESSES OF SOLID AND LIQUID WASTE THROUGH THE INTRODUCTION OF GREEN TECHNOLOGIES OF PRODUCTION BY CAR INSTEAD OF GARBAGE TRUCKS**

Abstract. The relevance of the project lies in the fact that for the first time in world practice, gravity descent of solid domestic and liquid waste and the method of a hydraulic system for controlling the processes of disposal of solid waste and the use of various devices in a sealed mixer are used: crushing, grinding and mixing. The result is a binding material "Pulp" and various types of gases.

Key words: green technologies, processes, hydraulic control system, gravity descent.

Ж.З.Оразбаев, Т.Е. Ермаков,*(Қазақ технология және бизнес университеті, Нұр-Сұлтан, Kazakhstan,***Б.М. Кенжин,***Қарағанды машина жасау консорциумы, Қарағанды, Kazakhstan,***Р.К. Ахметова,***Назарбаев Университеті, Нұр-Сұлтан, Kazakhstan,*

А.Т. Ермек,

Еуразия Гуманитарлық Институты, Нұр-Сұлтан, Kazakhstan, aisha.toleuhanovna@gmail.com)

ҚОҚЫС ТАСЫҒЫШТАРДЫҢ ОРНЫНА АВТОМОБИЛЬДЕ ӨНІМ ШЫҒАРУДЫҢ ЖАСЫЛ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЕНГІЗУ ЖОЛЫМЕН ҚАТТЫ-ТҰРМЫСТЫҚ ЖӘНЕ СҰЙЫҚ ҚАЛДЫҚТАРДЫ КӘДЕГЕ ЖАРАТУДЫ БАСҚАРУ ПРОЦЕСТЕРІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ТАҢДАУ

Аңдатпа. Жобаның өзектілігі табылатындығында алғаш рет әлемдік тәжірибеде пайдаланылады гравитациялық түсіру қатты-тұрмыстық және сұйық қалдықтарды әдісі мен гидравликалық процестерді басқару жүйесін ТБЖО кәдеге жарату пайдалана отырып, герметикалық миксере әр түрлі құрылғылар-бөлшектеу, ұсақтау және араластыру. Алайда байланыстыратын материал "Пульпа мен түрлі газдар.

Түйін сөздер: жасыл технологиялар, процестер, гидравликалық басқару жүйесі, гравитациялық түсіру.

Введение. На основе подбора физико-химических параметров процесса дробления и измельчения твердо-бытовых и жидких отходов города Нур-Султана, разработки соответствующего технико-экономического обоснования (ТЭО) и реализации методов «зеленой технологии» предполагается получить новые материалы и изделия.

В мировой практике работают различные конструкции мусоровозов, которые выполняют только функцию перевозки отходов для захоронения в полигонах, но не перерабатывают их.

Предлагаемые инновационные технологии перерабатывают отходы, сокращая полигоны захоронения, количество мусоросортировочных заводов, мусоровозов и мест термической утилизации, уменьшая «парниковый эффект», и следовательно, не меняя климат.

Методы исследования. Управление процессами переработки твердых и жидких отходов производства путем внедрения инновационной технологии моделирования и оптимизации параметров, выбора конструкции миксера для ускорения процессов простых химических реакций смешивания этих отходов в миксере. При этом предусмотрена специальная конструкция вращающихся ромбообразных шнеков, которые регулируются и реверсируются, в зависимости от состава отходов и компонентов химических соединений, приводов миксера [1].

При необходимости будут установлены специальные, современные приборы для наблюдения за простыми химическими процессами в миксере и управления ими.

После нейтрализации и детоксикации химических процессов за счёт химических реакций в смеси-теле, осуществляется выбор и подготовка способа и устройства для применения полученных химических соединений в виде пульпы в процессах экструдирования, прессования и формообразования для получения различных изделий и продукции для нужд народного хозяйства.

Выбор состава и соотношения добавочных химических веществ зависит от выпускаемой продукции, выбранных конструкций и количества связывающих элементов и красителей [2,4].

Технология получения пульпы № 1 в процессе смешивания путем миксирования [5].

Как видим, лабораторный миксер состоит из цилиндра, за которым расположены закрепленные шнеки, герметично закрывающиеся крышки, а также калорифер, термометр, резиновая крышка. Резиновая крышка служит для получения газов [6]. Цилиндр через подшипник соединен с электродвигателем. С помощью автоматического выключателя производится управление вращением цилиндра.

Техническая характеристика лабораторного миксера:

Емкость – 5 литров; Диаметр цилиндра – 23 см; Высота – 35 см; Вращение миксера – 35 об/мин; Мощность электродвигателя – 1,5 кВт; Вращение электродвигателя – 50-100 об/мин; Общая масса миксера – 8 кг.

Таблица 1- Виды материалов, полученные в лабораторных условиях.

Состав нового материала	Вес в граммах	Марка нового материала
Пульпа №3	65	Д1
Штукатурные отходы	40	
Полимер	30	
Пульпа №3	50	

Полимер	30	Ж1
Краситель	10	
Пульпа №3	50	З1
Полимер	30	
Фосфор	25	
Пульпа №3	65	И1
Полимер	35	
Асфальт	25	
Пульпа №3	65	К1
Полимер	40	
Стекло	30	
Пульпа №3	65	М1
Полимер	40	
Гипс	30	
Пульпа №3	65	С1
Полимер	40	
Штукатурные отходы	20	
Гипс	20	
Пульпа №3	65	Т1
Полимер	40	
Цемент	22	
Растворитель	10	

Полученные новые материалы можно использовать в качестве стеновых и половых покрытий, а также для дорожных площадей и

тротуаров, черепицы для крыши домов, бордюров для дорог и др.



Рис 1. Полученные в лабораторных условиях путем соединения пульпы №3 и других отходов получены новые материалы

Управление операционными процессами способом зеленой технологии утилизации отходов потребления при гравитационном спуске и гидравлическая схема на грузовом автомобиле взамен мусоровозу.

Изобретения [5,6] относятся к инновационной зеленой технологии утилизации ТБО при гравитационном спуске. Они могут использоваться в поселках (аулах) и моногородах, крупных городах с

населением свыше 1 млн., а малый, средний и крупный бизнес и другие организации мог бы использовать выпускаемую продукцию в виде пульпы взамен цемента для потребителей.

Сущность предлагаемого способа управления заключается в том, что при утилизации ТБО все оборудование расположено на грузовом автомобиле и используется гравитационный спуск отходов.

Управление операционными процессами зеленой технологии осуществляется способом переработки отходов производства и промышленности [3].

Описывающие принципы выполнения технологии переработки отходов по логистике обеспечивает

непрерывное и последовательное расположение оборудования устройств, что обеспечивает получения инновационных материалов и изделий.

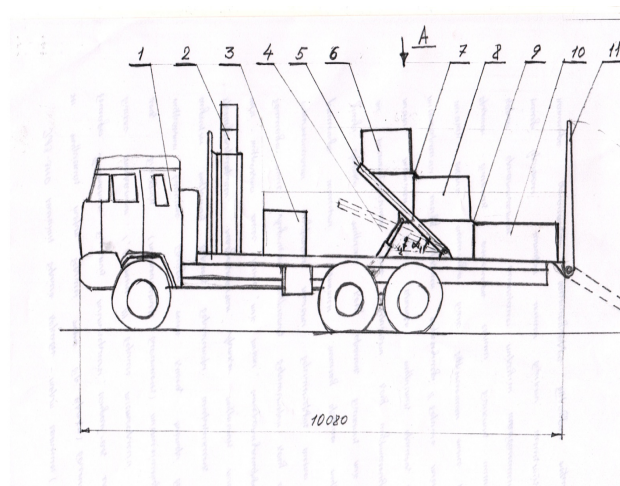


Рис. 2. Общий вид подвижного состава автомобиля

Условные обозначения по рисунку 2: α-1-Угол подъема общего основания, установленного гидростойкой с выдвижением штока до 700 мм.; α-2-Угол нижнего положения общего основания, установленного гидростойкой до жёсткого состояния; 1- Грузовой автомобиль типа КАМАЗ; 2- Подъемный кран автомобиля; 3- Насосная станция; 4- Гидравлическая стойка для подъема общего основания щековой дробилки ВВ-300 и устройство для измельчения с основанием миксера; 5 - Общее обоснование щековой дробилки ВВ-300 и устройство для измельчения

гидроножницами (6 шт) в контейнере. ТБО; 6- Щековая дробилка ВВ-300 со входом измельченных ТБО размерами 350-400 мм; 7- Рештак для доставки; 8- Устройство для измельчения ТБО размерами до 1 мм; 9- Рештак для доставки; 10- Миксер герметизированный закрепленный на борту автомобиля; 11- Устройство для доставки контейнера с выходом 2-2,5 мм после разрезания по линии В-В до щековой дробилки ВВ-300.

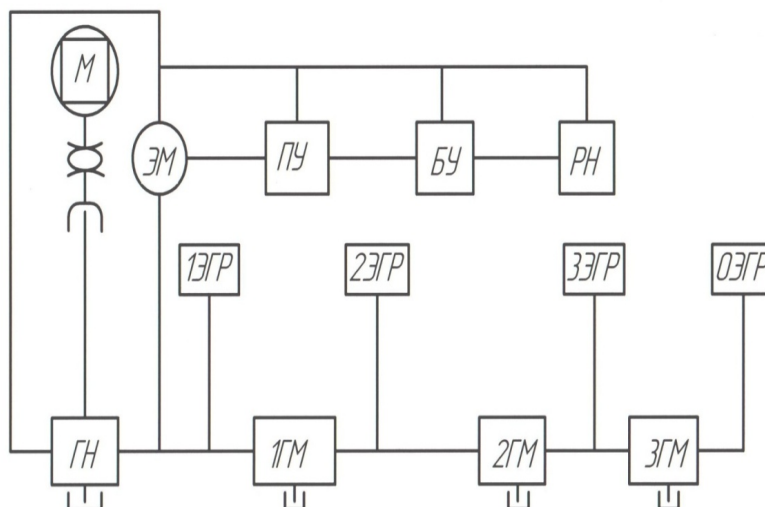


Рис. 3. Схема управления УТБЖО на автомобиле

Условные обозначения по рисунку 3: ЭМ – двигатели внутреннего сгорания; ГН – гидронасос; 1ГМ – гидромотор по дроблению; 2ГМ – резание ТБО; 3ГМ – смешивание ТБО и жидких отходов в миксере; ПУ – пульт управления; БУ – общий блок управления; РН – регулятор нагрузки; 1ЭГР – электро-гидро распределитель по дроблению; 2ЭГР – для резания ТБО; 3ЭГР – смешивание ТБЖО; ОЭГР – общий.

Принцип работы гидравлической схемы обеспечивается по схеме:

на ДВС включен через коленчатый вал гидронасос ГН, через напорный трубопровод подсоединён 1ГМ, 2ГМ, а также 3ГМ, которые подключены через общий электрогидрораспределитель ОЭГР. Агрегат имеет устройство: дробления, резания и смешивания, где каждый имеет персональный электрораспределитель: 1ЭГР, 2ЭГР, 3ЭГР.

Далее через электрогидромотор (ЭМ) осуществляется управление технологическими процессами утилизации ТБО и ЖПО (жидкие и промышленные отходы), где в свою очередь есть общий пульт управления ПУ и блок управления БУ, а также регулятор нагрузки РН.

Напорные трубопроводы напрямую соединяются с общим гидронасосом, и имеют систему слива. Гидросхема управления получения конечного результата пакетирования (5,10,15,20,50 литров в каждом пакете) которые исполняются в автоматическом режиме, для реализации потребителям [5,6].

Задачами конструкции являются использование современного оборудования, установки для дробления и измельчение ТБО и жидких промышленных отходов в миксере, которые обеспечивают получение связывающего материала в виде «пульпы» в пакетах.

Порядок работы УТБЖО мини цеха на автомобиле.

Команда состоит до 5 рабочих, которые будут проходить специальное обучение с получением сертификата.

Мини-цех на автомобиле устанавливается рядом с наполненным мусорным контейнером, где во внутрь заполненного ТБО погружаются гидравлические ножницы (6 шт.) для разрезания ТБО размерами до 350-400 мм. В автоматическом режиме проверяется присутствие чёрного, цветного металла и стекла более 400 мм. После проверки осуществляется выгрузка измельчённого отхода в конструкцию мусоровоза [2].

Измельчённая структура отхода после дробления (до 2,5 мм) поступает в ёмкости устройства измельчения до размеров 1,0 мм. Измельчённая масса ТБО поступает в герметический миксер. В миксере производится смешивание ТБО с жидкими отходами в

течение 3 минут (при давлении 75 атмосфер и температуры до 80°C). За счёт смешивания органических и неорганических отходов с жидкими отходами в составе различных щелочей, получается новый инновационный материал «пульпа» и различные газы (метан, пропан, бутан и др.) [4,5].

В смесителе подготавливается химическая смесь измельченных твёрдых бытовых отходов и жидких химических отходов, для которой требуются специальные соединяющие элементы в виде химических добавок таких как, хлористый калий, натрий, окись железа, хлорное железо, окись хрома, полимеры и другие, которые имеются в составе жидких отходов.

Отличительной особенностью предложенной конструкции является создание конкуренции с мусоросортировочными заводами так как отпадает их необходимость, а также создает конкуренцию мусоровозам.

Выводы:

1. Инновационный связывающий материал в виде «пульпы» позволяет соединяться с другими отходами производства и промышленности, получать материалы и изделия для различных отраслей.

2. Попутный газ в большом объёме для автомобильного и другого топлива.

3. Сокращение полигонов захоронения ТБО и количества мусоросортировочных заводов, путём реализации «зеленой» технологии, где отсутствует отходы, загрязняющие окружающую среду и водную экосистему.

4. За счёт применения зелёной технологии снижение объёма «парникового эффекта» в атмосфере.

5. Создание и развитие малого и среднего бизнеса на основе коммерциализации «зеленой технологии» переработки ТБЖО на автомобильном мини цехе взамен мусоровозам [1,4,5,6].

6. Повышается производительность, путём обеспечения принципа гидравлических схем управления процессами переработки отходов в автоматизированном режиме.

7. Все оборудования, устройства и конструкции УТБЖО изготавливаются на базе серийно выпускаемых устройств в России и в Республике Казахстан.

8. Экологическая чистая технология и выпускаемые материалы и изделия без вредного действия на атмосферу, водную и земляную поверхность, так как отсутствуют отходы, что уменьшает парниковый эффект.

9. Решениями и изобретениями [4,5,6] подтверждена и доказана необходимость изготовления опытного образца автомобильного миницеха на основе внедрения «зеленой технологии», что позволяет получить экономические и экологические выгоды.

Литература

1. Отчёт о научно исследовательской работе по теме Внедрения зелёной технологий утилизация отходов потребления в замен существующих технологий (мусоровозами). – Нур-Султан - 2019. - с. 72.
2. Уразбаев Ж.З., Ермеков Т.Е., Долгов М.В., Сравнительный анализ и получение новых материалов из отходов. Сборник материалов 7-й международной научно-практической конференции. Москва. ФГУП «Институт ГИНЦВЕТМЕТ». 2012. – с. 105.
3. Уразбаев Ж.З., Ермеков Т.Е., Долгов М.В., Исследование и разработка технологии переработки отходов потребления, производства и промышленности. Сборник материалов 8-й международной научно-практической конференции. Москва. ФГУП «Институт ГИНЦВЕТМЕТ». - 2016.- с. 116.
4. Изобретение № 30332 к патенту РК «Способ утилизации твёрдых хозяйственно-бытовых отходов с применением гравитационных спусков» Ермеков Т.Е.- Бюлл. - № 9.- 2015 .
5. Изобретение № 30394 к патенту РК «Навесные гидро- авто ножницы для резки твёрдых бытовых отходов» Ермеков Т.Е.- Бюлл. - №11. – 2015.
6. Изобретение № 34474 «Способ зеленой технологии утилизации отходов потребления при гравитационном спуске и управление всеми процессами на грузовом автомобиле». Патентообладатель АО КазУТБ.- Нур-Султан. -Ермек А.Т., Имангазиев А.К., Муканова К.А., и др. - 17.07.2020.

References

1. Report on research work on the introduction of new technologies recycling of consumer waste in place of existing technologies (garbage trucks). – Nur-Sultan. - 2019. - p. 72.
2. Urazbaev Zh. Z., Ermekov T. E., Dolgov M. V., Comparative analysis and obtaining new materials from waste. Collection of materials of the 7th international scientific and practical conference. Moscow. Federal state unitary enterprise "GINTSVETMET Institute". 2012. – p. 105.
3. Urazbaev Zh. Z., Ermekov T. E., Dolgov M. V., Research and development of technology for processing waste of consumption, production and industry. Collection of materials of the 8th international scientific and practical conference. Moscow. Federal state unitary enterprise "GINTSVETMET Institute". - 2016.- p. 116.
4. Invention No. 30332 for patent of RK "Method of disposal of solid domestic waste with the use of gravitational slopes" Ermekov T. E.- bull. - No. 9.- 2015 .
5. Invention No. 30394 to the patent of "Wall hydro - Avto scissors for cutting solid waste" Ermekov T.E. - bull. - No. 11. – 2015.
6. Invention No. 34474 "Method of green technology for utilization of consumer Waste during gravity descent and control of all processes on a truck". Patent holder of Kazutb JSC.- Nursultan. - Ermek A. T., Imangaziev A. K., Mukanova K. A., and others - 17.07.2020.

Сведения об авторах

Уразбаев Жуматай Зейнулович - доктор технических наук, профессор, Президент-Ректор АО «КазУТБ»;
 Ермеков Толеухан Ермекович - доктор технических наук, профессор кафедры АО «КазУТБ»;
 Кенжин Болат Мауленович – доктор технических наук, профессор, генеральный директор Карагандинского машиностроительного консорциума;
 Ахметова Рауана Кайратовна - научный сотрудник, Назарбаев университет;
 Ермек Айшабиби Толеуханкызы - старший преподаватель, Евразийский Гуманитарный Институт

УДК 677:687.17

М.Т. Мынбаев, Б.Т. Нурмухамбетова

(Казахский университет технологии и бизнеса, Нур-Султан, Казахстан, botahan_nur@mail.ru)

М.Т. Омарбекова, Г.А. Сарбасова

(Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан, marzhan.030@gmail.com)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕРМОЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СПЕЦОДЕЖДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. Тема исследований направлена на разработку научных основ и методологии исследования термозащитных свойств материалов путем разработки автоматизированного испытательного комплекса (АИК) для исследования этих свойств и его внедрение при производстве материалов спецодежды.

Ключевые слова: испытательный комплекс, спецодежда, измерение, безопасность, термостойкий материал.

М.Т. Mynbayev, B.T. Nurmukhambetova

(Kazakh University of Technology and Business, Nur-Sultan, Kazakhstan, botahan_nur@mail.ru)

M.T. Omarbekova, G.A. Sarbasova

(M.Kh. Dulaty Taraz regional university, Taraz, Kazakhstan, marzhan.030@gmail.com)

DESIGN OF THERMAL-PROTECTION MATERIALS FOR WORKWEAR USING AN AUTOMATED TESTING COMPLEX

Abstract. The research topic is aimed at the development of scientific foundations and methodology for studying the thermal protective properties of materials by developing an automated test complex (AIC) for the study of these properties and its implementation in the production of protective workwear.

Keywords: test complex, workwear, measurement, safety, heat resistant material.

М.Т. Мынбаев, Б.Т. Нурмухамбетова

(Қазақ технология және бизнес университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан, botahan_nur@mail.ru)

М.Т. Омарбекова, Г.А. Сарбасова

(М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Қазақстан, Тараз, marzhan.030@gmail.com)

АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН СЫНАУ КЕШЕНІН ҚОЛДАНУМЕН АРНАЙЫ КИІМ ҮШІН ТЕРМОҚОРҒАУШЫ МАТЕРИАЛДАРДЫ ЖОБАЛАУ

Аңдатпа. Зерттеу тақырыбы осы қасиеттерді зерттеу үшін автоматтандырылған сынау кешенін (АСК) әзірлеу арқылы материалдардың термоқорғаныс қасиеттерін зерттеудің ғылыми негіздері мен әдістемесін жасауға және оны арнайы киімнің материалдарын өндіруге бағытталған.

Түйін сөздер: сынау кешені, арнайы киім, өлшеу, қауіпсіздік, термоқорғаушы материалдар.

Введение. Обеспечение безопасных условий работы человека является одной из важнейших задач любого государства. Уровень безопасности, обеспечиваемый спецодеждой и ее эффективность во многом определяются защитными свойствами материалов и ее комплексной оценкой.

Результаты исследований показали неудовлетворительное качество и невысокую эффективность спецодежды при воздействии высоких температур по причине низких показателей термозащитных свойств материалов. А отсутствие методологии, а также автоматизированных испытательных

комплексов исследования термозащитных свойств материалов не позволяют в лабораторных условиях моделировать реальные условия эксплуатации и тем самым проектировать новые материалы с заранее заданными защитными свойствами.

Анализ и результаты обсуждения. Проведенные исследования позволили получить новые фундаментальные знания об основных закономерностях, связывающие термозащитные свойства материалов с волокнистым составом и структурой переплетения тканей, с видами пропиток и составом полимерного покрытия, а также с условиями эксплуатации,

позволяющие проектировать и производить материалы с заданными защитными свойствами.

Поэтому Разработка автоматизированного испытательного комплекса (АИК) для оценки и прогнозирования термозащитных свойств и его внедрение при производстве материалов спецодежды является актуальной.

Известно, что в рамках СНГ и восточной Европы вопросами разработки и внедрения термо-огнезащитных материалов и специальной одежды занимаются ОАО Центральный научно-исследовательский институт швейной промышленности (ЦНИИШП, Россия), Санкт-Петербургский университет технологии и дизайна, институты охраны труда и техники безопасности России, Украины, Белоруссии и др. Современный процесс исследования защитных свойств материалов базируется на малоэффективной и трудоемкой технологии в виде опытных носок, в связи с отсутствием надежных методов оценки защитных свойств в лабораторных условиях. Но в тоже время в Казахстане отсутствуют научно-производственные центры, которые целенаправленно занимаются исследованиями, разработкой и внедрением в производство материалов и спецодежды. Что вызывает большой интерес со стороны, как бизнес сообществ, так и инвестиционных структур [1].

Результаты исследования. Методология и основы исследования данной научной работы являются продолжением многолетней исследовательской работы, проводимой под руководством профессора М.Т. Мынбаева совместно с учеными из Тараза, Санкт Петербурга и Германии. В процессе исследования получены ряд авторских свидетельств и патентов, в частности:

1. Способ определения доз агрессивных факторов, достаточных для прожигания огнестойких материалов» (авт. свидетельство №1017986);

2. Способ испытания образцов материалов на устойчивость к воздействию расплавленного металла» (авт. свид. №1335855);

3. Устройство для определения защитной способности текстильных материалов» (авт. свид. №1509740);

4. Устройство для определения горючести текстильных материалов» (Авт. свид. № 1582103);

5. Устройство для определения стойкости текстильных материалов к тепловому воздействию (авт. свид. №1406447);

6. Состав для огнезащитной отделки шерстяных тканей (авт. свид. №1479561).

Результаты работ внедрены на НПО Джезказганцветмет», на Казанском заводе синтетического каучука, на фабрике ПОШ; «Джамбулкожобувь»; ТОО «Жантурсын».

В процессе данной научно-исследовательской работы решены следующие задачи:

–разработаны теоретические аспекты воспламенения и распространения пламени на тканях;

–теоретически изучены процесс воздействия частиц расплавленного металла и инфракрасного излучения на текстильный материал;

–разработана математическая модель оптимизации параметров формирования рационального ассортимента материалов для спецодежды металлургов;

–развиты теоретические основы проектирования новых материалов для специальной одежды с заданными свойствами;

–разработан испытательный комплекс для исследования огнезащитных свойств материалов спецодежды в лабораторных условиях.

На основе использования испытательного комплекса разработан метод комплексной оценки и прогнозирования огнезащитных свойств текстильных материалов, позволяющие в лабораторных условиях моделировать реальные условия эксплуатации спецодежды, взамен дорогостоящих опытных носок, и тем самым проектировать новые виды текстильных материалов с заранее заданными защитными свойствами.

На Испытательном Комплексе по разработанному методу проведены исследования и выявлены основные закономерности, связывающие огнезащитные свойства материалов со структурой переплетения тканей, с видами пропиток и полимерных покрытий, с волокнистым составом, а также с условиями эксплуатации, позволяющие прогнозировать защитные свойства материалов [2].

По итогам исследований разработана технология получения термозащитного материала, устойчивого к воздействию искр и брызг расплавленного металла и ИК-излучения.

Выпущена опытная партия огнестойкого материала и проведены лабораторные и промышленные испытания.

В условиях АО «Казахмыс» проведены производственные испытания разработанных видов спецодежды в количестве 1000 комплектов и получены положительные отзывы рабочих.

Выводы. Данная работа имеет большую значимость в национальном и международном масштабе, поскольку результаты проекта позволят улучшить условия труда рабочих горячих цехов и снизить производственный травматизм, что является актуальным для всех металлургических производств в мире.

Конкурентными участниками рынка продукции проекта являются:

–для продукта «Комплекс» – автоматизированного испытательного комплекса

для оценки и прогнозирования термо-огнезащитных свойств материалов спецодежды: Московский завод «Машприбор», Санкт Петербургский завод точного машиностроения и др.;

– для продукта «Материал» - термостойкого металлизированного материала, устойчивого к многократным воздействиям искр и брызг расплавленного металла и ИК-излучения: Казанский завод синтетического каучука, ООО «Текстиль и замша», Москва; ОАО «Искож», Нефтекамск; ЗАО «Ивановоискож», Иваново, Рязанский кожевенный завод АО «Русская кожа»; ООО «Колорит», Тверь.

Несмотря на серьезное наличие конкурентов на рынке, продукты Проекта обладает следующими дополнительными конкурентными преимуществами и потребительскими свойствами:

– продукт «Комплекс» - низкой себестоимостью (аналогичная серия приборов стоят вдвое дороже),

качеством измерений, заменяющими дорогостоящие опытные носки спецодежды;

– продукт «Материал», устойчивостью к многократному прямому контакту с открытым пламенем и брызгами расплавленного металла;

– оптовая закупочная цена продукции Проекта составляет:

– продукт «Комплекс» – 180 000 тыс. тенге за один комплект; продукции «Материал» 2840 тг за п.м.

Заказчиками нашей продукции могут выступить АО «Казахмыс», АО «Казахцинк», АО «Алюминий Казахстана», Службы противопожарной обороны МВД РК, все швейные фабрики по изготовлению спецодежды и текстильные комбинаты, выпускающие ткани для спецодежды [3].

Литература

1. Мынбаев М.Т. «Принципы проектирования спецодежды с учетом специфики условий труда и современного дизайна», тезисы докладов международной научно-технической конференции: «Социально-экономическое развитие Казахстана за 25 лет независимости: история, достижения, новые вызовы» - г. Астана.- 2016. - с.524-525
2. Мынбаев М.Т. «Разработка спецодежды на основе инновационных технологий». Тезисы докладов международной научно-практической конференции «25 лет Единства и Созидания».- Астана.- 2016.- С.54
3. Мынбаев М.Т., Түсіпбекова Ш.М., Бозтай З.Б., Рахимжанова Г.Б. Дизайн тұжырымдамасының принциптерін қолданатын қорғаныш қасиеттерін бағалауға арналған құрылғыны жасау // Қазақ инновациялық гуманитарлық-заң университетінің хабаршысы. – 2018, –№1(37). 6.150-155

References

1. Mynbayev M. T. "principles of designing workwear taking into account the specifics of working conditions and modern design", abstracts of the international scientific and technical conference: "Socio-economic development of Kazakhstan over 25 years of independence: history, achievements, new challenges" - Astana.- 2016. - p. 524-525
2. Mynbayev M. T. "development of workwear based on innovative technologies". Abstracts of the international scientific and practical conference "25 years of Unity and Creation".- Astana.- 2016.- p. 54
3. Mynbayev M. T., Tusupbekova Sh. M., Boztai Z. B., Rakhimzhanova G. B. development of a device for assessing protective properties using the principles of design concept // Bulletin of the Kazakh humanitarian and Legal Innovation University. – 2018, –№1(37). P.150-155

Сведения об авторах

Мынбаев Мурат Тайкельтирович – кандидат технических наук, доцент, Казахский университет технологии и бизнеса;

Нурмухаметова Ботагоз Толегеновна - кандидат технических наук, доцент, профессор, Казахский университет технологии и бизнеса;

Омарбекова Маржан Тириболсыновна - кандидат технических наук, доцент, Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати

Сарбабасова Гульмира Азимбаевна - кандидат технических наук, доцент, Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати

UDC 338.242

Li A. N.¹*(Banking and Finance Academy of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan, bfa-mail.ru)*

FOREIGN EXPERIENCE IN MODERNIZING THE ECONOMY

Abstract. The problem of modernization for any country is the problem of maintaining the status of a center country, or changing the status of a country and moving from the category of developing countries to a higher category. This is the problem of choosing the path of development in a rapidly changing environment.

Key words: modernization, economy, foreign experience, industrialization, economy industry.

Ли А. Н.¹*(Өзбекстан Республикасының Банк-Қаржы академиясы, Ташкент, Өзбекістан, bfa-mail.ru)*

ЭКОНОМИКАНЫ ЖАҢҒЫРТУДЫҢ ШЕТЕЛДІК ТӘЖІРИБЕСІ

Аңдатпа. Кез – келген ел үшін модернизация мәселесі-Орталық елдің мәртебесін сақтау немесе елдің мәртебесін өзгерту және дамушы елдердің қатарынан жоғары деңгейге көшу. Бұл тез өзгеретін орта жағдайында даму жолын таңдау мәселесі.

Түйінді сөздер. жаңғырту, экономика, шетелдік тәжірибе, индустрияландыру, экономика саласы

Ли А. Н.¹*(Банковско-финансовая академия Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан, bfa-mail.ru)*

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ МОДЕРНИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ

Аннотация. Проблема модернизации для любой страны – это проблема сохранения статуса страны-центра, или изменения статуса страны и переход из разряда развивающихся стран в более высокий разряд. Это проблема выбора пути развития в условиях быстроменяющейся среды.

Ключевые слова. модернизация, экономика, зарубежный опыт, индустриализация, отрасль экономики

Introduction. Today, a multilevel world has been formed with the presence of countries in the center of the world system, countries of the periphery, semi-periphery; functioning in the context of globalization, which slows down the processes of modernization of the periphery and semi-periphery. In this regard, most semi-peripheral countries (in particular, Brazil, China, India, Russia) experience difficulties in implementing effective modernization, taking into account their own interests, preserving culture and existing traditions. The semi-periphery functions in the most specific way, since it is both exploiting and exploited. Nevertheless, this layer in the world system provides balance between the center and the periphery. In aggregate, the population of the BRICS countries is about 42% of the world's population; the BRICS countries produce up to 20% of world GDP (according to PPP - 29% in 2018) [1].

Method of research. The article uses both General scientific research methods (induction and deduction, logical analysis and synthesis) and particular methods of analysis: causal, structural and functional, comparative, factorial, structural, and historical.

Research result. The countries of the BRICS group have historically followed the path of catch-up modernization, however, at the end of the 20th century they were able to switch to a mixed type (with the exception of China, which at a certain stage of its development, in addition to mixed modernization, implemented modernization based on the theories of anti-modernization). “In modern political and economic literature, quite a lot of studies are devoted to one or another aspect of modernization. The experience of Brazil, China and India is seen as a possible role model for Russia. The considered semi-periphery countries (India, China, Brazil) do not

use only Western ideas and approaches as a theoretical resource for their own modernization concepts. They rely heavily on local traditions, mentality and work ethic ”.

“As a result of deep socio-economic and political reforms aimed at the transition from a centrally planned economy to a market economy and the integration of national economies into the world economy, in the early 1990s, former socialist countries, as well as other semi-periphery countries, actively interacted with the IMF. The policy and recommendations of the IMF in relation to large semi-periphery countries (China, Russia, India, Brazil) have been repeatedly criticized, the essence of which is that the implementation of the recommendations was aimed not at increasing the independence of the economies of states, but at tying them to international financial flows ”.

Nevertheless, the main “goals of modernization in the studied semi-periphery countries were: bringing technologies, social institutions, political organization to a post-industrial level, regardless of what economic past the country had that embarked on the path of transitional modernization (socialist like China and the USSR, or capitalist like India and Brazil). These goals are relevant for the countries of the periphery, semi-periphery, and should be achieved so that integration into the world community takes place taking into account their national interests.”

When analyzing the modernization of these countries, special attention should be paid to their historical interaction with international organizations in general and the IMF, in particular. Below is a brief description of the attitude of the considered semi-peripheral countries to the recommendations of the IMF during the 1990-s. Regarding Russia (full support for IMF reforms). “In the 1990s, the IMF helped transform the economies of Eastern Europe. In the USSR, the proposed reforms of the IMF were supported and implemented by the executors of the reforms, first persons of the Government. Russia joined the IMF in 1992. Its financing was suspended by the IMF in 1999, and by the beginning of 2005 our country had paid off its debt to the IMF ahead of schedule. The subjects of the reforms were: the customer - the leaders of the United States and Western Europe; executor - the leadership of the USSR, which agreed to accept the help of the West.”

Concerning China (refusal to reform). “In 1997-1998. The IMF has received the so-called “Chinese bandwagon”. The PRC maintained a fixed yuan exchange rate, pursued a completely independent monetary policy, but did not allow the slightest liberalization of capital flows. That is, China did not do what Malaysia, South Korea, Taiwan, Indonesia, etc. did, did not follow the course of the IMF reforms ”.

Regarding India (forced partial support). “The pivot of the Indian government's economic policy in the 1990s was an attempt to combine monetary and financial stabilization with economic recovery and further liberalization. However, this required large injections of financial resources from outside, which in many respects made the country's economic policy dependent on the recommendations of the IMF as a potential creditor.”

Regarding Brazil (support for reforms). “In the 1990s, Brazil has consistently met the targets of the IMF-funded reform program. In the IMF, Brazil has always occupied a privileged position, including in terms of implementing anti-inflationary policies. At the end of 2005, the Brazilian government completed its external debt repayment plan by paying the remainder of the debt in advance.”

According to A.V. Buzgalina, “the transformation of China and other BRICS countries into independent entities with an economy comparable to the usual global players, the transformation of Islamic political and economic institutions into a significant factor in world life, the first steps of Russia on the world stage, which showed its intention to pursue an independent course in international affairs - all this is evidence of a changing world ”.

“It is worth noting the common features for Brazil, India and China, which are the existence of national development models despite the different political and economic backgrounds. Their creation required the efforts of intellectual forces, the latter's access to decision-making, and not simple theoretical borrowings, close to the mentality of power. ”

“Summarizing the above statistical data, we note that, in general, the studied countries experienced GDP growth in 2016 compared to 1988. One has only to evaluate in more detail the degree of growth of the studied macroeconomic indicators. In particular, in China the growth was observed approximately 16 times, in India - 8 times, in Brazil - almost 3 times. It should be noted that of all countries, the sharpest GDP growth was recorded in China. Also, despite the similarity of Brazilian GDP growth rates with Russia and the insignificant difference in population size, in Russia the process of attracting foreign investment is unlikely to become effective and successful in the near future. This is due to the investment risks of foreign and national investors in our country, as well as the investment conditions and dynamics of national business. ”

“Growth in GDP per capita for the period from 1988 to 2016 for the countries under consideration had a dynamics similar to that of GDP, despite the fact that India, China and Brazil experienced population growth. Nevertheless, the dynamics of population growth was significantly lower than the dynamics of GDP growth as a whole. For example, in China during the period under

review, GDP per capita increased 13.5 times, in India - almost 5.3 times, in Brazil - 2 times.

"Regarding the "Unemployment" indicator, we can say that in general across the BRICS countries, the dynamics of the unemployed over the period under review was progressive (increased). However, in Brazil there was a critical surge in the number of unemployed people in 1998 compared to other countries, and by 2016 the figure had decreased."

The "Human Development Index" has increased during the period under review for all countries. The most significant growth in general for all countries was recorded in 2008.

"In comparison with the European Union (first of all, the countries of the center of the world system), we can conclude that the countries of the BRICS group (countries of the semi-periphery of the world system) do not have significant advantages in terms of their economic development. In fact, their indicators of stability and relatively high growth rates of national economies are achieved due to a significant limitation of spending on the social sphere. Essentially, the countries of Western Europe and the BRICS show two different models of economic development, the first of which provides for the achievement of results through the use of technology, and the second - the exploitation of labor and resources."

Thus, in the new world, it is important for modernization processes to find effective ways, as well as to avoid the risk of entering the path of "modernization by inertia".

The features of modernization of the economy of semi-peripheral countries (China, India and Brazil) are disclosed in more detail below.

Features of the modernization of the Chinese economy. "The Chinese" economic miracle "happened on the basis of combining the concept of market socialism with the export-oriented model of accelerated development, previously used by capitalist countries." At the same time, there was a focus on the growth of domestic aggregate demand (living standards of the population), foreign direct investment, a high rate of accumulation, and, as a consequence, stable dynamism in all groups of indicators. China has set a task - by 2020 to become one of the states with an innovative economy, and by mid-century to become a world leader in science and technology. The emphasis is on developing our own innovations. It is planned to create conditions and develop infrastructure for innovation and business, to attract foreign scientists and specialists to R&D.

The philosophy of Chinese modernization was that one should start not with breaking the political system, but with increasing the efficiency of the economy. Chinese reformers managed to avoid "shock therapy" and "privatization", thereby reducing the social cost of transition to the market. China was in no hurry to privatize

state-owned enterprises, especially natural monopolies. Instead, free economic zones with preferential treatment for foreign investors were created in the coastal regions. This allowed not only to increase exports, saturate the domestic market, but also raise the overall technological level of production in the country. In fact, gradual privatization continues to this day. As a kind of "visiting card" of the Chinese reform, "gradualism" is presented, that is, a strategy of gradual transformations, which acts as an alternative to the Russian reforms of "shock therapy". China has chosen the concept of socialism, the features of which include: maintaining medium-term plans and, at the same time, leaving the market for the main role in resource management; a common state market with a sufficient level of foreign investment; multi-level system of social institutions; the formation of a sectoral price system at several levels [2].

Reforms in China were started by D. Xiaoping in 1978 with "four modernizations". These modernizations took place in agriculture, industry, military sphere and science. The aim of the reforms was to ensure social stability of all economic transformations. In particular, great attention was paid to increasing accumulation, combining the market with government regulation, borrowing technology and at the same time attracting foreign investment.

The so-called "Great Strategy" reveals the essence of China's national development. Foreign literature also mentions the "Beijing Consensus", according to which China mainly focuses on:

- competitiveness and leadership in the economy;
- building a middle-class society;
- preservation of the leading role of the state in the economy;
- state control in the most important sectors.

It should also be noted that the PRC government has applied a model of parallel development of various economic structures while maintaining the dominant role of the public sector. In connection with the strengthening of China in the world market, it is worth mentioning the concept of "going outside", involvement in international organizations, active economic cooperation not only with developed countries, but also with third world countries. At the same time, China has launched a strategy of moving away from an export-oriented economy and stimulating the development of the domestic market. Another important component of the development strategy worked out in the PRC is the active attraction of foreign capital as a source of direct investment in the production sector [3].

The PRC has achieved a positive experience of reforming due to the fact that:

- the modernization model is aimed at keeping power in the hands of the party elite, which has received guarantees of privileges;

–the driving force behind modernization in society has become a wide class of entrepreneurs and scientific intelligentsia;

–the government supported the business as a whole, not large companies;

–the military was interested in modernization due to the need to re-equip the army and increase defense spending.

Many contemporaries also note that “the task of scientific and technological modernization of any country is complex, and therefore requires not only an adequate strategy, but also a comprehensive state plan for its solution. For example, in China today, an internal plan for improving science and technology (2006-2020) is being implemented, aimed at achieving a strategic national goal. Taking into account this task, China in 2020 will become a developed state in terms of the technological component, and in 2050 - one of the most developed countries in the world in terms of technology [4].

It is also worth noting the opinion of S.Yu. Glazyev, that “today the volume of China's GDP in terms of purchasing power parity, in terms of the export of science-intensive products has surpassed the American one. China has the largest “army” of scientists; in terms of the volume of research and development, China is also experiencing explosive growth”[5].

“The relations of ownership of the means of production in the USSR began to slow down the growth of productive forces, and the transformation of these relations in the 1990s corrected the situation. In this context, it is interesting to observe Russian assessments of China's economic success, which also boil down to two positions: 1) growth will slow down and China will “collapse”; 2) growth may slow down, but it will continue on a more harmonious and technological basis”[6].

In conclusion, one of the key problems in Brazil should be noted - inflation. Brazil went through a lack of economic equilibrium, a chronic state budget deficit, the use of the printing press mechanism and constant indexation of all funds, and in the foreign economic sphere - through a systematic depreciation of national currencies. Such a situation in the country is characterized by

hyperinflation, caused mainly by the financing of the budget deficit and the associated excessive emission of money, as a result of which there is an annual depreciation of money of several thousand percent per year.

The issue of the specifics of relations between the BRICS countries and the United States deserves special attention. Today, diplomatic, political and economic relations between the United States and China are among the most important bilateral relations in the world. It is a relationship between an experienced and full-fledged superpower and a new, partial superpower. China and the United States are each other's second largest trading partners. In addition, China is the largest holder of US debt. Relatively recently, in certain circles of the US establishment, the idea of persuading Brazil to an alliance against the PRC was hatched. That is due to the rapid expansion of the Asian giant into Latin America, which was previously considered a sphere of special American interests. The volume of trade between the Latin American continent and China is already close to the total trade between Latin American countries and the United States. Regarding the relationship between India and the United States, it can be noted that India is one of the key sources of labor resources for America, representing the so-called “innovation periphery”.

Conclusions. Based on the results of the analysis of the reforms of the large semi-peripheral countries of the BRICS group, we can say that, despite the differences in structures that stimulate the development of modernization, all these countries have achieved some success in implementing reforms (by choosing a unique path of transformation). Thus, “operating contrary to the recommendations of the IMF and monetarist dogmas, China, India and the countries of Southeast Asia, were engaged in the creation of industries of a new technological order, and, earlier than others, saddled a new wave of economic growth. This allowed them not only to successfully pass the global financial crisis, but also to make a leap in economic development, creating a new system of institutions, potentially more effective than in the United States.”

References

1. Luxemburg R. E., Accumulation of capital. TT. 1, 2 / R. E. Luxemburg. – M.: Leningrad.- 1934. – 670 p.
2. Fursov A., I. Report, “Corporation-state”. URL: http://andreyfursov.ru/news/gosudarstvo_ono_zhe_korporacija/2008-01-01-6.
3. Miropolsky, D. Y., Future of the world economy: the ratio of the market and the planned bases / D. U. Miropolsky // Economist.- 2004.- No. 8.- pp. 59-66.
4. Rumyantseva S. Yu., Evolutionary theory and economic dynamics / S. Yu. Rumyantseva // Problems of the modern economy. – 2015. – №1 (53). – pp. 67-71.
5. Prospects and strategic priorities of the BRICS ascent / edited by V. A. Nikonov, G. D. Toloraya. – Moscow: MISK-INES-NKI BRICS.- 2014. – 362 p.

6. Makareikina M. R., Experience of modernization of large semi-peripheral countries in the context of globalization / M. R. Makareikina // Proceedings of the Saint Petersburg state University of Economics. – 2016. – № 5 (101). – pp. 145-150.

Сведения об авторе

Ли Александр Николаевич, д.э.н., профессор, заведующий кафедрой «Финансы», Банковско-финансовая академия Республики Узбекистан.

UDC 338.439.02(574)

S.A. Amanzholov, N.A. Sakenov, I.E. Sarybaeva*(Kazakh University of Technology and Business, Nur-Sultan, Kazakhstan,
inarasaribaeva@mail.ru)***THE MAIN DIRECTIONS OF INCREASING FOOD SECURITY
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

Abstract. Against the background of the global socio-political, financial and economic crises, increased competition in the agrarian and food markets, the problem of a strategic approach to managing the agro-industrial complex and increasing its competitiveness to ensure the country's food security are of particular importance.

Key words: food security, agro-industrial complex, strategy, production, financial condition

С.А. Аманжолов, Н.А. Сакенов, И.Е. Сарыбаева*(Казахский университет технологии и бизнеса, Нур-Султан, Казахстан,
inarasaribaeva@mail.ru)***ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

Аннотация. Современный этап мировой экономики диктует необходимость рассматривать экономические интересы не только на национальном, но и на региональном и международном уровнях.

С обретением независимости Республика Казахстан приступила к активной фазе вступления в международные организации и международное сообщество, что привело к проблемам во внешней политике, а также угрозам национальной безопасности. Все это требовало принятия активных мер по обеспечению в том числе и экономической безопасности страны.

Ключевые слова: экономическая безопасность, угрозы, устойчивое развитие общества, система экономической безопасности страны

С.А. Аманжолов, Н.А. Сакенов, И.Е. Сарыбаева*(Қазақ технология және бизнес университеті», Нур-Султан, Қазақстан,
inarasaribaeva@mail.ru)***ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ АЗЫҚ-ТҮЛІК ҚАУІПСІЗДІГІН
АРТТЫРУДЫҢ НЕГІЗГІ БАҒЫТТАРЫ**

Аңдатпа. Әлемдік әлеуметтік-саяси және қаржылық-экономикалық дағдарыстар, аграрлық-азық-түлік нарықтарындағы бәсекелестіктің күшеюі жағдайында АӨК-ті басқарудың стратегиялық тәсілі және елдің азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін оның бәсекеге қабілеттілігін арттыру мәселесі ерекше маңызға ие болып отыр.

Түйінді сөздер: азық-түлік қауіпсіздігі, агроөнеркәсіптік кешен, стратегия, өндіріс, қаржылық жағдай.

Introduction. The agro-industrial complex, being one of the most significant sectors of the economy, due to the specifics of its economic and production activities, largely depends on other industries. The existing problems in these sectors negatively affect the pace of development of the agro-industrial complex. Thus, the effectiveness of solving problems in the agro-industrial complex depends on how economically justified the strategy for the development of the country's economy will be at

the Government level. This is especially important in light of Kazakhstan's accession to the World Trade Organization [1].

Method of research. On the basis of the country's economic development strategy, it is necessary to develop a particular strategy for the development of the agro-industrial complex at the government level, a component of which should be provisions for increasing the

competitiveness of the domestic agro-industrial complex.

Taking into account the country's economic development strategy and strategic provisions for increasing the competitiveness of the domestic agro-industrial complex, strategies should be developed further at the regional and district levels, as well as in all agro-industrial organizations, containing provisions for increasing the competitiveness of agro-industrial production and products. The interrelated complex of these strategies will allow business entities to orient themselves in their production and economic activities to ensure food security and, increasing the efficiency of activities, to ensure the high competitiveness of their products (works, services) both in the domestic and foreign markets [2].

When developing strategic provisions for increasing the competitiveness of the agro-industrial complex, first of all, it is necessary to determine the main goal and tasks facing agro-industrial production and identify the key problems.

Research result. At the country level, the main goal and primary tasks can be called the full provision of food security of the state and the transformation of agro-industrial production into highly profitable sectors of the economy. At the same time, the problems of strategic management in the agro-industrial complex, the solution of the existing problems of the development of agro-industrial production on the basis of the use of the advanced achievements of science and technology, the financial capabilities of the state; increasing the physical, economic and social availability of food for the population of the country - all of these will be actual and urgent. This is especially important if the state wants to be highly competitive and remain in the list of world leaders in the future, which was noted by Elbasy N. Nazarbayev in his Presidential messages to the people of Kazakhstan [3].

When developing a strategy at each of these levels, it is necessary to consider the key problems and factors that affect agro-industrial production and the position of agribusiness organizations.

For example, the following main negative points in the field of the Kazakh agro-industrial complex can be identified:

- the level of purchase prices for the products of agricultural commodity producers is insufficient for conducting expanded reproduction;
- poorly organized activities for the purchase of products from agricultural enterprises;
- a high share of imports of agricultural products.

Similar problems are typical for many CIS countries.

The main factors shaping these problems include:

- weak support for the production and consumption of agricultural products from the state;

- insufficient investment activity in the agro-industrial complex both at the country level and at the level of individual regions and districts (municipalities);

- outdated technical base in most agricultural enterprises.

Having studied these problems and the factors that form them, it is advisable to move on to choosing a competitive strategy aimed at overcoming these problems.

As a result, the competitive strategy should contain a set of management decisions aimed at achieving goals in the long term, based on a deep understanding of such defining moments as the trends in the economy of the agro-industrial complex, its state and the competitive positions that economic entities occupy within this complex. Hence, in a tough competitive environment, each agro-industrial complex needs to develop a strategy taking into account the competitiveness of its products (works, services), the availability of competitive production and market advantages, ways and methods of increasing competitiveness and analyzing the activities of its competitors [4].

In order to substantiate the chosen competitive strategy, the governing bodies of the agro-industrial complex and individual organizations need to assess their competitiveness in comparison with other participants in the agricultural market (market segment) in the following main areas:

- analysis of competitive potential;
- efficient use of resources;
- assessment of the financial condition and other characteristics.

After studying the market conditions and their competitive potential, the economic entities of the agro-industrial complex need to start choosing a specific type of competitive strategy. You can specify the following main types of competitive strategies that can be used in the agro-industrial complex:

- cost leadership strategy, which allows to reduce prices due to low production and sales costs;
- product quality leadership strategy;
- production diversification strategy;
- strategy of strengthening in the local market;
- strategy of concentrated growth and service of small market segments;
- strategy of integration and cooperation;
- strategy of innovative development;
- a strategy for a technological breakthrough.

The following key points should be highlighted here, which must be taken into account in the process of developing a competitive strategy at all levels:

- the development of a strategy should begin with a study of the level and dynamics of the effective demand of the population, the structure and capacity of that territorial specific segment of the market, which the commodity producer is supposed to enter (external, internal:

republican, regional, local, etc.). To do this, it is necessary to conduct a market analysis and diagnostics of the competitive environment. The likelihood of success of a competitive strategy depends on the quality of the analysis performed, as well as on the completeness and reliability of the market information used;

- the development of a competitive strategy of an economic entity in order to ensure effective implementation should be carried out taking into account the maximum of the main parameters characterizing the situation and the provisions of the strategy of the agro-industrial complex of the country, region, district. This is of particular importance in the modern conditions of integration of the economies of different countries and regions.

The next important point in developing a competitive strategy is to distinguish between external and internal competition and to determine the factors that influence each of these types of competition.

With external competition, commodity producers cannot influence its factors and must adapt to the manifestation of competition and adjust their activities based on the balance of market forces, conjuncture, their own economic interests and opportunities.

The openness of the economy of Kazakhstan, the process of the country's integration into the global economic system has both negative and positive values. For example, participation in the global division of labor has a positive effect on the development of agriculture, but at the same time, an increase in the share of imported food in the total amount of food consumed poses a threat to food and, as a consequence, to the country's national security.

Based on the analysis, the following key competitive advantages in external competition can be identified, which should be taken into account when developing a strategy for increasing competitiveness in the agro-industrial complex of the Republic of Kazakhstan:

- in general, a high level of competitiveness of the country;
- scientific level of management of the agro-industrial complex economy;
- high potential for increasing the competitiveness of manufacturers.

It should be noted that the use of each of the competitive strategies suitable for the agro-industrial complex should be carried out on the basis of marketing research of the competitive environment and the financial and economic capabilities of commodity producers. At the

same time, marketing research of the competitive environment should include the following:

- determination of the market capacity, the degree of its saturation;
- compilation of a list of agro-industrial complex enterprises operating in a certain market (its segment), taking into account their specialization, problems and competitive advantages;
- determination of the market share of enterprises;
- study of barriers to entry into a particular market;
- establishing the level of market openness for the participation of interregional and international trade.

When developing a strategy, it is necessary to take into account that competitiveness can be achieved only if the requirements for the effective use of a set of the following factors are observed in the process of production and sale of agricultural products:

- basic: land, labor, capital;
- organizational and economic: specialization, concentration, intensification, diversification;
- marketing: sales channels, product quality, uniformity or seasonality of sales in time;
- financial: own funds, credit resources, budget support, leasing [5].

Conclusions. In general, the following conditions can be formulated that must be followed when developing a competitive strategy in the agro-industrial complex and in economic entities:

- a thorough and comprehensive approach when choosing a competitive strategy, taking into account the state of the competitive environment in various market segments;
- the choice of competitive strategies should involve ensuring food security of both the municipality and the region, and the country as a whole;
- pay more attention to the process of processing agricultural raw materials and stimulating the production of the most important types of high-quality food products at affordable prices for the population.

Thus, the main directions of developing a strategy for increasing the competitiveness of the agro-industrial complex should be: the development of a set of strategies at all levels of agro-industrial complex management, taking into account the development of the economy of the country (region, district) and the requirements for ensuring food security. The main sections of the strategy should provide for the optimization and effective use of the resource and production potential of commodity producers, bringing products to the consumer while implementing the most appropriate competitive strategy.

References

1. Atasheva D. O., Muratova D. B. food security of the region and forecasting methods // Transit economy. - 2016. - no. 1. - Pp. 40-46.
2. Baidalinova A. S., Uakhitzhanova a.m., Nurlankyzy J. State sponsorship of agriculture – an initial condition of providing of food safety of the country (on the example of South Korea) // Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. – 2018. – no. 1. – Pp. 118-126..
3. <https://www.euromoney.com/article/b18c2zcqb9hhth/Kazakhstan>. 01.09.2020.
4. <https://stat.gov.kz/>. 01.09.2020.
5. Kaskataeva N. M. Almukhanova A. J., A. J. Castanova Assessment of contemporary trends in the development of food flows at the regional level // Bulletin of the University "Turan". – 2018. – №1(77). – Pp. 66-71.

Сведения об авторах

Аманжолов С.А., кандидат технических наук, Казахский университет технологии и бизнеса;
 Сакенов Н.А., кандидат экономических наук КР, Казахский университет технологии и бизнеса;
 Сарыбаева И.Е., старший преподаватель, Казахский университет технологии и бизнеса.

UDC 504.06

G.Zh. Zhumabekova, G.D.Tasanova, Zh.Zh. Nurgalieva, A.Zh. Asainov*(Kazakh University of technology and business, Nur-Sultan, Kazakhstan, gaukhar69@mail.ru)***PECULIARITIES OF CONDUCTING ENVIRONMENTAL AUDIT AT THE ENTERPRISE**

Abstract. The article is devoted to the environmental audit as a form of financial control (supervision). For Kazakhstan the very urgent task is the development of this form of financial supervision as an environmental audit of ecological and economic activities of enterprises. It becomes an important tool to ensure environmental security and sustainable development of enterprises.

The article substantiates the necessity of using environmental auditing in the financial-economic activity of enterprises. Reveals foreign experience of application of the environmental auditing procedure and the specificities of its development in Kazakhstan. Compares the financial and environmental audit, showing goals, objectives and types of environmental audit in relation to the Kazakhstan enterprises. It is noted that in many respects the problems of the implementation procedure of environmental audit in the financial-economic activity of enterprises and organizations related to the lack of a full understanding of the adverse ecological situation in Kazakhstan and the world, lack of experience with this type of activity, nesovershenstva regulatory framework.

The article also considers the question of environmental audits in financial economic activity of the enterprise. Environmental auditing can be useful to establish additional measures for the study of risks and security and the timely introduction of sustainable means of risk prevention

Key words: environmental auditing, environmental monitoring activities, compliance auditing, environmental protection

Г. Ж. Жумабекова, Г.Д.Тасанова, Ж.Ж. Нурғалиева, А.Ж. Асаинов*(Казахский университет технологии и бизнеса, Нур-Султан, Казахстан, gaukhar69@mail.ru)***ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА НА ПРЕДПРИЯТИИ**

Аннотация. Статья посвящена экологическому аудиту как форме финансового контроля (надзора). Для Казахстана весьма актуальной задачей является развитие такой формы финансового надзора, как экологический аудит эколого-хозяйственной деятельности предприятий. Она становится важным инструментом обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития предприятий.

В статье обосновывается необходимость использования экологического аудита в финансово-хозяйственной деятельности предприятий. Раскрывается зарубежный опыт применения процедуры экологического аудита и особенности ее развития в Казахстане. Проводится сравнение финансового и экологического аудита, показаны цели, задачи и виды экологического аудита применительно к казахстанским предприятиям. Отмечается, что во многом проблемы внедрения процедуры экологического аудита в финансово-хозяйственную деятельность предприятий и организаций связаны с отсутствием полного понимания неблагоприятной экологической ситуации в Казахстане и мире, отсутствием опыта работы с данным видом деятельности, несовершенства нормативно-правовой базы.

В статье также рассматривается вопрос проведения экологического аудита в финансово-хозяйственной деятельности предприятия. Экологический аудит может быть полезен для установления дополнительных мер по изучению рисков и обеспечению безопасности и своевременного внедрения устойчивых средств предотвращения рисков

Ключевые слова: экологический аудит, деятельность по экологическому мониторингу, комплаенс-аудит, охрана окружающей среды.

Г.Ж. Жұмабекова, Г.Д. Тасанова, Ж.Ж. Нұрғалиева, А.Ж. Асаинов*(Қазақ технология және бизнес университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан, gaukhar69@mail.ru)***КӘСПОРЫНДАҒЫ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ АУДИТТІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

Андатпа. Мақала экологиялық аудитке қаржылық бақылау (қадағалау) нысаны ретінде арналған. Қазақстан үшін қаржылық қадағалаудың кәсіпорындардың экологиялық-шаруашылық қызметінің экологиялық аудиті сияқты нысанын дамыту өте өзекті міндет болып табылады. Бұл экологиялық қауіпсіздік пен кәсіпорындардың тұрақты дамуын қамтамасыз етудің маңызды құралына айналады.

Мақалада кәсіпорындардың қаржылық-шаруашылық қызметінде экологиялық аудитті қолдану қажеттілігі негізделеді. Экологиялық аудит рәсімін қолданудың шетелдік тәжірибесі және оның Қазақстандағы даму ерекшеліктері ашылады. Қаржылық және экологиялық аудитті салыстыру жүргізіледі, қазақстандық кәсіпорындарға қатысты экологиялық аудиттің мақсаттары, міндеттері мен түрлері көрсетіледі. Кәсіпорындар мен ұйымдардың қаржы-шаруашылық қызметіне экологиялық аудит рәсімін енгізу проблемалары көбіне Қазақстан мен әлемдегі қолайсыз экологиялық жағдайды толық түсінудің болмауымен, қызметтің осы түрімен жұмыс тәжірибесінің болмауымен, нормативтік-құқықтық базаның жетілдірілмеуімен байланысты.

Мақалада сонымен қатар кәсіпорынның қаржы-шаруашылық қызметінде экологиялық аудит жүргізу мәселесі қарастырылады. Экологиялық аудит тәуекелдерді зерттеу және қауіпсіздікті қамтамасыз ету бойынша қосымша шараларды белгілеу және тәуекелдерді болдырмаудың тұрақты құралдарын уақтылы енгізу үшін пайдалы болуы мүмкін

Түйінді сөздер: экологиялық аудит қызметі бойынша экологиялық мониторинг комплаенс-аудит, қоршаған ортаны қорғау

Introduction. Business activity of any entity that has an impact on the environment as well as conducting environmental protection activities shall be subject to an audit.

Monitoring and inspection of the environmental safety by enterprises, and their economic responsibility for ecology damage are important. However, today even among the specialists there is no uniformity in the terminology of these processes.

Environmental audit also improves the financial services of the enterprises as an independent audit aimed at identifying and evaluating environmental risks and auditing activities of the audited entities and improving the environmental safety of their activities. Environmental Code of the Republic of Kazakhstan 2007: [1]

1). Environmental audit is defined as a means of obtaining and evaluating information about an organization (or other entity) for different levels of management (from a specific enterprise to the executive authorities of the government) in order to make the necessary decisions and take corrective action measures (the central office of the Ministry of Environment Protection of the Republic of Kazakhstan 2005 :

2). Wide dissemination of environmental audit is related to the tightening of environmental legislation. Failure to comply with its requirements may be the cause of severe financial risk for industrial and related credit and insurance companies, environmental audit is combined with environmental-economic audit, and have been initially introduced as a means to protect the interests of business entities. Environmental audit helps reduce environmental and human health risks, and helps to improve regulatory measures in the field of environmental protection.

Materials and methods. According to the definition of the International Organization for Standardization, an

environmental audit is a systematic and documented verification process, i.e. identification of compliance with audit criteria of specific environmental measures, terms, controls or information on them, as well as obtaining and evaluating objective information for the purpose of transmitting this process to the customer

The audit should be purposefully implemented in several ways:

- internal (secret) audit - strict assessment of the present state and prospects of ecological safety for company's management and production structures (pessimistic and optimistic versions);

- audit for external use - an optimistic assessment of the situation, providing public (not secret) information, that is provided within reports for public authorities for environment and resource use, investors, creditors, etc. or in forms agreed with the management of the company;

- audit for a large holding company - conducting a permanent environmental and economic audit by subsidiary companies, with involvement of independent auditors, including the regional level (including financial auditors) [2].

For example, the Ministry of Environment Protection of the Republic of Kazakhstan calls value of impact on the environment and population health as an environmental audit. S.Saenko, V.B. Mestechkin, A.A. Popov, A.Sh. Shakhbazov, S.V. Makarov, L.B. Shagarova, M.B. Rogachev, A.V. Shevchuk also agree with this opinion.

This type of monitoring A.S.Shilov called environmental monitoring. S.M. Shapiguzov and L. Shnaidman considers nature protection activities as an audit of the organization's environmental information.

Literature review. R. Adams, A. Arene, J. Bartels, K. Drury, B. Nidles, K. North, R. Anthony and other foreign scientists worked in matters with regard to

development of environmental account and audit.. Now we try to bring to light a research study on the concept given by J. Bartels.

Magazines, where can be found the issues of environmental audit of financial economic activity of the enterprise: Managerial Auditing Journal, Environmental Management Journal, Accounting, Organizations and Society Journal, Accounting Forum, Accounting, Auditing and Accountability Journal, Total Quality Management Journal, Greener Management International Journal, Journal of Accounting and Public Policy, The European Accounting Review, Environmental Quality Management, The Journal of Corporate Accounting and Finance [3].

Nominal environmental audit at enterprises, demotivation inaction of enterprise managers do not allow to take all the required actions according to audit results.

Michael Baram (July 22, 1994) in his [The New Environment for Protecting Corporate Information, 25 ENVTL. REP. (BNA) 545] research says that conducting environmental audit in hazardous production facilities can prevent violations of legitimacy, as well as reduces the risk of prestige.

According to Australian scientists Dennis W. Taylor, Maliah Sulaiman, Michael Sheahan, (2001) "Auditing of environmental management systems: a legitimacy theory perspective", Managerial Auditing Journal, Vol. 16 Iss: 7, pp. 411 – 422, environmental audit is of the utmost importance to the environmental management system.

US industry representatives require liberalization legislation because corporate audit results could have an impact on the company. Mark L. Manewitz, Vicki J. Isler, and Nancy R. Westphal ENVIRONMENTAL AUDIT POLICY Fordham Environmental Law Review Volume 7, Issue 3 2011 Article 7, pp. 775-794.

According to New Zealand scientists Christina Chiang, Margaret Lightbody, (2004) "Financial auditors and environmental auditing in New Zealand", Managerial Auditing Journal, Vol. 19 Iss: 2, pp. 224 – 234. accountants were often involved in conducting environmental audits, in the early nineties have not even been involved in environmental audit at a professional level. But in recent years, in New Zealand the number of financial auditors for conducting an environmental audit of the company's financial and economic activities is growing.

At the same time, Charles Piot, (2007) in his article "Auditor concentration in a joint auditing environment: the French market 1997-2003", Managerial Auditing Journal, Vol. 22. Iss: 2, pp. 161 – 176. French law uses a consolidated audit and quality audit methods. Those regulatory enactments limit large auditing companies and encourage competition.

The environmental accounting system is a continuation of traditional accounting. It provides a compact assessment of the environmental impact during external and internal audits. Peter Letmathe, Roger K. Doost, (2000) "Environmental cost accounting and auditing", Managerial Auditing Journal, Vol. 15. Iss: 8, pp. 424 – 431. In this research, the system will allow to take into account not environmental purposes alone, but business purposes [4].

Monitoring and environmental audits are a key tool to prevent environmental pollution. But in many literature, the two concepts are often compounded. Cláudia V. Viegasa, Alan Bondb, José Luis Duarte Ribeiro, Paulo Maurício Seliga A review of environmental monitoring and auditing in the context of risk: unveiling the extent of a confused relationship // Journal of Cleaner Production Volume 47, May 2013, Pages 165–173.

Results and discussion. J. Bartels provides the following classification of nature protection activities:

A detailed environmental audit is part of the process of purchasing controlling shares or the process of making investment decisions.

Compliance audit is compliance test of company's business with the license and the legal requirements.

An audit of the environmental management system is the company's ecological organizational structure and environmental performance of the company is described and tested.

Assessment of the state of the environment (Phase 1 and Phase 2) - To conduct an in-depth review of production processes and hazardous emissions into all past and present air [5].

The financial statement on environmental issues is an assessment of information contained in the annual environmental report or environmental financial report.

Environmental accounting audit provides information on the financial results of decisions regarding reserves, investments and prioritization of actions required.

Each author gives his definition. In the opinion of J. Barthols, environmental audit is a way of evaluating the deviation of the actual environmental situation from the original internal and external environmental standards to determine the current and potential environmental risks that threaten the company. In a sense, environmental damage is a subjective category and often depends on the customer's viewpoint.

The following objectives are set before the environmental audit:

- assessment of damage to the environment;
- definition of conformity to norms;
- identification of potential problems;
- Estimation of cost for recovery works;
- assessment of potential debt;
- brief management report;

- a more detailed special report.

The summary of the audit is a summary report (an instruction manual). When working intensely, the aggregate part and the conclusion should be prepared in a few days or weeks, unless there is a shortage of time, such as detailed soil exploration was impossible. The longer the deadline allows for detailed monitoring and measurement of contaminated air. The depth of conclusion, as well as specific areas that are subject to research depend on the purpose of the audit.

In most cases, an environmental audit is competent assess beyond the power, analyze, and make appropriate suggestions and recommendations on the actual results of any environmental impact. Consequently, the environmental audit is not merely an audit of the operation and reporting of enterprises and organizations with regard to the current environmental legislation (which is an integral part of any environmental audit program), a large set of additional audit services, including consultative services. The main objective of providing such services is to improve the efficiency of the internal environmental control system and management of the audited entity, to develop the system of environmental management, as a result to get an additional benefits.

The main objective of providing such services is to improve the efficiency of the internal control system and environmental monitoring of the audited entity, to develop an environmental management system, and, ultimately, to generate additional benefits. In recent years, such services have been prioritized in the activities of many audit firms.

According to the definition of the International Chamber of Commerce, the term "environmental auditing" is understood as a mean for a systematic, documented, periodic and objective assessment of conformity of organizational systems, environmental management and operation of equipment to environmental objectives. This implies enhancing managerial control over practical environmental activities, as well as evaluating the compliance of production with the environmental policy and compliance with the standards.

According to our definition environmental audit is a systematic process of data acquisition and assessment, which identifies compliance of organizational systems, environmental management, as well as operation of equipment with environmental objectives, determines their conformity to the specific criteria, and defines compliance with environmental targets recommending results for concerned users.

The term "audit" is derived from the financial lexicon. However, there is a fundamental difference between the financial audit and the environmental audit on the meaning (subject) of the audit. The meaning of

the environmental audit is not only the economic entity's reporting on the environment and the use of natural resources, but also its specific environmental performance in many aspects of its appearance and in all its aspects. In the following aspects:

- development of environmental policy;
- establishment of goals and objectives of environment protection;
- monitoring, regulation and minimization of pollutant emissions;
- monitoring, regulation and minimization of waste generation, deployment and storage;
- rational use of natural resources, raw materials, materials and reagents as well as end products;
- environmental safety of workers and the population (including the assessment of the risks of environmental hazards and emergencies and their prevention);
- environmental awareness, education and training of the employee;
- Interaction with the public and population;
- environmental- economic and environmental-legal (including criminal liability) liability assessment and reducing its risk for environmental legislation violations;
- Interaction with state environmental control and management bodies (including environmental licensing, insurance, certification, etc.).

In fact, the mentioned directions and types of ecological activity are not registered [6].

Peculiarity of the Environmental Audit Program implementation is that almost all the environmental reports produced by economic entities (unlike financial reporting) are insufficient and abstract, that is, not true. For example, in the statistical report on environmental impact assessment, only about 15-25% of pollutants emitted into the air are recorded. It is noticeable that the official data provided by any enterprises show lessened emissions of pollutants in the environment. In the work of Russian and Kazakh enterprises, in fact, unfortunately, concealment of environmental information is allowed. In this case, during the environmental audit, we believe that the first place should be not only to assess the compliance of the economic entity with the environmental legislation, but also to provide additional audit services. In particular:

- reasonability of the company's environmental strategy and policy;
- defining and planning the prerequisites of environmental protection activities of the economic entity and identifying additional opportunities for its implementation;
- preparing recommendations on reduction of emergency ecological situation threats and exacerbation of emergency ecological situations;

- services related to enhancing the effectiveness of environmental regulation, minimizing impact, and rational utilization of natural resources;

- services related to development of industrial environmental monitoring and management systems;

- preparing recommendations for the development of relations with the state environmental control and management bodies, the public and the population;

- development of recommendations and proposals on environmental education for the staff (employee);

- advice on environmental legislation, information services and other services.

All of this defines the main objectives and tasks that are different from the financial audit, other forms of auditor's opinion, and the requirements to it. The most complex value of the environmental audit does not allow for strict regulation and registration of the methods and procedures used in the audit program implementation.

The similarity of environmental audit and financial audit is as follows:

- independence, objectivity, high professional level of auditors;

- confidentiality of the data obtained;

- entrepreneurial (market) character of the service;

- ability to provide a large set of consulting services to the customer;

- priority of voluntary audit forms from mandatory forms;

- providing the customer with important additional information that will greatly enhance the management effectiveness;

- identification of unused opportunities for auditing;

- ability to obtain direct and indirect economic benefits;

- mandatory assessment of compliance of audited activities with current legislation.

Technical aspects of environmental control may be called as an analysis of ecological impacts for the environment and human health, in order to clearly define objectives, goals and functions of control. And the financial side of the environmental control should be called the impact of environmental problems on the financial position of the client.

As a recommendation for the analysis of the economic impact on the environment, we can recommend:

- environmental impact analysis should be considered as a mechanism for identifying, analyzing and evaluating open and secretive destruction of natural conditions of natural environment components. It leads to deterioration or decline of living conditions of the population, as well as the general environmental threat associated with the functioning of the enterprise and its functional units;

- means of controlling the ecological consequences of the company's activities for the purpose of prevention and elimination of the violations of environment protection norms and rules;

- organization of the company's publicity on nature protection activities and its products;

- instrument for the future activity and direction of the enterprise in the same territory (maintaining previous work regime, reconstruction, modernization, change of business, suspension of separate shops, sites, facilities, business in general);

- managing tool for the observance of environmental and technical requirements for the environment both inside and outside the enterprise.

The environmental impact analysis should provide the following solutions:

- a) responsibility of the customer and the expert for the authenticity of the information on the performed expertise;

- b) availability of public information expertise;

- c) responsibility of all participants for the implementation of recommendations on the conducted expertise;

- d) consideration of positive and negative environmental aspects of enterprise activity;

- e) predicting the future environmental condition related to the entity inspected (ecological and special prognosis);

- e) development of measures to eliminate the adverse environmental impact;

- g) evaluate the current impact of the audited entity on the environmental protection and compliance with the established state standards and restrictions;

- h) verification of reasonability of attribution of enterprise costs to environment protection measures.

- i) determining the validity of environmental reporting on compliance with environmental laws and enforcement of environmental measures assessment of the effectiveness of adopted environmental measures;

- k) selection of capital investments;

- m) forecasting of production growth; detection of "hidden" problems that may require urgent funds;

- n) preparation of data on ecological situation for obtaining targeted loans from international organizations.

Following can be used as information base:

- existing legal and regulatory acts;

- environmental passports of enterprises.

The results of the examination shall be formalized in the form of an expert opinion. It should include:

- introductory section should contain the data on the expert and the enterprise where the expert examination is conducted (name, address, requisites);

- program section should contain the purpose of the conducted expertise, features of physical and

geographical and meteorological conditions of the company location, company description, the need for natural, labor and energy resources, socio-economic significance of the object;

- main part should contain a description of the environmental conditions and sources of their impacts, a complex assessment of the impact on environment of enterprise and the existing system of integrated monitoring.

- final part should include the company's recommendations on improving the environment and improving the living conditions of the population, the program of environment protection.

Audit must be conducted in the order provided by the J.Bartels.

The sequence of actions in the process of environmental audit:

Determination of the purpose of the audit.

Determine the scope and sources of information required.

Audit tools (protocols, test results, software).

Execution of activities.

Auditor's conclusion and report.

Decision making.

The following requirements are set for the organization of the audit:

- getting access to the company's location;
- presence of the company's employee to help with the location of the company;
- availability of company's documents;
- availability of permits to employees and managers of the company;
- audit methodology using;
- method of conclusions using.

To carry out the environmental audit, the auditor must be able to enter the area in which the subject is located. With the help of employee that familiar with its service and subdivision's location, an auditor can monitor the land and access documents and company staff. There should be access to information and to employees to get an information from them, availability of

permission to obtain access to information from them and should be beset by management. Information on the level of emissions of pollutants, licenses, penalties and agreements (including disposal of wastes) and information on interactions with the authorities should be obtained before reaching the audit location.

The first phase of audit

Preparation:

- gathering information about company location;
- selection of regulatory documents;
- setting up a meeting.

Visiting the Company:

- collection of documents;
- inquiry;
- look over.

The second phase of audit:

Additional questions and information:

- additional collection of documents;
- communication with the authorities;
- studying the adjacent territory of the company;
- study of the results of the internal audit performed

by the entity itself.

Auditor's conclusion:

- brief conclusions;
- marking alarms;
- assessment of potential costs;
- technical conclusion.

Quality assurance - control over the achievement of the goals [7].

Conclusion. However, control over environment protection, from an ecological point of view, is not complete without financial performance of the enterprise. Therefore, it is necessary to audit the impact of environmental problems on the financial position of the client.

An audit of the impact of environmental problems on the financial position of the client is, in our opinion, an independent audit for costs and liabilities that arise from environmental protection and affect the financial position of the entity.

References

1. S.Ablenov D. O., Fundamenta auditing: Nullam-Almaty: Parcus.-2005.- 399 S.
2. Ablenov D. O., Fiscali potestate et administratione auditing: theoria, methodo, praxi: a disciplina manual. - Almaty: Oeconomia.- 2007. - 543 S.
3. Baydeldinov D. "Modern quaestiones fringilla lawmaking" // Legal reformationem in Kazakhstan. - 2005. - No. 2. - pp. 50-51.
4. Bartholomaeus, M. Procuratio ratio in environment, et oleum industria sector: positivum experientia, // Quis praesent et auditing: Sedit. articulis / Sub editorship de Shneidman L. Z. - M.: FBK-TEUBNERI.- 1997.- p. 396.
5. Erzhanov M. S., Audit-1: (basic artem). - Almaty.- 2005.- p. 203.
6. Harchenko A. V. "Environmental audit and audit of subsoil use in the Russian coal industry".- Ugol'. - 1998. - No. 12. - pp. 50-51.

7. Zhumabekova G. Zh. Praesent et auditing of environmental mensuras ad inceptum est in praesenti statu, et mores eorum development: Monograph.- Astana.- 2017 – 215 p.

Сведения об авторах

Жумабекова Гаухар Жумабековна- кандида экономических наук, ассоциированный профессор кафедры Казахский университет технологии и бизнеса

Тасанова Гульвира Доскалиевна магистр экономических наук, старший преподаватель Казахский университет технологии и бизнеса

Нургалиева Жулдыз Жамбуловна- магистр экономических наук, старший преподаватель Казахский университет технологии и бизнеса

Асаинов Архат Жоламанович, магистр экономических наук, старший преподаватель Казахский университет технологии и бизнеса

Редактор: М.К. Оспанова

Верстка на компьютере: А.О. Тлеубаева

Подписано в печать 29.09.2020г.

Издание АО «КазУТБ»

*Отдел послевузовского образования
010000, Нур-Султан, Казахстан,
ул.Кайыма Мухамедханова, 37А,
телефон рабочий +(7172)27 92 33 (134)
E-mail: journal.vestnik.kazutb@mail.ru*