

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОВРЕМЕННАЯ НАУКА И ИННОВАЦИИ

Научный журнал

Выпуск №2 (34), 2021

Выходит 4 раза в год

ISSN2307-910X

Ставрополь – Пятигорск
2021

Учредитель	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет»
Главный редактор	Шебзухова Т.А., доктор исторических наук, профессор
Редакционный совет журнала	Вартумян А.А., доктор политических наук, профессор, председатель; Першин И.М., доктор технических наук, профессор, заместитель председателя; Евдокимов И.А., доктор технических наук, профессор; Колесников А.А., доктор технических наук, профессор (ЮФУ, Таганрог); Медетов Н.А., доктор физико-математических наук, профессор (Костанайский государственный университет им. Байтурсынова, г. Костанай, Республика Казахстан); Уткин В.А., доктор медицинских наук, профессор (НИИ Курортологии, Пятигорск); Веселов Г.Е., доктор технических наук, профессор (ЮФУ, Таганрог); Григорьев В.В., доктор технических наук, профессор (САО УИТМО, Санкт-Петербург); Душин С.Е., доктор технических наук, профессор (СПб ГЭТУ, Санкт-Петербург); Малков А.В., доктор технических наук, профессор (ООО «Нарзангидроресурс», Кисловодск); Балера Ю.Ю., член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук (САО РАН, Верхний Архыз); Cynthia Pizarro, доктор антропологии, профессор, член национального совета по научным и техническим исследованиям Аргентины (Университет Буэнос-Айреса, Аргентина); Федорова М.М., доктор политических наук, профессор (Институт философии РАН, Москва); Коробкеев А.А., доктор медицинских наук, профессор (СГМУ, Ставрополь); Hannes Meissner, доктор наук, профессор (Университет прикладных исследований Вены, Австрия)
Редакционная коллегия	Шебзухова Т.А., доктор исторических наук, профессор, главный редактор; Вартумян А.А., доктор политических наук, профессор, зам. главного редактора по гуманитарному направлению; Першин И.М., доктор технических наук, профессор, зам. главного редактора по техническому направлению; Евдокимов И.А., доктор технических наук, профессор, зам. главного редактора по естественно-научному направлению; Брацихин А.А., доктор технических наук, профессор; Данилова-Волковская Г.М., доктор технических наук, доцент; Емельянов С.А., доктор технических наук, профессор; Казуб В.Т., доктор технических наук, профессор; Карабущенко П.Л., доктор философских наук, профессор (АГУ, Астрахань); Корячкина С. Я., доктор технических наук, профессор (ОГТУ, Орел); Коновалов Д.А., доктор фармацевтических наук, профессор (ПМФИ, Пятигорск); Косов Г.В., доктор политических наук, профессор (ПГЛУ, Пятигорск); Лодыгин А.Д., доктор технических наук, доцент (СКФУ, Ставрополь); Cynthia Pizarro, доктор антропологии, профессор, член национального совета по научным и техническим исследованиям Аргентины (Университет Буэнос-Айреса, Аргентина); Маннино Саверио, профессор, Миланский университет (Италия, Милан), Садовый В.В., доктор технических наук, профессор (Ставропольский институт кооперации (филиал) Белгородского университета кооперации, экономики и права, Ставрополь); Теплый Д.Л., доктор биологических наук, профессор, академик РАН (АГУ, Астрахань); Усманов Р.Х., доктор политических наук, профессор (АГУ, Астрахань); Тарасов И.Н., доктор политических наук, профессор (КГУ, Калининград); Шабров О.Ф., доктор политических наук, профессор (РАСН, Москва); Храмцова Ф.И., доктор политических наук, профессор (филиал РГСУ, Минск); Oliver Hinkelbein, доктор наук, профессор (Университет Бремена, Германия); Khalid Khayati, доктор наук, профессор (Университет Линчопинг, Швеция); Чернобабов А.И., доктор физико-математических наук, профессор; Чернышев А.Б., доктор физико-математических наук, доцент; Ширинянц А.А., доктор политических наук, профессор, зав.каф. истории социально-политических учений (МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва)
Ответственный секретарь	Оробинская В.Н., кандидат технических наук.
Свидетельство о регистрации СМИ	Научный журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-51370 от 10 октября 2012г.
Подписной индекс	Объединенный каталог. ПРЕССА РОССИИ. Газеты и журналы: 94010 Журнал включенный перечень рецензируемых изданий (ВАК) (№1866); в БД «Российский индекс научного цитирования».
Адрес:	юридический: 355029, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 2 фактический: 357500, г. Пятигорск, ул. 40 лет Октября, 56
Телефон:	(879-3) 33-34-21, 8-928-351-93-25
E-mail:	oponir@pfnctu.ru
ISSN	2307-910X

Founder	Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "North Caucasus Federal University"
Chief Editor	Shebzukhova T.A. , Doctor of Historical Sciences, Professor
The editorial board of the journal	Vartumyan A.A. , Doctor of Political Sciences, Professor, chairman; Pershin I.M. , Doctor of Technical Sciences, Professor; Evdokimov I. A. , Doctor of Technical Sciences, Professor; Kolesnikov A.A. , Doctor of Technical Sciences, Professor (Taganrog, SFU); Medetov N.A. , Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, (Kostanay State University named after Baitursynov, Kostanay, Republic of Kazakhstan); Utkin V.A. , MD, Professor (Institute of Spa in Pyatigorsk); Veselov G.E. , Doctor of Technical Sciences, Professor (Taganrog, SFU); Grigoriev V.V. , Doctor of Technical Sciences, Professor (St. Petersburg, St. Petersburg National Research University Information Technologies, Mechanics and Optics); Dushyn S.E. , Doctor of Technical Sciences, Professor (St. Petersburg St. Petersburg State Electrotechnical University); Malkov A.V. , Doctor of Technical Sciences, Professor ("Narzangidroresurs" Ltd., Kislovodsk); Balega Yu. Yu. , Member-correspondent of RAS, Doctor of Physical and Mathematical Sciences (Upper Arkhyz, SAO RAS); Dr. Cynthia Pizarro , Anthropology Professor, Member of the National Council for Scientific and Technical Research of Argentina (University of Buenos Aires); Fedorova M.M. , Doctor of Political Sciences, Professor (Institute of Philosophy, Russian Academy of Sciences, Moscow); Korobkeev A.A. , MD, Professor (SSMU, Stavropol); Hannes Meissner , Doctor of Sciences, Professor (University of applied studies, Vienna, Austria)
The editorial team	Shebzukhova T.A. , Doctor of History, Professor, Chief Editor; Vartumyan A.A. , Doctor of Political Sciences, Professor, Deputy Chief Editor of the humanitarian direction; Pershin I.M. , Doctor of Technical Sciences, Professor, Deputy Chief Editor of the technical direction; Evdokimov I. A. , Doctor of Technical Sciences, Professor; Bratsikhin A.A. , Doctor of Technical Sciences, Professor; Veselov G.E. , Doctor of Technical Sciences, Professor; Danilova-Volkovskaya G.M. , Doctor of Technical Sciences, Associate Professor; Emelyanov S.A. , Doctor of Technical Sciences, Professor; Kazub V.T. , Doctor of Technical Sciences, Professor; Karabushchenko P.L. , Ph.D., Professor (ASU, Astrakhan); Koryachkina S.Ya. , Doctor of Technical Sciences, Professor (OGTU, Orel); Konovalov D.A. , Doctor of Pharmacy, Professor, Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute (branch of the Volgograd State Medical University); Kosov G.V. , Doctor of Political Sciences, Professor (PSLU, Pyatigorsk); Dr. Cynthia Pizarro , Anthropology Professor, Member of the National Council for Scientific and Technical Research of Argentina (University of Buenos Aires); Sadovy V.V. , Doctor of Technical Sciences, Professor (Stavropol Cooperative Institute (branch) of the Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, Stavropol); Teplyi D.L. , Doctor of Biological Sciences, Professor, academician of REAN (ASU, Astrakhan); Usmanov R.Kh. , doctor of political sciences, professor (ASU, Astrakhan); Tarasov I.N. , Doctor of Political Sciences, Professor (KSU, Kaliningrad); Utkin V.A. , MD, Professor; Shabrov O.F. , Doctor of Political Sciences, Professor (RASN, Moscow); Hramtsova F.I. , Doctor of Political Sciences, Professor (branch of Russian State Social University, Minsk); Oliver Hinkelbein , Doctor of Sciences, Professor (University of Bremen, Germany); Khalid Khayati , doctor of Sciences, Professor (University of Linköping, Sweden); Chernobabov A.I. , Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor; Chernyshev A.B. , Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor; Shirinyants A.A. , Doctor of Political Sciences, Professor, Head of the Department of the History of Socio-Political Doctrines (Lomonosov Moscow State University, Moscow)
The executive secretary	Orobinskaya V.N. , Candidate of Technical Sciences.
Certificate media registration	PI № FS 77-51370 dated October 10 th 2012
The Index	United catalogue. THE RUSSIAN PRESS. Newspapers and magazines: 94010 The journal is included in the new list of peer-reviewed publications (VAK) (No. 1854); The journal is included in the database of the 'Russian science citation index'.
Address:	legal: 355029, Stavropol, Prospekt Kulakova, 2. actual: 357500, Pyatigorsk, St. 40 let Otyabrya, 56
Phone:	(879-3) 33-34-21, 8-928-351-93-25
E-mail:	oponir@pfncfu.ru
ISSN	2307-910X

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

В.А. Носова, И. М. Першин, С.Н. Русак ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ЗВЕНЬЕВ, АППРОКСИМИРУЮЩИХ ГИДРОЛИТОСФЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ	10
А.Н.Макоха, Т.Е. Тышляр АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕНЗОРНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	19
Ф.Б. Тебуева, В.О. Антонов, М. Ю. Кабиняков, Н. Ю. Свистунов МЕТОД РАЗДЕЛЕНИЯ ТРУДА В РОЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ЗАДАЧ МОНИТОРИНГА ЗОНЫ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ	41
И.В. Арутюнян, М. А. Мусаелян, К. С. Мелкумян, Э. Л. Лалаян МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ АНЕМИИ В ПЕДИАТРИИ	53
В. В. Копытов, Р. С. Третьяк, В. В. Науменко ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В СОСТАВЕ ПРОГРАММНОЙ ПЛАТФОРМЫ СОПРЯЖЕНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА И ЭКСТРЕННОГО ОПОВЕЩЕНИЯ	65
Н.О. Уханов, К.Г. Яценков, К.С. Дымко, А.В. Хныкин ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ	75
Е. П. Грабчак, В. В. Григорьев, Е.Л. Логинов ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАБЛЮДАЕМОСТИ И УПРАВЛЯЕМОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ПОСТУПЛЕНИЯ ЦИФРОВЫХ КОМАНД С БОЛЬШОЙ КОМПОНЕНТОЙ ИСКАЖЕНИЙ В СЛОЖНЫХ НЕСТАНДАРТНЫХ СИТУАЦИЯХ	82
В.И. Петренко МЕТОД СОВМЕСТНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ВЕСОВ И СТРУКТУРЫ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРЯМОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРИ ГЛУБОКОМ МУЛЬТИАГЕНТНОМ ОБУЧЕНИИ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ	91
Г.С. Алиев РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ИДЕНТИФИКАЦИИ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ФНФ В КРИСТАЛЛАХ СОЗУ В КАЧЕСТВЕ ИДЕНТИФИКАТОРА	101

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

Н.А. Кольберг, С.Л. Тихонов, Н.В. Тихонова, С.А. Леонтьева

КОРРЕКЦИЯ ИММУНОДЕФИЦИТА МЫШЕЙ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМ ВЕЩЕСТВОМ ТКАНЕВОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

107

И.М. Русина, И.М. Колесник, И.П. Лебецкая

ВЛИЯНИЕ СМЕСИ ПОРОШКОВ ИЗ РОМАШКИ ЛЕКАРСТВЕННОЙ И МЯТЫ ПЕРЕЧНОЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА РЖАНО-ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА

119

*А.Г. Храмцов, А. А. Борисенко, И. А. Евдокимов, А. А. Борисенко, А. А. Брацихин
Л. А. Борисенко*

ЭВОЛЮЦИЯ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ (ЧАСТЬ 1)

129

Д.А. Кох, Ж.А. Кох

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАСТЫ ИЗ СЕМЯН *CARUM CARVI L.* В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ

140

*А.Г. Храмцов, В.Г. Кайшев, А.Д. Лодыгин, Б. Т.Абилов, А.П. Марынич, В. А. Диняков,
А. И. Еремина, С. С. Школа, Н. Я. Дыкало*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕЛАССЫ МОЛОЧНОГО САХАРА В КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ

146

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

В.Ф. Антонов, Е.А. Поздняков, С.А. Орехов

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧАХ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

154

Т. В. Щедрина, В.Н. Оробинская, Д.С. Седых

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПИЩЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДУКЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ЕВРОПЕЙСКОМ И ТАМОЖЕННОМ СОЮЗАХ

161

Н.Д.Жмурина, Т.А.Сенькина, С.Ю.Кобзева, Т.А. Шендакова, Е.Г. Меркулова, О.Л. Ладнова

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОДГОТОВКИ ЦИТРУСОВОГО ПЕКТИНА ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ЙОДИРОВАННЫХ СОЕВО-ЖИРОВЫХ ЭМУЛЬСИЙ

166

*И.Ю. Резниченко, Т.В. Рензяева, Э Курбанбек кызы, Н. М. Абытова,
А. О. Рензяев*

К ВОПРОСУ О КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПРОИЗВОДСТВА КЫРГЫСТАНА

173

А.А. Чахирова, Е.В. Ковтун, Л.П. Лежнева, М.В. Ковтун, М.А. Огай

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ СПОСОБОВ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ

180

ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ

П.Л. Карабущенко, О. И. Оськина

ПОСТПРАВДА КАРНАВАЛЬНОЙ ПОЛИТИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ЭЛИТ СОВРЕМЕННОГО КОЛЛЕКТИВНОГО ЗАПАДА

187

<i>А.В. Гукасов, М.В. Гукасова</i> СОВРЕМЕННАЯ ВНЕШНЯЯ ПОЛИТИКА США В ОТНОШЕНИИ КУВЕЙТА: КЛЮЧЕВЫЕ ИНТЕРЕСЫ И ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕАЛИЗАЦИИ	197
<i>А.И. Бедаев</i> ВТОРАЯ МИРОВАЯ ВОЙНА В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННОЙ ПОЛИТИЧЕСКОЙ МИФОЛОГИИ	207
<i>Б. Г. Койбаев, В. Ч. Ревазов</i> ОСОБЕННОСТИ ПОЛИТИКИ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА В ОТНОШЕНИИ СТРАН ЮЖНОГО КАВКАЗА В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА	214
<i>Сейед Хассан Мирфахраи</i> СОГЛАШЕНИЕ МЕЖДУ ИРАНОМ И ЕВРАЗИЙСКИМ ЭКОНОМИЧЕСКИМ СОЮЗОМ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ГЕОЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ	222
<i>Д.В. Маковская, Л.Н. Гарас</i> МОДЕЛЬ ЭТНОНАЦИОНАЛЬНОЙ ВИКТИМИЗАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ УКРАИНЫ НА ПРИМЕРЕ ХЕРСОНСКОЙ ОБЛАСТИ	234
<i>А.А. Малькевич</i> FAKE NEWS КАК ИНСТРУМЕНТ МЕДИАВОЗДЕЙСТВИЯ НА МОЛОДЕЖЬ: К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ И КЛАССИФИКАЦИИ	247
<i>Е.П. Мармилова</i> О ЗАМЕНЕ ДОБРОВОЛЬНОГО ГОЛОСОВАНИЯ НА ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ГОЛОСОВАНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ ЧИЛИ	252
<i>А. А-Ч Я оглы Абкаиров</i> «АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ЧЕРНОМОРСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА КАК ПРИМЕРА РЕГИОНАЛЬНОЙ ИНТЕГРАЦИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОКЭС»	260
ДИСКУССИОННЫЕ СТАТЬИ	
<i>Н. В. Горников, А. С. Роткина</i> НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО И ЕГО РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ СПЕЦИАЛИСТА ДЛЯ ИНДУСТРИИ ПИТАНИЯ	268
<i>Д.Г. Магомедова М.А. Огай Э.Ф. Степанова Е.В. Ковтун Н.Л. Нам, Н.Л. Нам</i> РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ФОРМ С ЦЕТИРИЗИНОМ	275
Требования к оформлению рукописей	284

CONTENTS

TECHNICAL SCIENCES INFORMATION, COMPUTING AND MANAGEMENT

V.A. Nosova, I. M. Pershin, S. N. Rusak WAYS OF MODELING DISTRIBUTED SYSTEMS WITH RANDOM EFFECTS	10
A.N. Makokha, T.E.Tyshlyar AUTOMATION OF TENSOR CALCULATIONS BASED ON NEURAL NETWORKS	19
F.B. Tebueva, Vl. Ol. Antonov, M. Yu Kabinyakov, N.Yu.Svistunov METHOD OF LABOR SEPARATION IN A SWEEP OF UNMANNED AIRCRAFT FOR EMERGENCY AREA MONITORING TASKS	41
I. V. Arutyunyan, M. A. Musaelyan, K. S. Melkumyan, E. L. Lalayan THE MATHEMATICAL METHODS FOR DIAGNOSING ANEMIA IN PEDIATRICS	53
V. V. Kopytov, R. S. Tretiak, V.V. Naumenko THE USE OF EMERGENCY SITUATIONS FORECASTING TECHNIQUE AS PART OF A SOFTWARE PLATFORM INTERFACING SYSTEMS OF MONITORING AND EMERGENCY ALERT	65
N. O. Ukhanov, K. G. Yachshenkov, Ks. S. Dymko, A.V. Khnykin APPLICATION OF THE TEXTUAL INFORMATION ANALYSIS METHOD FOR THE PROBLEM OF CLASSIFICATION OF SCIENTIFIC ARTICLE	75
Ev. P. Grabchak, Vl. V. Grigoriev, Ev. L. Loginov PROVISION OF OBSERVABILITY AND CONTROLLABILITY OF COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS UNDER THE CONDITIONS OF RECEIVING COMMANDS WITH A LARGE COMPONENT OF DISTORTION UNDER DIFFICULT AND IRREGULAR SITUATIONS	82
V.I. Petrenko METHOD FOR JOINT OPTIMIZATION FEEDFORWARD ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS WEIGHTS AND STRUCTURE IN DEEP MULTI-AGENT REINFORCEMENT LEARNING	91
G. Aliev DEVELOPMENT OF METHOD FOR IMPROVING IDENTIFICATION SYSTEMS RELIABILITY USING SRAM PUF AS IDENTIFIER	101

TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS

N. A. Kolberg, S. L. Tikhonov, N. V. Tikhonova S.A. Leontyeva CORRECTION OF IMMUNODEFICIENCY IN MICE WITH A BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCE OF TISSUE ORIGIN	107
---	-----

<i>I.M. Rusina, I.M. Kalesnik, I.P. Liabetskaya</i> EFFECT OF A CHAMOMILE AND PEPPERMINT POWDERS MIXTURE ON THE QUALITY INDICATORS OF THE RYE-WHEAT BREAD	119
---	-----

<i>A. G. Khramtsov, Al. Al. Borisenko, I. Al. Evdokimov, Al. Al. Borisenko, A. Al. Bratsikhin, L. Al. Borisenko</i> EVOLUTION OF WHEY PROCESSING: PAST, PRESENT, FUTURE (PART 1)	129
--	-----

<i>D. Al. Kokh, Z. Al. Kokh</i> USE OF PASTA FROM SEEDS OF <i>CARUM CARVI</i> L. IN BAKERY	140
--	-----

<i>A. G. Khramcov, Vl. G.Kajshev, A.D. Lodygin, G. S. Anisimov, B.T. Abilov, Al.P. Marynich, V. A. Dinyakov, A. Ig. Eremina, S.S. Shkola, N.Y. Dykalo</i> THE EFFICIENCY OF DAIRY MOLASSES APPLICATION FOR FODDER PRODUCTION	146
--	-----

SHORT REPORT

<i>V.F. Antonov, E.A. Pozdniakov, S.A. Orechov</i> APPLICATION OF NEURAL NETWORKS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE TASKS	154
--	-----

<i>T. V. Shchedrina, V. N. Orobinskaya, D. S. Sedykh</i> ENSURING FOOD SAFETY OF PRODUCTS PLANT ORIGIN IN THE EUROPEAN AND CUSTOMS UNIONS	161
---	-----

<i>N.D.Zhmurina, T.A.Senkina, S.Ju.Kobzeva, T.A.Shendakova, E.G. Merkulova, OO.L. Ladnova</i> THE WORKING OUT OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF CITRON PECTIN PREPARATION FOR STABILIZATION OF IODIZED SOY-FATTY EMULSIONS	166
---	-----

<i>I. Yu. Reznichenko, T. V. Renzyaeva, E. Kurbanbek kyzy, N. M. Abytova, A. O. Renzyaev</i> ON THE ISSUE OF COMPETITIVENESS OF FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS PRODUCED IN KYRGYZSTAN	173
---	-----

<i>A. A Chakhirova., E. V. Kovtun, L. P. Lezhneva, M. V. Kovtun, M. A. Ogai</i> STUDY OF THE POSSIBILITY OF USING ULTRASOUND TO INTENSIFY EXTRACTION METHODS	180
--	-----

POLITICAL SCIENCES

<i>P. L. Karabushenko, Ol. I. Oskina</i> THE POST-TRUTH OF CARNIVAL POLITICAL CULTURE OF THE MODERN COLLECTIVE WESTERN ELITE	187
--	-----

<i>A.V. Gukasov, M.V. Gukasova</i> THE CONTEMPORARY U.S. FOREIGN POLICY TOWARDS KUWAIT: KEY INTERESTS AND MAIN MECHANISMS OF IMPLEMENTATION	197
---	-----

A.I. Bedaev WORLD WAR II IN THE CONTEXT OF MODERN POLITICAL MYTHOLOGY	207
B. G.Koybaev, V. CH. Revazov FEATURES OF THE EUROPEAN UNION'S POLICY TOWARDS THE SOUTH CAUCASUS COUNTRIES AT THE BEGINNING OF THE XXI CENTUR	214
Seyed Hassan Mirfakhraei IRAN-EURASIANECONOMIC UNION AGREEMENT FROM THE PERSPECTIVE OF GEO-ECONOMIC CONSEQUENCES	222
D. V. Makovskaya, L. N. Garas MODEL OF ETHNONATIONAL VICTIMIZATION OF THE POPULATION OF UKRAINE ON THE EXAMPLE OF THE KHERSON	234
A. A. Malkevich FAKE NEWS AS A TOOL OF MEDIA INFLUENCE ON YOUNG PEOPLE: ON THE QUESTION OF DEFINITION AND CLASSIFICATION	247
E.P. Marmilova ON THE REPLACEMENT OF VOLUNTARY VOTING FOR MANDATORY VOTING IN THE REPUBLIC OF CHILE	252
Ab.-C. Ya. ogly Abkairov "ANALYSIS OF THE ACTIVITIES OF THE BLACK SEA COOPERATION ORGANIZATION AS AN EXAMPLE OF REGIONAL INTEGRATION FOR THE CREATION OF A CSEC"	260
DISCUSSION PAPERS	
N. V. Gornikov, A.S. Rotkina SCIENTIFIC AND TECHNICAL CREATIVITY AND ITS ROLE IN THE FORMATION OF A SPECIALIST FOR THE FOOD INDUSTRY	268
D. G. Magomedova, M. A. Ogay, E. F. Stepanova, E. V. Kovtun, N. L. Nam D. I. Pozdnyakov DEVELOPMENT AND RESEARCH OF DOSAGE FORMS WITH CETIRIZINE	275
Requirements for preparation of manuscripts.....	284

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ | TECHNICAL SCIENCE

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ INFORMATICS, COMPUTER ENGINEERING AND MANAGEMENT

В.А. Носова [V.A. Nosova]
И. М. Першин [I. M. Pershin]
С.Н. Русак [S. N. Rusak]

УДК 519.6, 519.71

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ЗВЕНЬЕВ, АППРОКСИМИРУЮЩИХ ГИДРОЛИТОСФЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ

WAYS OF MODELING DISTRIBUTED SYSTEMS WITH RANDOM EFFECTS

Аннотация

Анализ работ отечественных и зарубежных ученых К.Г. Валеева и О.А. Жаутыкова показал, что для решения задач анализа и синтеза распределенных систем часто используют методы конечномерной аппроксимации.

Материалы, методы, результаты и обсуждения

В работе рассмотрены способы определения параметров распределенных звеньев, используемых для описания статических и динамических характеристик гидролитосферных процессов по результатам опытно-фильтрационных работ. Рассматривается случай, когда коэффициенты фильтрации по пространственным координатам имеющим разные значения.

Заключение

В отличие от известных аппроксимирующих звеньев, рассмотренное в работе звено позволяет аппроксимировать статические коэффициенты и динамику гидролитосферного процесса, у которого коэффициенты фильтрации по осям x и y различны.

Ключевые слова: гидролитосферные процессы, распределенные звенья, верификация.

Abstract

An analysis of the works of domestic and foreign scientists K.G. Valeev and O.A. Zhautykov showed that finite-dimensional approximation methods are often used to solve problems of analysis and synthesis of distributed systems.

Materials, methods, results and discussions *The paper considers methods for determining the parameters of distributed links used to describe the static and dynamic characteristics of hydro-lithospheric processes based on the results of experimental filtration work. The case is considered when the filtration coefficients by spatial coordinates have different values..*

Conclusion

In contrast to the known approximating links, the link considered in the work allows us to approximate the static coefficients and dynamics of the hydro-lithospheric process, in which the filtration coefficients along the x and y axes are different.

Key words: hydro-lithospheric processes, distributed links, verification.

Введение

В практике решения задач анализа и синтеза распределенных систем часто используют методы конечномерной аппроксимации. По методам аппроксимации распределенных объектов имеется множество публикаций (например в работах К.Г. Валеева и О.А. Жаутыкова [1]). Пользоваться аппроксимацией систем с распределенными параметрами следует весьма осторожно, поскольку существенно меняются свойства модели [2-4]. По сути, аппроксимируя распределенный объект, мы получаем другой объект, свойства которого существенно отличаются от первоначального. Безусловно, учесть все свойства распределенного объекта – задача почти невыполнимая, поскольку распределенный объект описывается в бесконечномерном фазовом пространстве [5]. Для решения задач управления, используются статические и динамические характеристики распределенного объекта. Разработана структура и методы определения параметров сосредоточенных и распределенных звеньев, описывающих статические и динамические характеристики объектов. Рассматриваемые звенья могут описывать характеристики объектов и их дискретных моделей (см. рис. 1).

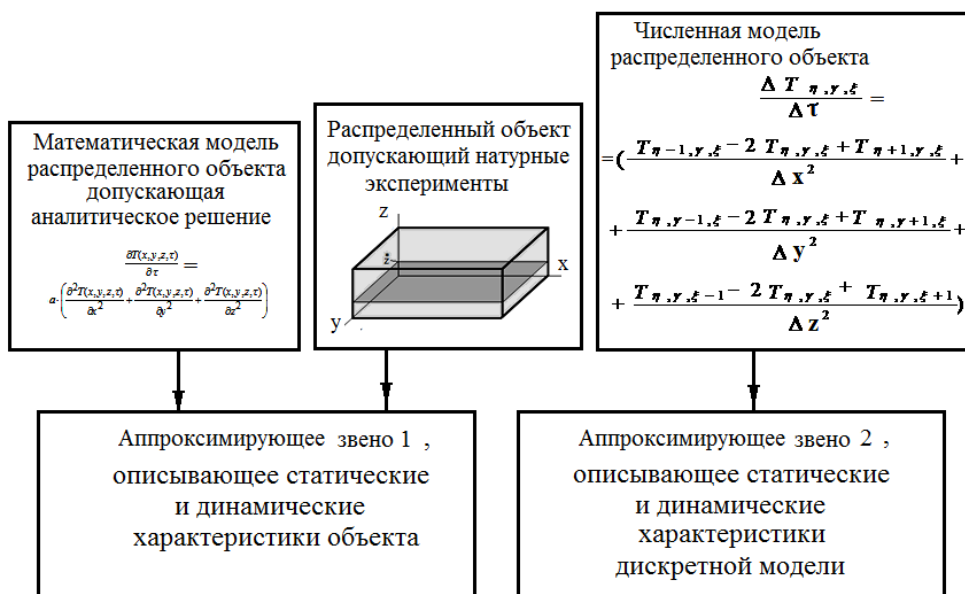


Рис.1. Схема верификации дискретной модели объекта

Под верификацией дискретной модели будем полагать достижение близости характеристик аппроксимирующего звена 1 и аналогичных параметров звена 2 (см. рис.1).

Материалы и методы, результаты и обсуждение

В качестве примера практически значимых объектов с распределенными параметрами нами были рассмотрены гидролитосферные процессы. Методы исследования таких объектов показаны в [5-8], для определения местоположения добывающих и контрольных скважин может быть использована методика, приведенная в [9]. Существующие технические средства телеметрического сбора, накопления и передачи информации (например, комплекс Кедр – ДМ), установленные на заборных и контрольных скважинах позволяют вести мониторинг процесса эксплуатации в режиме реального времени. Для решения задачи управления кутом добывающих скважин требуется описать статические и динамические характеристики рассматриваемого объекта управления. Рассмотрим процедуру определения параметров звеньев, аппроксимирующих перечисленные выше, характеристики объекта.

Определение параметров звена, аппроксимирующего удельное понижение уровня гидролитосферного процесса. Положим, что имеется одно входное воздействие (дебит добывающей скважины) и две функции выхода (понижение уровня в добывающей скважине и первой контрольной скважине) (см. рис. 2). По сути, рассматривается условно сосредоточенная система. Исследования, приведенные в [10-13] показывают, что для описания статических

характеристик (удельного понижения уровня в заданной точке) рассматриваемых объектов используется следующая структура аппроксимирующего звена:

$$W_a = \frac{K}{\beta} \cdot \exp(-\beta \cdot r); \beta = (D)^{1/2}, \quad (1)$$

где: D, K, a - определяемые параметры, r - расстояние от возмущающей скважины до измеряемой точки.

Процедура определения параметров аппроксимирующего звена распадается на следующие этапы:

1. Приравняв статические коэффициенты усиления аппроксимирующего звена значению K_1 и K_2 , получим систему уравнений:

$$\begin{cases} K_1 = \frac{K}{\beta} \cdot \exp(-\beta \cdot r_0) \\ K_2 = \frac{K}{\beta} \cdot \exp(-\beta \cdot r_2), \beta = (D)^{1/2} \end{cases} \quad (1.2)$$

2. Подставляя вычисленные значения: $K_1=0.0224$; $K_2=0.00236$; $r_0=0.2$; $r_2=180$ в (1.2), получим

$$\begin{cases} 0.0224 = \frac{K}{\beta} \cdot \exp(-\beta \cdot 0.2) \\ 0.00236 = \frac{K}{\beta} \cdot \exp(-\beta \cdot 180), \beta = (D)^{1/2} \end{cases} \quad (1.3)$$

Решая систему уравнений (1.3), приходим к следующему результату:

$K=0.00028106$; $D=0.00015665$.

При этом полагалось, что коэффициенты фильтрации по координатам x и y (K_x, K_y) одинаковы (см. рис.2).

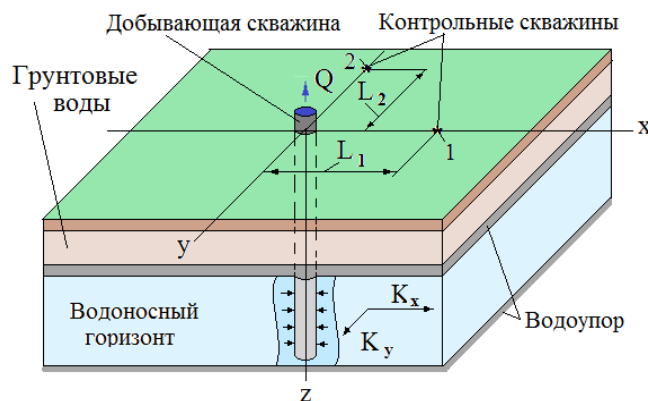


Рис.2. Расположение добывающей и контрольной скважин

В практике, коэффициенты фильтрации по пространственным координатам x и y разные.

Рассмотрим адаптацию приведенной выше процедуры, для описания характеристик объекта, имеющего разные коэффициенты фильтрации по пространственным координатам. В рассматриваемом случае структура звена, аппроксимирующего статические коэффициенты может быть записана в виде:

$$W_a = \frac{K}{\beta} \cdot \exp(-\beta \cdot (x^2 + (K_n \cdot y)^2)^{0.5}) \beta = (D)^{1/2}, \quad (2)$$

Как известно [5], вокруг добывающей скважины формируется колодец. Положим, что его радиус r_0 . Запишем соотношение (2) для границы колодца [5]:

$$W_a = \frac{K}{\beta} \cdot \exp(-\beta \cdot (x_0^2 + (K_n \cdot y_0)^2)^{0.5}) \beta = (D)^{1/2}, x_0 = r_0, y_0 = r_0.$$

Входным воздействием на рассматриваемый объект служит средний дебит возмущающей скважины, а функциями выхода – изменение уровня (понижение) в добывающей скважине и контрольных скважинах (см. рис.2). Положим, что проведены опытно-фильтрационные работы на рассматриваемом месторождении и получено: средний дебит входного воздействия составляет

$Q_m = 3 \text{ м}^3/\text{сут.}$ ($103 \text{ м}^3/\text{сут.}$); расстояние между рассматриваемыми скважинами составляет $L_1 = 180 \text{ м.}$, $L_2 = 150 \text{ м.}$ Определим статические коэффициенты передачи: K_1 = удельное понижение добывающей скважины (понижение уровня / средний дебит) = $(2.317)/103 = 0.0225$; K_2 = коэффициент гидравлического взаимодействия скважин добывающей и первой контрольной (понижение уровня в контрольной скважине 1 / средний дебит) = $(0.248)/103 = 0.00241$; K_3 = коэффициент гидравлического взаимодействия скважин добывающей и второй контрольной (понижение уровня в контрольной скважине 2 / средний дебит) = $(0.154)/103 = 0.0015$. Временное запаздывание сигнала выхода, измеряемого во второй контрольной скважине, относительно входного воздействия при квазистационарном установившемся режиме составляло 21 минуту. При этом, на вход объекта было подано входное воздействие в виде: $Q = 100 + 10 \cdot \sin(\omega \cdot \tau) \text{ м}^3/\text{сут.}$, $\omega = 0.001 \text{ 1/сек.}$ (τ – время). Период колебаний входного воздействия составляет $T = (2 \cdot \pi / 0.001) / 60 = 104.8 \text{ мин.}$ Сдвиг по фазе сигнала выхода относительно входного воздействия составил:

$$\Delta \varphi = 2\pi \cdot (-21) / 104.8 = -1.259$$

Процедура определения параметров аппроксимирующего звена (2) распадается на следующие этапы:

1. Приравняв статические коэффициенты усиления аппроксимирующего звена значению K_1 и K_2 , получим систему уравнений:

$$\begin{cases} K_1 = \frac{K}{\beta} \cdot \exp(-\beta \cdot x_0), \\ K_2 = \frac{K}{\beta} \cdot \exp(-\beta \cdot L_1), \\ K_3 = \frac{K}{\beta} \cdot \exp(-\beta \cdot K_p \cdot L_2), \beta = (D)^{1/2} \end{cases}, \quad (3)$$

2. Подставляя вычисленные значения, получим:

$$\begin{cases} 0.0225 = \frac{K}{\beta} \cdot \exp(-\beta \cdot 0.3), \\ 0.00241 = \frac{K}{\beta} \cdot \exp(-\beta \cdot 180), \\ 0.0015 = \frac{K}{\beta} \cdot \exp(-\beta \cdot K_p \cdot 150), \beta = (D)^{1/2} \end{cases}$$

Решая полученную систему, приходим к следующему результату

$D=0.00015683$, $K=0.00028157$, $K_p=1.65710848$.

3. Коэффициента гидравлического взаимодействия скважин рассматриваемого объекта записывается в виде:

$$W_a = \frac{0.00028157}{\beta} \cdot \exp\left(-\beta \cdot (x^2 + (1.6571 \cdot y)^2)^{0.5}\right), \beta = (0.00028175)^{1/2}, \quad (4)$$

На рис.3 и рис.4 приведены графики коэффициента гидравлического взаимодействия скважин (расположение скважин показано на рис.2).

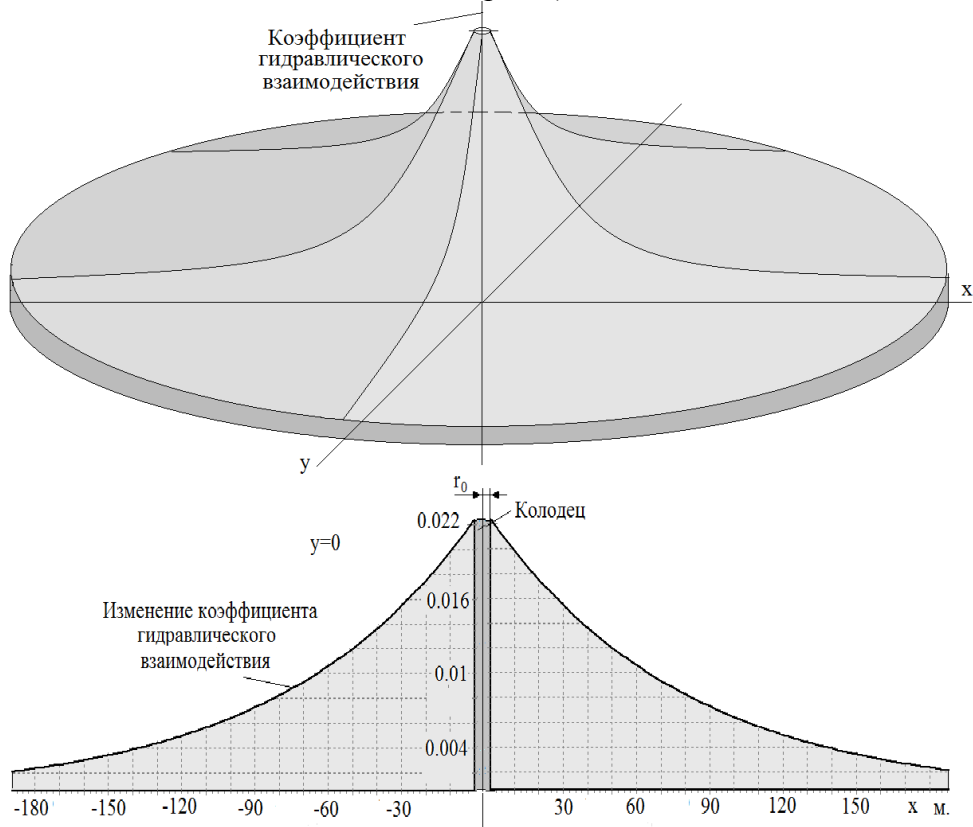


Рис.3. Гидравлическое взаимодействие скважин

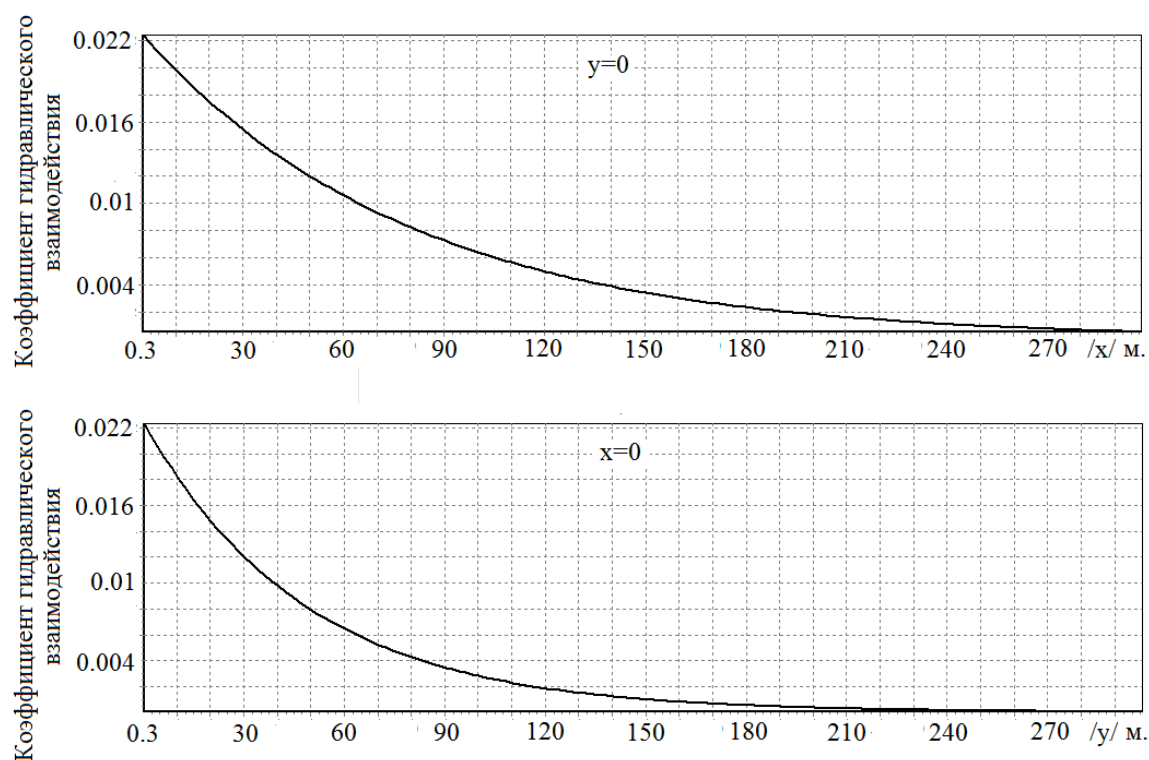


Рис.4. График коэффициента гидравлического взаимодействия скважин

4. Звено, аппроксимирующее статические коэффициенты и динамику рассматриваемого объекта, может быть записано в виде:

$$W_a = \frac{K}{\beta} \cdot \exp\left(-\beta \cdot (x^2 + (K_p \cdot y)^2)^{0.5}\right); \beta = (s/a + D)^{1/2},$$

$$r_0 \leq |x| < \infty, \quad r_0 \leq |y| < \infty, \quad (5)$$

где: s – оператор Лапласа; a – определяемый параметр.

Полагая в (5) $s=j\omega$ ($\omega=\omega_1$), запишем соотношение для определения фазы аппроксимирующего звена:

$$\Delta\varphi = -\text{Im}(\beta) \cdot (x^2 + (K_p \cdot y)^2)^{0.5} - \arctan(\text{Im}(\beta)/\text{Re}(\beta)),$$

$$\beta = \left(\frac{j\omega_1}{a} + D\right)^{1/2}, \quad r_0 \leq |x| < \infty, \quad r_0 \leq |y| < \infty. \quad (6)$$

Полагая $\Delta\varphi=-1.259$ и решая уравнение (6) численным методом, определим $a=6.30204$. Подставляя значение a в (5), получим:

$$W_a = \frac{0.00028157}{\beta} \cdot \exp\left(-\beta \cdot (x^2 + (1.6571 \cdot y)^2)^{0.5}\right),$$

$$\beta = (s/6.30204 + 0.00028175)^{1/2}. \quad (7)$$

Звено (7), аппроксимирующее статические коэффициенты и динамику рассматриваемого объекта, может быть использовано для верификации дискретной модели рассматриваемого гидротитосферного процесса.

Заключение

В статье рассмотрена структура и методика определения параметров аппроксимирующего статические коэффициенты и динамику гидrolитосферного процесса. При этом, в отличие от известных аппроксимирующих звеньев, рассмотренное в работе звено позволяет аппроксимировать статические коэффициенты и динамику гидrolитосферного процесса, у которого коэффициенты фильтрации по осям x и y различны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Валеев К.Г., Жаутыков О.А. Бесконечные системы дифференциальных уравнений. — Алма-Ата: Наука Казахской ССР, 1974.- 415с.
2. Першин И.М., Веселов Г.Е., Малков А.В., Першин М.И. Коррекция дискретных математических моделей распределенных объектов. IX Всероссийская научная конференция «Системный синтез и прикладная синергетика»: сборник научных трудов. Издательство Южного федерального университета, 2019. – 542 с. С139-150.
3. Першин И.М., Русак С.Н., Цаплева В.В. Оценка влияния шага дискретизации математических моделей распределенных объектов на динамические характеристики. IX Всероссийская научная конференция «Системный синтез и прикладная синергетика»: сборник научных трудов. Издательство Южного федерального университета, 2019. – 542 с. С. 161-168.
4. Першин М.И. Особенности распределенных объектов. //Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Университетская наука - региону» (3-21 апреля). – Пятигорск: Изд-во ПФ СКФУ, 2017. – Т1. С. 138-143.
5. А.В. Малков, М.И.Першин, Помеляйко И.С. и др. Кисловодское месторождение углекислых минеральных вод. Системный анализ, диагностика, прогноз и управление. Москва, Наука 2015.283с.
6. Першин И.М., Помеляйко И.С. Системный анализ экологического состояния зоны гипергенеза курорта Кисловодска. Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2013. № 3 (36). С. 74-80.
7. Першин И.М., Малков А.В., Криштал В.А. Построение системы управления параметрами эксплуатации системы добычи минеральной воды регионе КМВ . Современная наука и инновации. 2013. № 1 (1). С. 17-23.
8. Pershin I.M., Pervukhin D.A., Ilyushin Y.V., Afanaseva O.V. Design of distributed systems of hydrolithosphere processes management. A synthesis of distributed management systems. В сборнике: Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering - Power Supply of Mining Companies. Сер. "Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering - Power Supply of Mining Companies" 2017. С. 032029.
9. Котенко С.В., Першин И.М., Котенко В.В. Особенности идентификационного анализа на основе информационной виртуализации изображений местоположения объектов в ГИС [Известия ЮФУ. Технические науки](#). 2014. [№ 8 \(157\)](#). С. 212-219.
10. Pershin I.M., Pervukhin D.A., Ilyushin Y.V., Afanaseva O.V. Design of distributed systems of hydrolithosphere processes management. Selection of optimal number of extracting wells. В сборнике: Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering - Power Supply of Mining Companies. Сер. "Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering - Power Supply of Mining Companies" 2017. С. 032030.
11. Веселов Г.Е., Першин М.И. , Першин И.М., Методы аппроксимации передаточных функций распределенных объектов. В сборнике: Системный синтез и прикладная синергетика. Сборник научных трудов VII Всероссийской научной конференции. 2015. С. 106-117.
12. Drovosekova T.I., Pershin I.M. [Peculiarities of modelling hydro-lithospheric processes in](#)

[the region of Kavkazskiye Mineralnye Vody \(caucasus mineral springs\)](#). В сборнике: Proceedings of the 19th International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2016. 2016. С. 215-217.

13. Першин И.М., Веселов Г.Е., Першин М.И. Аппроксимационные модели передаточных функций распределенных объектов. Известия ЮФУ. Технические науки. 2015. № 7 (168). С. 126-138.

REFERENCES

1. Valeev K.G., Zhautykov O.A. Beskonechnye sistemy differentsial'nykh uravnenii. — Alma-Ata: Nauka Kazakhskoi SSR, 1974.- 415s.
2. Pershin I.M., Veselov G.E., Malkov A.V., Pershin M.I. Korrektsiya diskretnykh matematicheskikh modelei raspredelennykh ob"ektov.IX Vserossiiskaya nauchnaya konferentsiya «Sistemnyi sintez i prikladnaya sinergetika»: sbornik nauchnykh trudov. Izdatel'stvo Yuzhnogo federal'nogo universiteta, 2019. – 542 s. S139-150.
3. Pershin I.M., Rusak S.N., Tsapleva V.V. Otsenka vliyaniya shaga diskretizatsii matematicheskikh modelei raspredelennykh ob"ektov na dinamicheskie kharakteristiki.IX Vserossiiskaya nauchnaya konferentsiya «Sistemnyi sintez i prikladnaya sinergetika»: sbornik nauchnykh trudov. Izdatel'stvo Yuzhnogo federal'nogo universiteta, 2019. – 542 s. S. 161-168.
4. Pershin M.I. Osobennosti raspredelennykh ob"ektov.//Materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Universitetskaya nauka - regionU» (3-21 aprelya). – Pyatigorsk: Izd-vo PF SKFU, 2017. – T1. S. 138-143.
5. A.V. Malkov, M.I.Pershin, Pomelyaiko I.S. i dr. Kislovodskoe mestorozhdenie uglekislykh mineral'nykh vod. Sistemnyi analiz, diagnostika, prognoz i upravlenie. Moskva, Nauka 2015.283s.
6. Pershin I.M., Pomelyaiko I.S. Sistemnyi analiz ehkologicheskogo sostoyaniya zony gipergeneza kurorta Kislovodsk. Vestnik Severo-Kavkazskogo federal'nogo universiteta. 2013. № 3 (36). S. 74-80.
7. Pershin I.M., Malkov A.V., Krishtal V.A. Postroenie sistemy upravleniya parametrami ehkspluatatsii sistemy dobychi mineral'noi vody regione KMV . Sovremennaya nauka i innovatsii. 2013. № 1 (1). S. 17-23.
8. Pershin I.M., Pervukhin D.A., Ilyushin Y.V., Afanaseva O.V. Design of distributed systems of hydrolithosphere processes management. A synthesis of distributed management systems.Vsbornike: Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering - Power Supply of Mining Companies. Ser. "Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering - Power Supply of Mining Companies" 2017. S. 032029.
9. Kotenko S.V., Pershin I.M., Kotenko V.V. Osobennosti identifikatsionnogo analiza na osnove informatsionnoi virtualizatsii izobrazhenii mestopolozheniya ob"ektov v GIS Izvestiya YUFU. Tekhnicheskie nauki. 2014. № 8 (157). S. 212-219.
10. Pershin I.M., Pervukhin D.A., Ilyushin Y.V., Afanaseva O.V.Design of distributed systems of hydrolithosphere processes management. Selection of optimal number of extracting wells.Vsbornike: Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering - Power Supply of Mining Companies. Ser. "Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering - Power Supply of Mining Companies" 2017. S. 032030.
11. Veselov G.E., Pershin M.I. , Pershin I.M., Metody approksimatsii peredatochnykh funktsii raspredelennykh ob"ektov. V sbornike: Sistemnyi sintez i prikladnaya sinergetika. Sbornik nauchnykh trudov VII Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii. 2015. S. 106-117.
12. Drovosekova T.I., Pershin I.M.Peculiarities of modelling hydro-lithospheric processes in the region of Kavkazskiye Mineralnye Vody (caucasus mineral springs). Vsbornike: Proceedings of the 19th International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2016. 2016. S. 215-217.

13. Pershin I.M., Veselov G.E., Pershin M.I. Approksimatsionnye modeli peredatochnykh funktsii raspredelennykh ob"ektov. Izvestiya YUFU. Tekhnicheskie nauki. 2015. № 7 (168). S. 126-138.

ОБ АВТОРАХ

Носова Виктория Андреевна, студентка , СПбЭТУ «ЛЭТИ» .Ул. Проф. Попова, д.5г. Санкт-Петербург, 197376, РФ, vika27.09@mail.ru

Nosova Victoria Andreevna, student, SPbETU "LETI". St. Prof. Popova, 5, S-Petersburg, 197376, RF, vika27.09@mail.ru

Першин Иван Митрофанович, доктор тех.наук, профессор, Пятигорский институт Северо-Кавказского федерального университета, ул. Ермолова, 46, г. Пятигорск, Ставропольский край, 357500, РФ, ivmp@yandex.ru., +79187903619

Pershin Ivan Mitrofanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Pyatigorsk Institute of the North Caucasus Federal University, st. Ermolova, 46, Pyatigorsk, Stavropol Territory, 357500, RF, ivmp@yandex.ru., +79187903619

Русак Светлана Николаевна, кандидат исторических наук, доцент, Пятигорский институт Северо-Кавказского федерального университета, ул. Ермолова, 46, г. Пятигорск, Ставропольский край, 357500, РФ, Nisesveta@ yandex.ru, +79624306278.

Rusak Svetlana Nikolaevna, Candidate of Historical Sciences, Associate Professor, Pyatigorsk Institute of the North Caucasus Federal University, st. Ermolova, 46, Pyatigorsk, Stavropol Territory, 357500, RF, Nisesveta @ yandex.ru, +79624306278.

Дата поступления в редакцию:02.04.2021

После рецензирования:23.05.2021

Дата принятия к публикации:03.06.2021

А.Н.Макоха [A.N.Makokha]
Т.Е. Тышляр [T.E.Tyshlyar]

УДК 007.681+514.743.2

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.2

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕНЗОРНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

AUTOMATION OF TENSOR CALCULATIONS BASED ON NEURAL NETWORKS

Северо-Кавказский Федеральный Университет, Российская Федерация, Ставрополь / North-Caucasian Federal University, Stavropol, Russian Federation
E-mail: anmakoha@yandex.ru; t_e_t@inbox.ru

Аннотация

Тензорное исчисление является необходимым инструментом в различных естественнонаучных направлениях.

Материалы и методы

Проведен обзор методов построения моделей вычислительных искусственных нейронных сетей прямого распространения, выполняющих в координатах основные тензорные операции в конечномерных линейных пространствах над полем действительных чисел.

В исследованиях используются следующие подходы к автоматизации тензорных вычислений:

- разработка программных комплексов с использованием языков высокого уровня;
- использование специализированных математических пакетов;
- моделирование операций над тензорами на нейронных сетях.

Описана расчётная программа, позволяющая получать данные для тестирования построенных моделей.

Заключение

Альтернативой использованию математических пакетов может быть реализация тензорных вычислений с использованием нейронных сетей, используемые, как механизм для выполнения параллельных вычислений.

Ключевые слова: операции тензорной алгебры, ковариантное дифференцирование тензоров, параллельные вычисления, нейронные сети прямого распространения, функции активации, тривектор, линейный комплекс плоскостей, многообразия особых точек.

Abstract. Tensor calculus is a necessary tool in various natural sciences.

Materials and methods A review of methods for constructing models of computational artificial neural networks of direct propagation that perform basic tensor operations in coordinates in finite-dimensional linear spaces over the field of real numbers is carried out. The following approaches to the automation of tensor calculations are used in research:

- development of software complexes using high-level languages;
- use of specialized mathematical packages;
- modeling operations on tensors on neural networks.

A calculation program is described that allows obtaining data for testing the constructed models.

Conclusion

An alternative to using mathematical packages can be the implementation of tensor calculations using neural networks used as a mechanism for performing parallel calculations.

Key words: tensor algebra operations, covariant tensor differentiation, parallel computing, neural networks of direct propagation, activation functions, trivector, linear complex of planes, varieties of singular points.

Introduction

1. Approaches to automation of tensor calculations

Tensor calculus is a necessary tool in various natural sciences, such as geometry, physics, mechanics, quantum chemistry, crystal physics and many others. In particular, the development of the quantum theory of relativity, the theory of combined fields, the theory of nanostructures is carried out mainly by the methods of tensor calculus [7].

Performing operations on tensors, especially in multidimensional spaces, involves a large amount of computation, which makes the question of their parallelization urgent.

Most often, when conducting research, the following approaches to automating tensor calculations are used:

- development of software systems using high-level languages;
- use of specialized mathematical packages;
- modeling operations on tensors on neural networks.

The development of software systems is usually used to solve a specific problem (or class of problems) and does not imply universality. All information about the tensors used and the operations performed on them are entered at the design stage, and the user only sets certain parameters for the calculations. Examples of such complexes are the PRADIS software package for automating the simulation of non-stationary processes in mechanical systems and systems of a different physical nature (module "Elements of a continuous medium", in which the calculation of the values of the stress tensor components is used to calculate the stress intensity) [21].

To obtain more universal computational tools, it is necessary to automate the basic operations on tensors: addition, multiplication, multiplication by a number, convolution, symmetrization, alternation, and covariant differentiation of tensors. To perform such operations, it is possible to use mathematical packages. For example, the Maple environment includes a tensor package designed to perform specialized tensor operations. This package first appeared in the Maple V R5 implementation. It uses a special data type `tensor_type` in the form of tables with two fields: components and index characteristics. The component field is an array with a dimension equivalent to the object's rank. The index characteristics field is specified by a list of numbers 1 and -1. In this case, 1 at the i th position means that the corresponding index is contravariant, and -1 means that it is covariant. The `tensor_type` procedure returns the boolean value `true` if its first argument satisfies the tensor properties, and `false` if it does not satisfy this property.

The `> with (tensor)` declaration gives access to many of the package functions described in [8]. Examples of calculations using the Maple package are given in [15].

Materials and methods, results and discussion

2. Construction and analysis of algorithms for parallelization of tensor operations

An alternative to using mathematical packages can be the implementation of tensor calculations using neural networks. In this case, a neural network is used as a mechanism for performing parallel computations.

2.1 Addition of tensors

Consider modeling the operation of adding two trivalent tensors in an n -dimensional linear space over the field of real numbers on a neural network.

The addition of tensors is determined by the formula

$$c_{ij...}^{rs...} = a_{ij...}^{rs...} + b_{ij...}^{rs...}, \text{ где } a_{ij...}^{rs...}, b_{ij...}^{rs...}, c_{ij...}^{rs...},$$

over which the valence tensors $g + q$, are summed, where g - is the number of subscripts, q - upper ones, while each of the indices takes a value from 1 to n , where n - is the dimension of the space in which the tensors are specified. That is, when two tensors are added, their respective components are added. The result will be a tensor of the same valence as the term tensors.

Thus, the number of network inputs corresponds to the number of tensor components and is equal to $2 \cdot n^3$; the number of network outputs and, accordingly, the number of neurons in the layer corresponds to the number of components of the sought tensor, i.e. is equal to n^3 .

To solve this problem, we chose a single-layer network with a linear neuron activation function, since the well-known tensor addition algorithm is reduced to calculating the sums of certain network inputs with a weight coefficient equal to 1. Figure 1 shows the structure of such a network for the case of three-dimensional space.

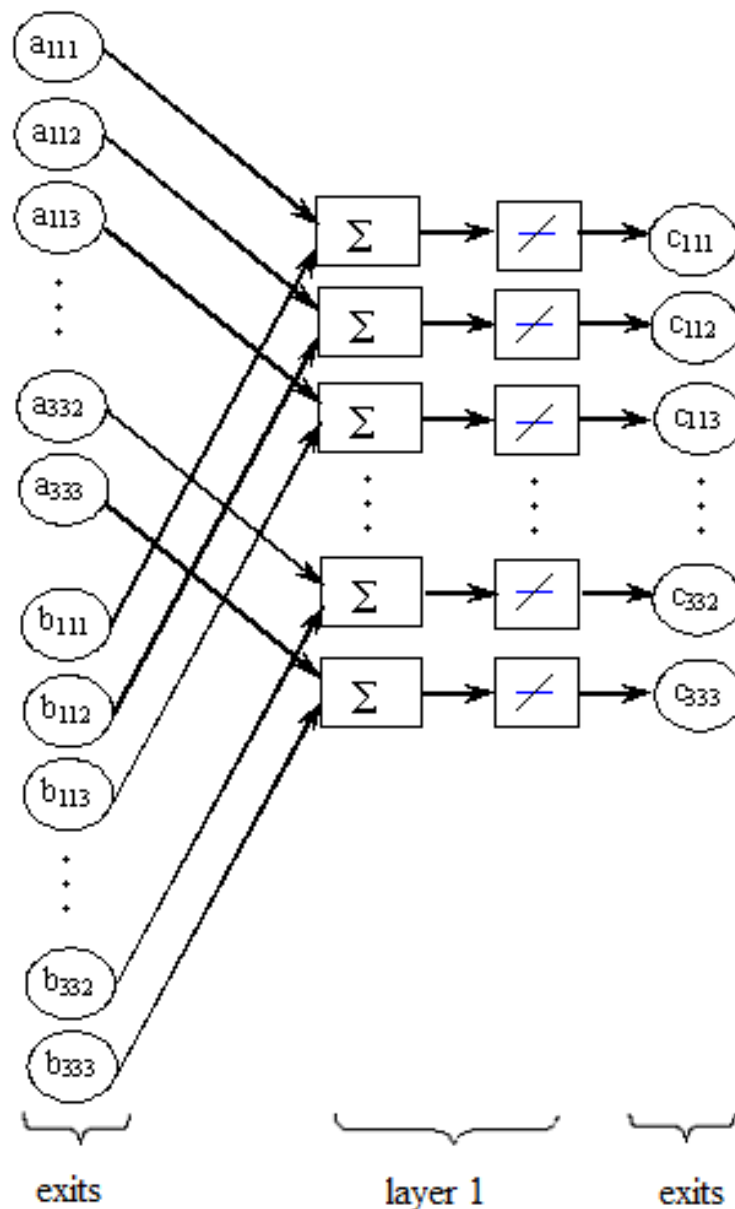


Fig. 1. The structure of a neural network that implements the addition operation of trivalent tensors in three-dimensional space (the symbol $\diagup$ denotes the linear function of neuron activation)

This network was simulated in MATLAB. Figures 2 and 3 show the network structure in MATLAB notation and the results of the model, respectively.

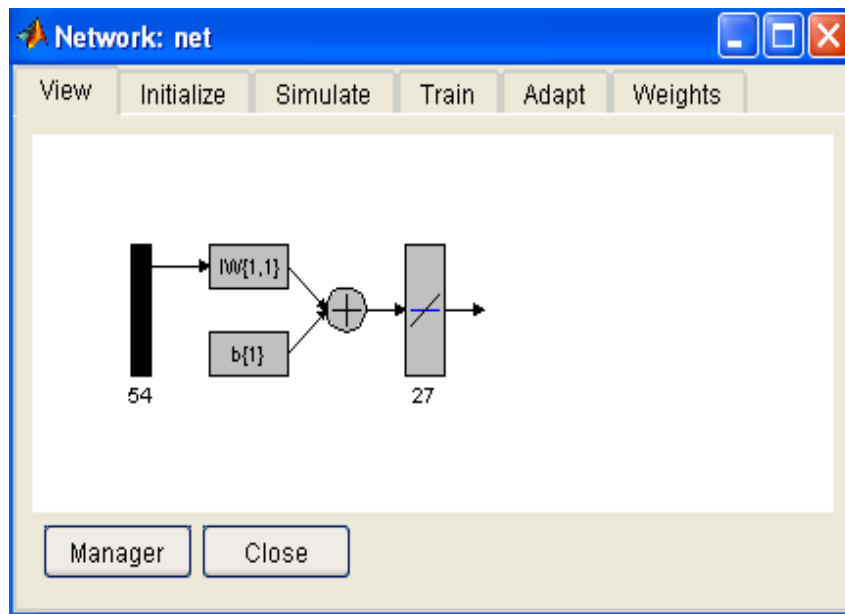


Fig.2. The structure of a neural network that implements the addition operation of trivalent tensors in three-dimensional space in MATLAB notation

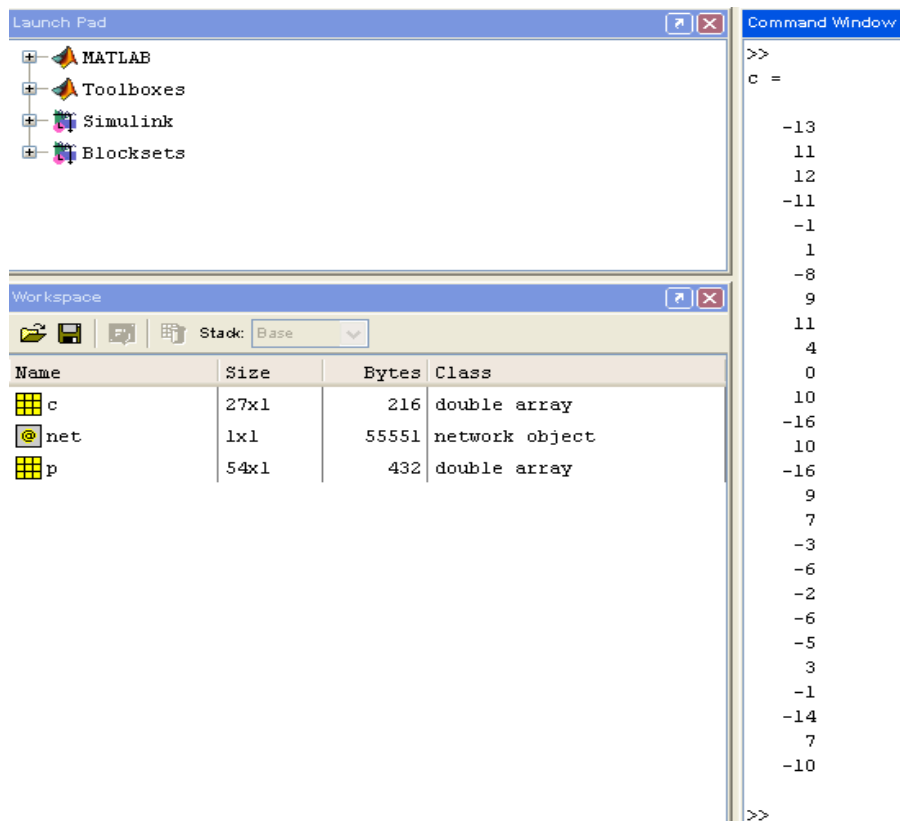


Fig. 3. The results obtained when modeling the addition of trivalent tensors in three-dimensional space in the MATLAB environment

To create an M-file with a description of the neural network and obtain test examples, a computational program in the Delphi environment was used. This program allows you to randomly generate the values of the tensor components of a given valence in a space of a given dimension,

perform basic algebraic operations on tensors, and save the results of calculations to a text file. In addition, this program allows you to create an M-file containing a description of the structure of a neural network, a matrix of weights for a given case, and a vector of network inputs.

The program window is shown in Figure 4.

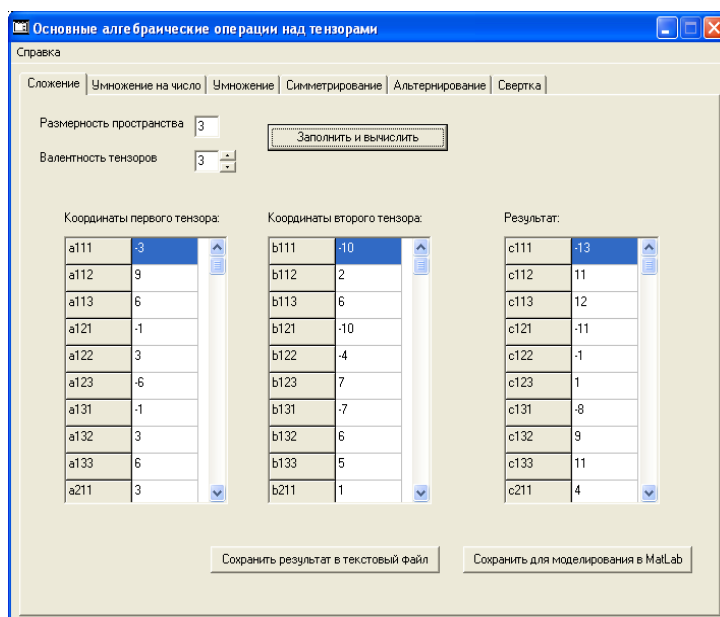


Fig. 4. Implementation of the addition of tensors in the calculation program

The simulation results completely coincided with the values obtained using the calculation program.

Let us estimate the resulting acceleration of the computational process by the method presented in [5].

The graph of the algorithm for performing this operation is shown in Figure 5.

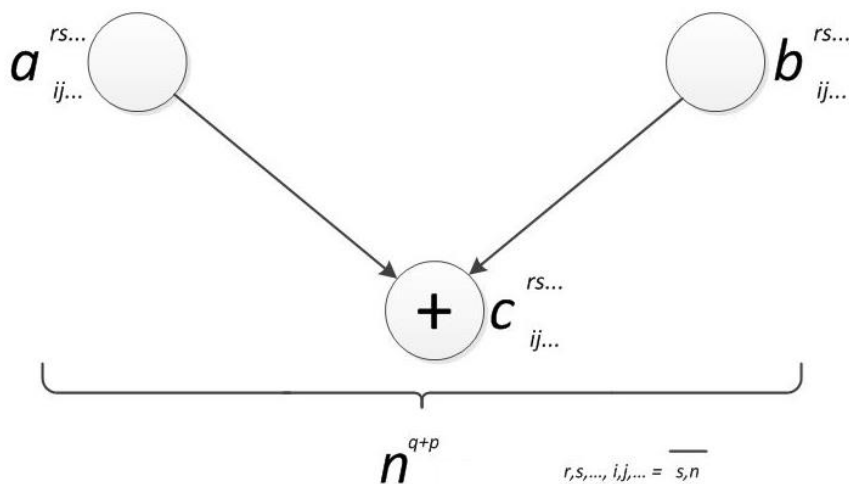


Fig. 5. Algorithm graph for the tensor addition operation

Let us analyze the proposed computational scheme from the point of view of the resulting acceleration.

The sequential execution time of this algorithm will be equal to the number of circuit vertices excluding input vertices, i.e.. $T_1 = n^{q+p}$.

The time of the fastest execution of the algorithm with an unlimited number of processors will be equal to the length of the maximum path of the graph, i.e. $T_\infty = 1$.

The execution time of the algorithm, comparable to the minimum, can be achieved with the number of processors $p \geq \frac{T_1}{T_\infty}$ [5], in this case $p \geq \frac{n^{g+q}}{1} = n^{g+q}$. That is, the minimum execution time of the algorithm will be achieved with the number of processors equal to the number of tensor components.

When the number of processors is less than the number of tensor components, the execution time of the algorithm can be estimated as $T_p = \left\lceil \frac{n^{g+q}}{p} \right\rceil$, there's the sign $\lceil \cdot \rceil$ means the nearest integer from the top.

Then the value of the acceleration of the algorithm $S_p = \frac{n^{g+q}}{\left\lceil \frac{n^{g+q}}{p} \right\rceil}$.

At a multiple n^{g+q} , the speedup p when using parallel computations will be equal p , otherwise it will be close to p , i.e. the inequality $\frac{n^{g+q} p}{n^{g+q} + p} < S_p \leq p$.

The efficiency of the algorithm execution can be estimated as

$$\frac{n^{g+q}}{n^{g+q} + p} < E_p \leq 1.$$

2.2 Multiplication of tensors

The tensor multiplication operation is defined by the formula $c_{ijk\dots}^{rst\dots} = a_{ij\dots}^{rs\dots} b_{k\dots}^{t\dots}$, where $a_{ij\dots}^{rs\dots}$ - is the valence tensor of h , $b_{k\dots}^{t\dots}$ - is the valence tensor of l , $c_{ijk\dots}^{rst\dots}$ - is the valence tensor of $h+l$. In this case, each of the indices takes a value from 1 to, where is the dimension of the space in which the tensors are specified. That is, the operation of multiplying two tensors is reduced to multiplying each component of the first tensor by each component of the second tensor.

Thus, the number of input vertices of the graph must correspond to the number of components of the two tensor factors, i.e. equals $n^h + n^l$, and the number of multiplication operations will correspond to the number of components of the sought tensor, i.e. equals n^{h+l} .

Multiplication of two variables is a function of two variables. To implement it on a neural network, it is necessary to represent this function through functions of one variable.

In a series of their works, AN Kolmogorov and VI Arnold solved this problem: it is possible to obtain any continuous function of n variables using the operations of addition, multiplication and superposition from continuous functions of one variable [6].

The idea of a neural network algorithm for multiplying two variables can be explained by the following expression:

$$z = xy = 0,25((x+y)^2 - (x-y)^2) = ((0,5x+0,5y)^2 - (0,5x-0,5y)^2),$$

where x, y - are the variables factors, and z is their product.

In accordance with this expression, two neurons of the first layer have a quadratic activation function, and one neuron of the second layer has a linear one. Coefficients of synaptic connections of neurons in the first layer are equal to 0.5; 0.5; 0.5; - 0.5, respectively, for the first and second neurons, and the neuron of the second layer 1 and -1.

Figure 6 shows a diagram of the connection of neurons to implement the operation of multiplication of two variables. Here, the following indexing is adopted when denoting the neuron activation function Ne: the first digit of the index means the type of function (1 is linear, 2 is quadratic), the second

digit means the number of the layer in which the neuron with this function is located, the third digit is the ordinal number of the neuron in the layer (see [14]).

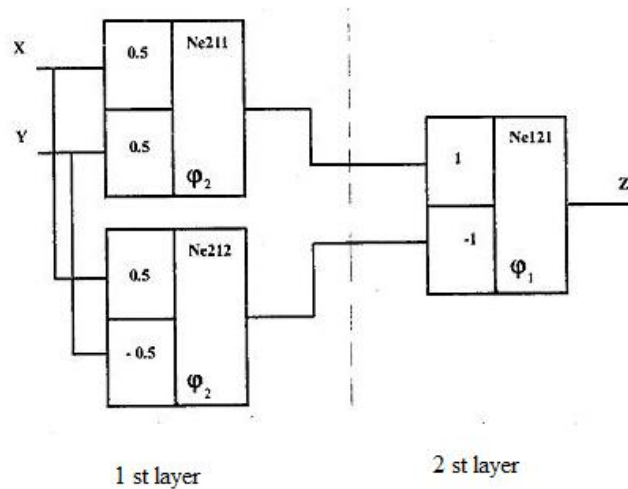


Fig.6. Neural network topology for the implementation of the operation of multiplication of two

Let's return to the problem of multiplying tensors. To calculate the product of tensors, you need a two-layer network with a quadratic neuron activation function in the first layer and a linear one in the second; in the first layer the number of neurons is $2n(p + q)$, in the second - $n(p + q)$, since this operation is implemented as the product of each component of the first tensor by each component of the second tensor.

Figure 7 shows the structure of such a network for the case of three-dimensional space.

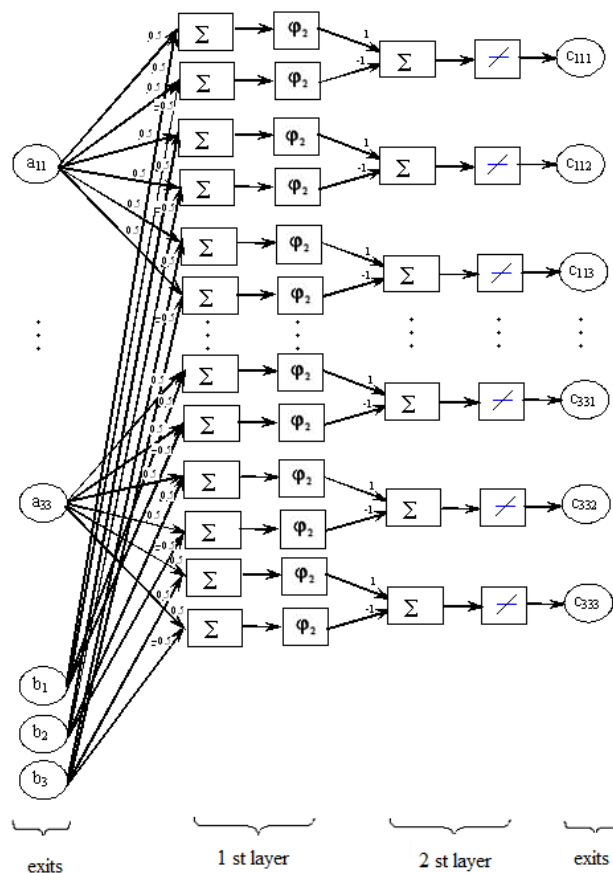


Fig.7. The structure of a neural network that implements the operation of multiplying a bivalent tensor by a univalent tensor in three-dimensional space (the symbol ∇ denotes a linear neuron activation function, ϕ^2 denotes a quadratic neuron activation function).

This network could not be modeled in the MATLAB environment, because it does not implement the quadratic function of neuron activation.

Let us analyze the proposed computational scheme from the point of view of the resulting acceleration.

The graph of the algorithm for performing this operation is shown in Figure 8.

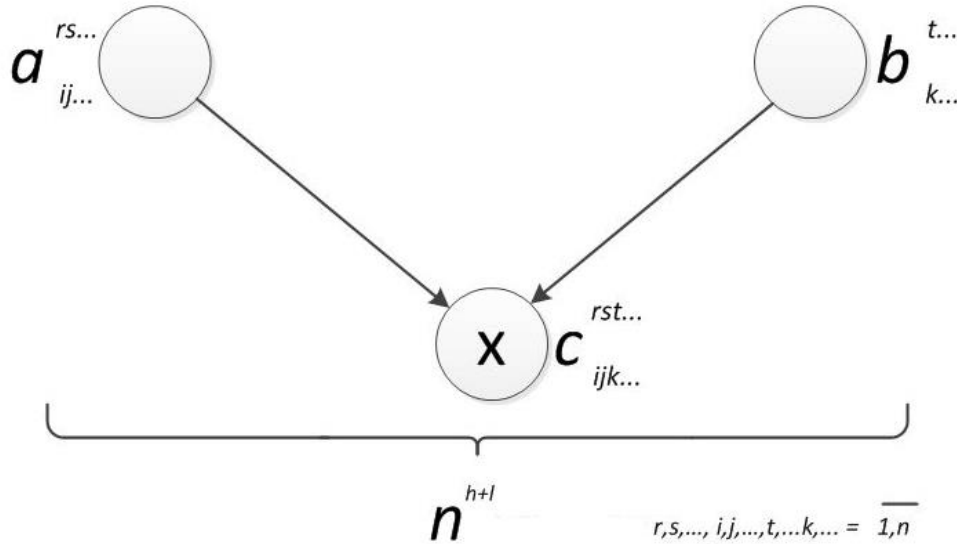


Figure 8 - Algorithm graph for the tensor multiplication operation

Since the algorithm for the parallelization structure is similar to the algorithm for the addition operation, similar estimates will be obtained.

The sequential execution time of the algorithm will be equal to $T_1 = n^{h+l}$. Minimum execution time of an algorithm with an unlimited number of processors $T_\infty = 1$.

The execution time of the algorithm, comparable to the minimum time, can be achieved with the number of processors $p \geq n^{h+l}$.

The execution time of the algorithm when using p processors can be calculated as

$$T_p = \left\lceil \frac{n^{h+l}}{p} \right\rceil.$$

The acceleration of the algorithm corresponds to the inequality $\frac{n^{h+l} p}{n^{h+l} + p} < S_p \leq p$, and efficiency - to inequality $\frac{n^{h+l}}{n^{h+l} + p} < E_p \leq 1$.

2.3 Tensor convolution

The tensor $a'_{j...}$, obtained from the tensor $a_{ij...}^{rs...}$ by the formula $a'_{j...} = a_{aj...}^{as...}$, is called the convolution of the tensor $a_{ij...}^{rs...}$ [4], where $a_{ij...}^{rs...}$ is the valence tensor q . The convolution operation consists in summing certain tensor components and leads to a decrease in its valence by 2.

Let us consider modeling on a neural network the convolution operation of a trivalent tensor with two covariant and one contravariant index in n -dimensional space according to the first

covariant and first contravariant indices. The number of network inputs corresponds to the number of tensor components, i.e. in this case equals n^3 . The number of network outputs and, accordingly, the number of neurons in the layer will be equal to the number of different components of the sought tensor, i.e. $n^{(3-2)}=n^1$.

To solve the problem, a single-layer network with a linear neuron activation function was chosen, since the well-known tensor convolution algorithm is reduced to calculating the sums of certain network inputs with a weight coefficient equal to 1.

Figure 9 shows the structure of such a network for the case of three-dimensional space.

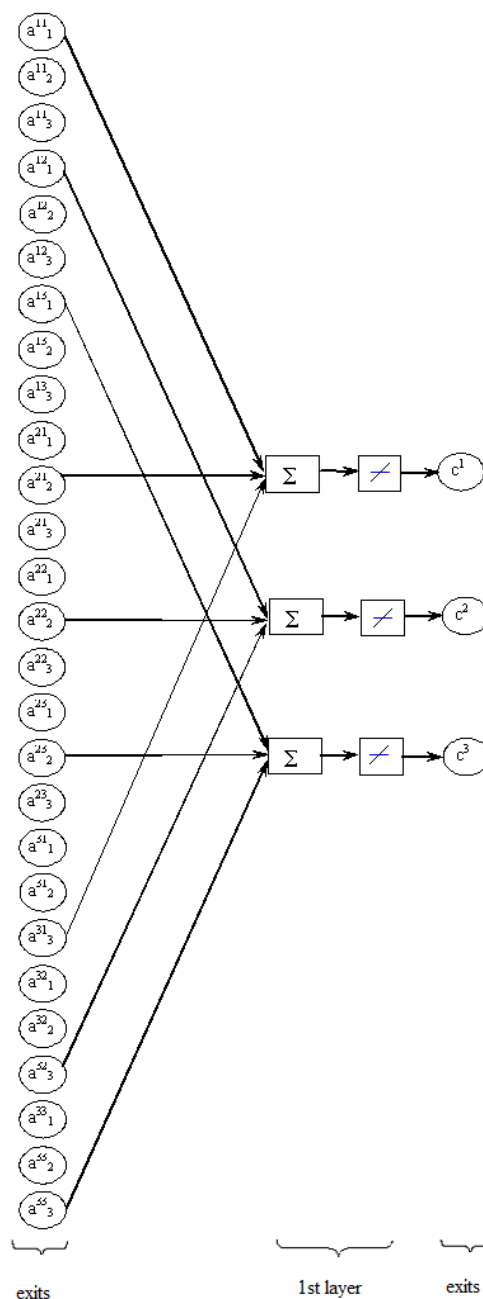


Fig. 9. The structure of a neural network that implements the convolution of a trivalent tensor in three-dimensional space according to the first covariant and first contravariant index (the symbol $\diagup$ denotes the linear function of neuron activation).

This network was simulated in MATLAB. Figures 10 and 11 show the network structure in MATLAB notation and the results of the model, respectively. The results obtained completely coincided with the calculated results.

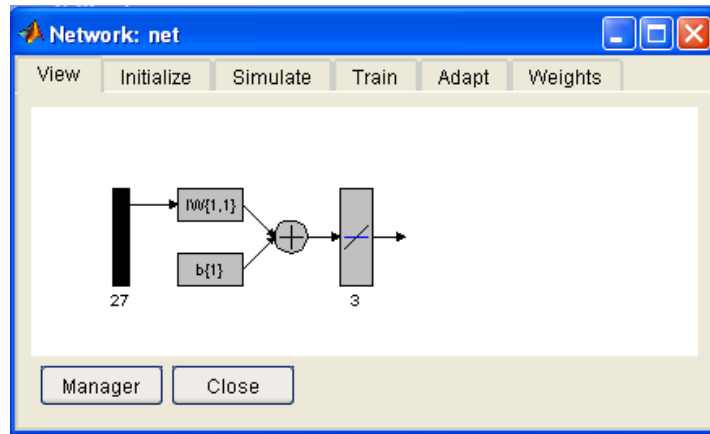


Fig.e 10. The structure of a neural network that implements the convolution of a trivalent tensor in three-dimensional space by the first covariant and first contravariant index in MATLAB notation

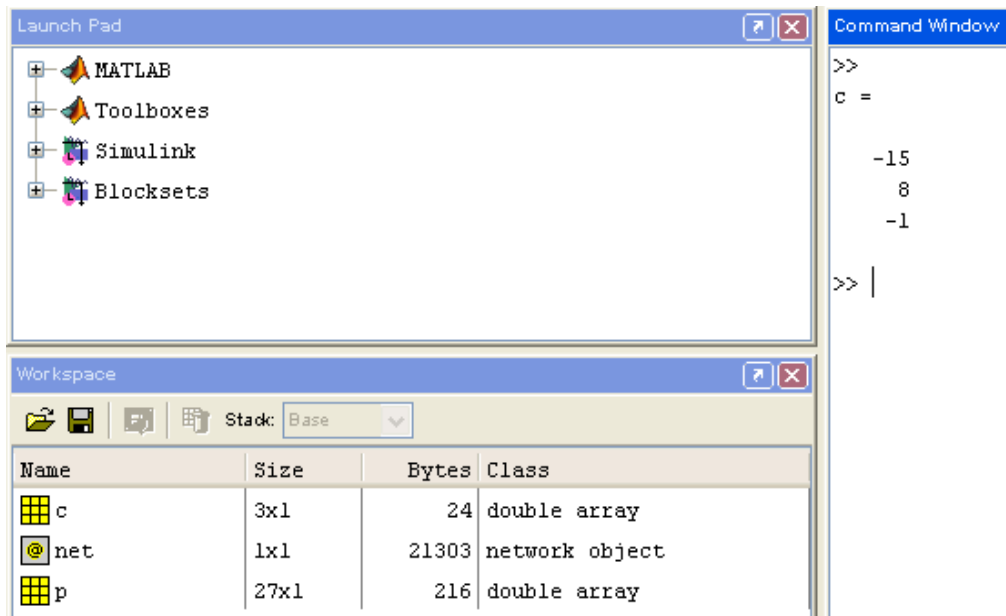


Fig.11.results obtained when modeling the convolution of a trivalent tensor in three-dimensional space by the first covariant and first contravariant index in the MATLAB environment

Let's analyze the possible speedup when performing the convolution operation.

To perform the convolution of the tensor, it is necessary to calculate the n^{q-2} sums, in each of which by n^{q-2} the terms.

Let us first consider an algorithm for parallelizing the operation of adding m numbers.

When the summation operation is performed sequentially, at each step, one of the terms is added to the sum. To add m numbers, you need $m-1$ a unit of time. This algorithm does not allow parallelization, therefore, to calculate the sum in parallel, it is necessary to use another algorithm, for example, the doubling algorithm. This algorithm consists in the fact that at the first step of the algorithm execution, the initial data is divided into pairs and an addition operation is performed between them. At the next steps, all the sums obtained are also divided into pairs, and the next summation is performed. This computational scheme is based on the property of the associativity of the

addition operation. The graphs for the sequential algorithm and for the doubling algorithm for adding numbers at $m = 8$ are shown in Figure 12.

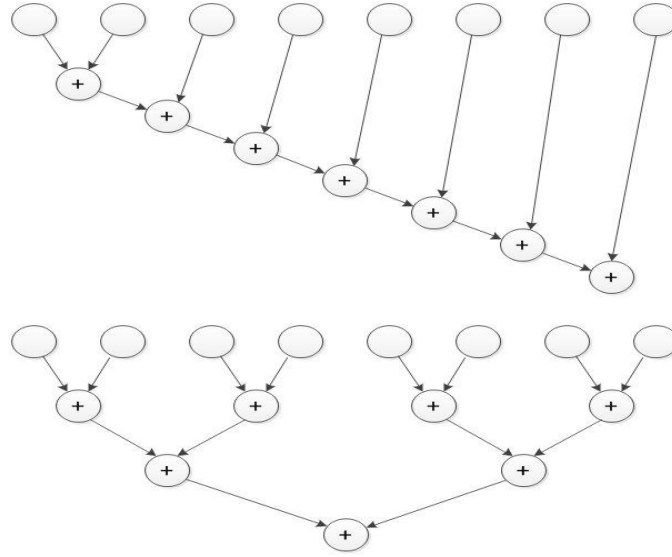


Fig. 12. Graphs for the sequential algorithm and for the doubling algorithm

When using one processor, the execution time of operations will be equal to $T_1 = \frac{m}{2} + \frac{m}{4} + \dots + 1 = m - 1$.

Obviously, the parallel implementation of such an algorithm requires the number of processors $p = \frac{m}{2}$. Minimum execution time of the algorithm $T_p = \lceil \log_2 m \rceil$. In this case, the indicators of acceleration and efficiency of the doubling algorithm for summation can be estimated by the equalities $S_p = \frac{m-1}{\lceil \log_2 m \rceil}$ и $E_p = \frac{m-1}{p \lceil \log_2 m \rceil} = \frac{m-1}{\frac{m}{2} \lceil \log_2 m \rceil}$. Thus, the algorithm shows high acceleration,

but with an increase in the m efficiency of processor use, it will decrease. ($\lim_{m \rightarrow \infty} E_p \rightarrow 0$).

To improve this situation, a modified doubling algorithm can be used [5].

Let's return to the problem of tensor convolution. For each of sums $m = n^{q-2}$. In addition, the number of such sums is n^{q-2} .

When, $T_1 = (n^{q-2} - 1)n^{q-2}$; $p = \frac{n^{q-2}}{2} n^{q-2} = \frac{n^{2(q-2)}}{2}$. $T_p = \lceil \log_2 n^{q-2} \rceil$ will remain unchanged,

because the number of operations at each stage of the computational scheme will increase, but the number of stages will not change. The acceleration of the convolution algorithm can be estimated

by the equality $S_p = \frac{n^{q-2}(n^{q-2} - 1)}{\lceil \log_2 n^{q-2} \rceil}$, and its efficiency by equality

$$E_p = \frac{n^{q-2}(n^{q-2} - 1)}{p \lceil \log_2 n^{q-2} \rceil} = \frac{n^{q-2}(n^{q-2} - 1)}{\frac{n^{2(q-2)}}{2} \lceil \log_2 n^{q-2} \rceil} = \frac{2(n^{q-2} - 1)}{n^{(q-2)} \lceil \log_2 n^{q-2} \rceil}.$$

2.4 Symmetrization and Tensor Alternation

For any tensor, it is possible to construct a new tensor that is symmetric with respect to some predetermined group of indices. This operation is called balancing and is as follows.

Let some tensor be given, for example, $a_{i_1 i_2 \dots i_n}$; symmetrizing it, for example, with respect to the first k indices, consists in constructing the tensor $a_{(i_1 i_2 \dots i_k) i_{k+1} \dots} = \frac{1}{k!} \sum a_{j_1 j_2 \dots j_k i_{k+1} \dots}$, where the sum spreads over all permutations $j_1, j_2, \dots, j_k$ of the indices $i_1, i_2, \dots, i_k$. For example, $a_{(i_1, i_2)} = \frac{1}{2} (a_{i_1 i_2} + a_{i_2 i_1})$ [2].

The operation of balancing a tensor over a group of k indices is denoted as follows:

$$a_{j_1 j_2 \dots j_k (i_1 i_2 \dots i_k) \dots}$$

The operation of alternation is introduced similarly to the operation of balancing and makes it possible for a given tensor to construct a tensor that is alternating for a given group of indices. It is defined as follows: $a_{[i_1 i_2 \dots i_k] i_{k+1} \dots} = \frac{1}{k!} \sum \pm a_{j_1 j_2 \dots j_k i_{k+1} \dots}$, where the sum spreads over all permutations $j_1, j_2, \dots, j_k$ of the indices $i_1, i_2, \dots, i_k$, and the sign is determined by the honesty or oddness of this permutation. For example, $a_{[i_1, i_2]} = \frac{1}{2} (a_{i_1 i_2} - a_{i_2 i_1})$ [2].

Consider the implementation of balancing a trivalent tensor in n -dimensional space on a neural network.

The number of network inputs corresponds to the number of tensor components, i.e. equals n^3 .

The number of network outputs will be equal to the number of different components of the sought tensor. It is calculated as $\frac{n(n+1)(n+2)}{3!}$.

To solve the problem, a single-layer network with a linear neuron activation function was chosen, since The well-known algorithm for balancing the tensor can be reduced to calculating the weighted sums of the inputs of the network. The main problem in modeling a neural network of this type is setting the matrix of weights. In this case, it is necessary to take into account the fact that with the help of one neuron one independent component of the sought tensor is calculated

$$a_{i_1 i_2 i_3} = \frac{1}{3!} \sum a_{j_1 j_2 j_3}, \text{ where the sum spreads over all permutations } j_1 j_2 j_3 \text{ of the indices } i_1 i_2 i_3.$$

Either 6 components of the original tensor with a weighting factor of $1/6$ (in the case of three different indices), or 3 components with a weighting factor of $1/3$ (in the case of two identical indices), or 1 component with a weighting factor of 1 (in the case of three identical indices) Figure 13 shows the structure of such a network for the case of three-dimensional space.

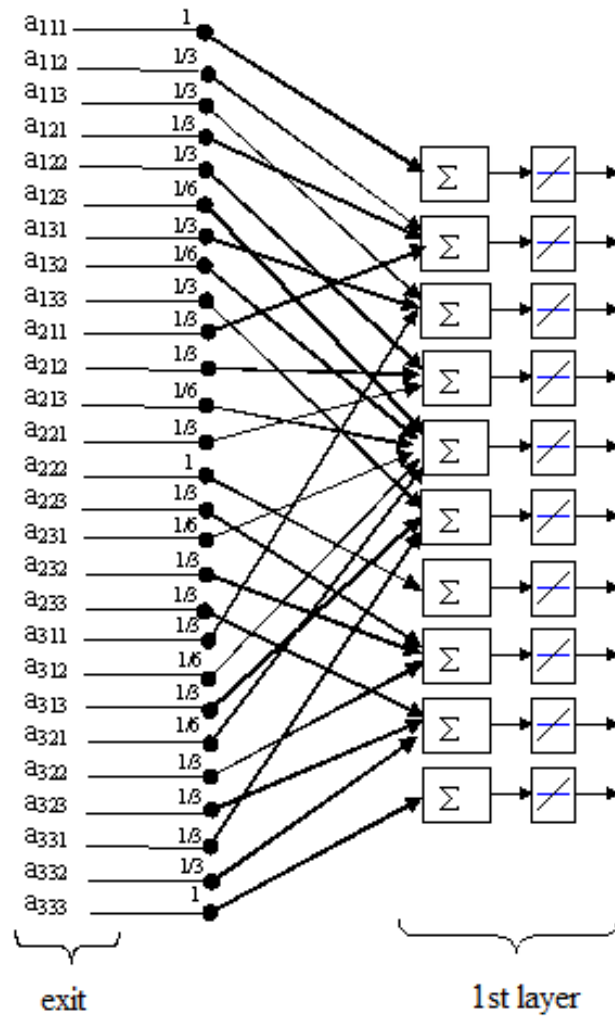


Fig.13. The structure of a neural network that implements the operation of balancing the trivalent tensor in three-dimensional space

This network was simulated in MATLAB. Figures 14 and 15 show the network structure in MATLAB notation and the model results, respectively. The simulation results completely coincided with the calculated values.

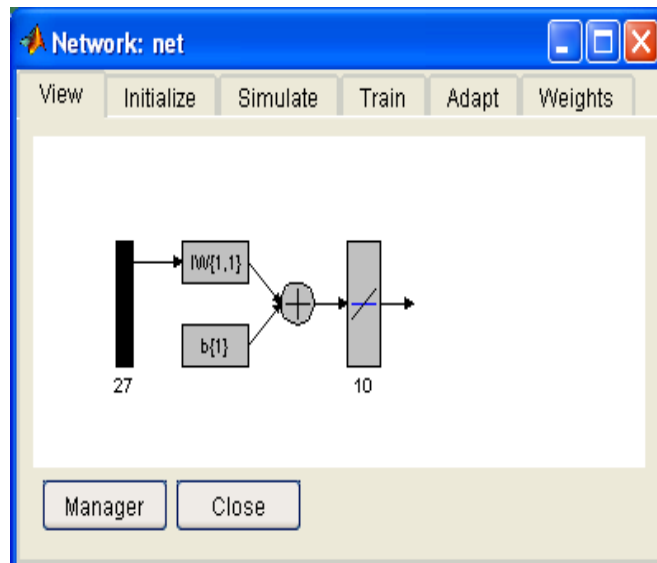


Fig. 14. The structure of a neural network that implements the operation of symmetrization of a trivalent tensor in three-dimensional space in MATLAB notation

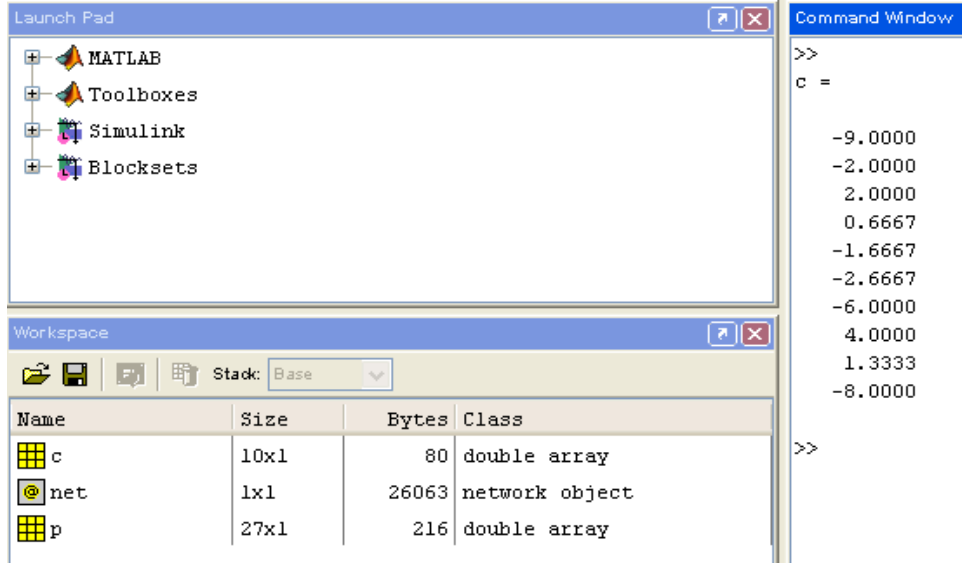


Fig. 15. The results obtained when simulating the symmetrization of the trivalent tensor in three-dimensional space in the MATLAB environment

A neural network that implements the operation of alternating a trivalent tensor in n -dimensional space is similar to the one described above with the only difference that the number of network outputs (and, accordingly, the number of neurons) is calculated by the formula $\frac{n(n-1)(n-2)}{3!}$, and only components with three different indices are involved in the calculations,

since the components of the alternating tensor with the same indices are equal to zero, and the components that differ only in the order of the indices are determined one by the other.

A neural network that implements the tensor alternation operation has also been implemented in the MATLAB environment.

2.5 Covariant differentiation

Consider the operation of covariant differentiation using a rank 2 tensor as an example. The components of the tensor of the covariant derivative of such a tensor will be expressed by the formula:

$$\left. \begin{aligned} T_{ik;l} &= \frac{\partial T_{ik}}{\partial x^l} - T_{mk} \Gamma_{il}^m - T_{im} \Gamma_{kl}^m, \\ T_{;l}^{ik} &= \frac{\partial T^{ik}}{\partial x^l} + T^{mk} \Gamma_{ml}^i + T^{im} \Gamma_{ml}^k, \\ T_{k;l}^i &= \frac{\partial T_{;k}^i}{\partial x^l} + T_{;k}^m \Gamma_{ml}^i - T_{;m}^i \Gamma_{kl}^m \end{aligned} \right\}, \quad (2.1)$$

where $T_{ik;l}$ - are covariant components, $T_{;l}^{ik}$ - mixed twice contravariant and once covariant components, $T_{k;l}^i$ - mixed once contravariant and twice covariant components of the absolute (covariant) derivative tensor, Γ_{jk}^i — Christoffel symbols of the 2nd kind.

The covariant derivatives of a tensor of any rank are defined similarly: the first term is the partial derivatives of the tensor components with respect to the selected coordinates; the rest of the terms (their number is equal to the rank of the tensor) are the sums of the tensor components and Christoffel symbols of the 1st kind, and the summation index is alternately the indices of the tensor components and the opposite index of the Christoffel symbols (upper or lower — depending on the "silent" tensor index); these last terms enter with a minus sign if the “dumb” index of the tensor components is “covariant” (lower), and with a plus if the “dumb” index of the tensor is “contravariant” (upper) [3].

In a rectangular Cartesian coordinate system, the coordinates of the absolute differential and the absolute derivative of the tensor field coincide with the usual differentials and partial derivatives of the components of the original field, so the rules for absolute differentiation will be exactly the same as the rules for ordinary differentiation.

As can be seen from formula (2.1), calculating the derivative of a tensor is reduced to calculating the partial derivatives of the tensor components with respect to coordinates and performing algebraic operations on tensors. Thus, to solve the problem of automating the differentiation of a tensor, it is necessary to automate the calculation of partial derivatives of the tensor components.

Since the values of the partial derivatives of the tensor components can be calculated independently of each other, and their number can be quite large, it is advisable to parallelize the execution of these operations.

If the analytical expression for the partial derivative of the function is known, the neural network can be trained so that, given the input value of the argument, it outputs the value of the derivative. However, for each function, the structure of the neural network must be selected individually, and training the network will require more time than simply calculating the value of the derivative of the function. Therefore, we will take a numerical method for finding the partial derivative as a basis for developing a neural network model.

Let a function of n variables be given as $u = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$. Then the approximate value of the derivative of the function with respect to the variable x_1 will be

$$\frac{\partial u}{\partial x_1} \approx \frac{f(x_1 + h, x_2, \dots, x_n) - f(x_1, x_2, \dots, x_n)}{h},$$

where h — is a small increment of the x_1 argument. For partial derivatives with respect to other variables, the formula is similar.

Thus, to calculate the partial derivative of a function, it is sufficient to obtain the value of the function at the point $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ($u_i = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$) and in the point $(x_1 + h, x_2, \dots, x_n)$ ($u_{i+1} = f(x_1 + h, x_2, \dots, x_n)$).

The idea of a neural network algorithm for this operation is to get the values at the outputs of the first layer of the network ($u_{i+1} - u_i$) and $\frac{1}{h}$, and with the help of the following layers, find the product of these quantities.

Taking into account the algorithm proposed above for calculating the product of two variables on a neural network, to solve the problem of finding the partial derivative of a function, it is necessary to build a feedforward neural network with three inner layers, with four input neurons and one neuron in the output layer.

The network inputs must be supplied with the values of the function u_{i+1} , and u_i , and also the values of argument $(x+h)$ and x . The first layer will contain two neurons: the first with a linear activation function, the second with an activation function of the form $\varphi_3(x) = \frac{1}{x}$. The values of the function will be transferred to the inputs of the first neuron u_{i+1} , u_i with coefficients 1 and -1, respectively, to the inputs of the second neuron - the values of the argument $(x+h)$ and x with coefficients 1 and -1. The second and third layers will correspond to the first and second network layers shown in Figure 16.

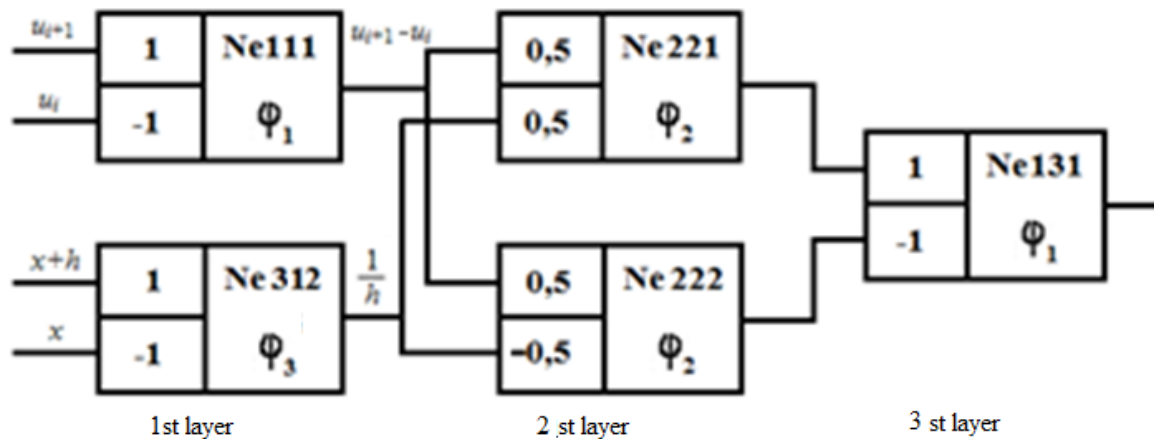


Fig. 16. Neural network topology for finding the derivative of a function

The topology of the described network is shown in Figure 16 with designations similar to those given in 2.2, with the difference that the number 3 in the first digit of the index means a function of the form $\varphi_3(x) = \frac{1}{x}$.

From a combination of the proposed neural network model and neural network models for performing algebraic operations on tensors, a network can be built to calculate the covariant derivative of the tensor

In practice, more complex (mixed) algebraic operations have to be performed on tensors in multidimensional spaces. In this case, it is necessary to build hybrid neural networks so that, taking into account the sequence of these operations, the outputs of one neural network are the inputs of another network.

In this paper, we present models of neural networks that implement tensor algebra operations over the field of real numbers. In [11], similar models of neural networks for modeling algebraic operations on tensors with complex coordinates are considered.

Based on the obtained models of neural networks, we can talk about the advisability of using parallel computations to perform operations on tensors.

The analysis of the proposed algorithms allows us to conclude that the operations of addition and multiplication of tensors lend themselves well to parallelization and show high acceleration while maintaining the efficiency of using computational elements. The operation of convolution of a tensor during parallelization gives a high acceleration, however, with an increase in the valence of the tensor and the dimension of the space, the efficiency of using the computational elements will be low.

3. Construction of a neural network to determine the singular points of linear complexes of planes

To construct a geometric construction of linear complexes of planes associated with eighth-rank trivectors (skew-symmetric tensors of the third valence), it is necessary to investigate the properties of the manifolds of singular points of these trivectors found in the analytic paper [9]. It is difficult to do this “manually” due to the large amount of calculations.

Consider the construction of a neural network to automate the process of recognizing points in space P_7 for trivectors of different types for their belonging to one of three types: points of general position, singular points of the 1st kind and singular points of the 2nd kind. Each of these types of points was assigned an index, respectively - 00, 01 and 10.

To solve this problem for complexes of planes of types $B_1 - B_5$ a fully connected feedforward neural network with one hidden layer containing 15 nodes (hidden neurons) was chosen; for complexes of planes of types $A_1 - A_6$ – a fully connected feedforward neural network with two hidden layers containing 15 and 8 nodes, respectively; for complexes of planes of general and special types - a fully connected neural network of feedforward with two hidden layers containing, respectively, 20 and 15 nodes.

The input layer of these networks consists of 8 neurons (for integer and real coordinates of points) and 16 input neurons for complex coordinates of points. The output layer of the networks consists of two neurons, the outputs of which correspond to the above indices.

The function of the hidden layer is to mediate between external inputs and outputs of the network. The network is trained with a teacher and is performed using the error backpropagation algorithm [20]. A sigmoidal function in the form of a hyperbolic tangent was used as the activation function: $f(x_i) = th(\beta x_i)$

where β – is a constant.

To obtain a training and test set for solving the problem of modeling a neural network for classifying points of linear complexes of planes, a program was written in the Lazarus environment [10]. This program allows you to generate a specified number of points of each type (singular points of the 1st kind, singular points of the 2nd kind, points of general position) of a seven-dimensional projective space over the field of complex numbers from a given range and type of coordinates of these points (integers, real, complex). The application works in two modes:

- generate a specified number of points of each type at random;
- generate a specified number of points of each type, setting known values.

In the first case, all coordinates of a point are formed from a given segment using a random number generator and are checked for compliance with each type of points using a special function.

In the second case, the coordinates of the points known in advance from the equations of the manifolds of singular points [9] are set programmatically, and the rest are generated by a random number generator, which can significantly reduce the program runtime.

Checking whether points belong to each type is carried out by a special function, which is separate for each type of linear complexes of planes. The values of the coordinates of the point passed into the function are substituted into the system of equations for each type of points. If they satisfy the equations of the singular points of the second kind, then the function returns the value 2, if the equations of the singular points of the first kind, then the value 1, otherwise the point is a point in general position and the function returns the value 0.

The program generates points until a specified number of points of each type is obtained. After generating the points, the results can be saved in a text file, and later the data from this file can be loaded without changes into the NeuroSolutions software package [22] for use as input signals for training and testing the neural network model.

The results of training and testing neural networks in the NeuroSolutions environment, obtained in [1,12-13,16-19], are shown in Tables 1-5.

Table 1 shows the accuracy of the NN modeling results depending on the number of points in the training set for each submanifold (for real coordinates from the range [-100, 100]) for complexes of planes of general and special types.

Table 1 - Simulation of neural networks on the set of real numbers

Amount of points Type	200	400	800	1600	3200	6400
Special	85,203	92,320	93,757	96,492	97,218	97,773
General	83,471	87,743	89,621	92,815	94,281	94,800

Table 2 shows the accuracy of the NN modeling results depending on the number of points in the training set for each submanifold (for integer coordinates from the range $[-100, 100]$) of linear complexes of planes of categories A and B.

Table 2 - Simulation of neural network on the set of integers

Amount of points Type	100	200	400	800	1600	3200
B_5	90,125	95,863	97,582	98,515	99,210	99,625
B_4	90,484	95,151	97,994	99,250	99,395	99,802
B_3	69,558	85,785	95,457	96,179	98,863	98,425
B_2	90,265	95,121	97,113	97,617	98,757	99,535
B_1	93,270	95,875	97,984	98,921	99,281	99,494
A_6	71,865	92,300	95,868	98,028	98,800	99,400
A_5	90,031	96,111	97,723	98,296	99,286	99,651
A_4	81,679	87,134	96,265	97,873	98,322	99,244
A_3	87,412	88,793	95,178	98,115	99,078	99,100
A_2	78,863	88,508	95,051	98,544	99,203	98,861
A_1	85,080	90,718	93,415	95,399	96,363	96,837

Table 3 shows the accuracy of the NN modeling results depending on the type and range of points of the training set for complexes of planes of category B.

Table 3 - Simulation of NN for complexes of planes of category B on different number systems

Количество точек Тип	200	400	800	1600	3200	6400
Специальный	85,203	92,320	93,757	96,492	97,218	97,773
Общий	83,471	87,743	89,621	92,815	94,281	94,800

Table 3 - Simulation of NN for complexes of planes of category B on different number systems

Coordinates	Whole		Real		Complex	
Range	$[-100, 100]$	$[-1000, 1000]$	$[-100, 100]$	$[-1000, 1000]$	$[-100, 100]$	$[-1000, 1000]$
Type	Accuracy, %	Accuracy, %	Accuracy, %	Accuracy, %	Accuracy, %	Accuracy, %
B_5	99,210	98,875	98,437	99,187	98,812	99,125
B_4	99,395	99,416	99,333	99,250	98,333	99,583
B_3	98,863	98,937	97,875	98,750	96,500	93,625
B_2	98,757	98,625	99,187	99,187	99,375	99,125
B_1	99,281	99,166	99,333	99,250	99,166	98,250

Table 4 shows the accuracy of the NN modeling results depending on the type and range of points of the training set for complexes of planes of category A.

Table 4 - Simulation of NN for complexes of planes of category A on different number systems

Coordinates	Whole		Real	
Range	[-100, 100]	[-1000, 1000]	[-100, 100]	[-1000, 1000]
Type	Accuracy, %	Accuracy, %	Accuracy, %	Accuracy, %
A_6	98,800	98,95	99,1	98,8
A_5	99,286	99,357	99,25	99,083
A_4	98,322	98,468	98,875	98,812
A_3	99,078	98,75	99,2	99,25
A_2	99,203	98,642	98,642	98,714
A_1	96,363	95,071	95,122	95,875

Table 5 shows the accuracy of the NN modeling results for real coordinates of points of the training set from different ranges for complexes of planes of general and special types.

Table 5 - Results of testing the neural network on different ranges of real numbers for complexes of planes of general and special types

Range	[-100, 100]	[-1000, 1000]
Type	Accuracy, %	Accuracy, %
Special	97,218	97,321
General	94,281	93,375

Based on the experiments carried out on the constructed neural networks, the following conclusions can be drawn:

1. For all types of trivectors, the computational accuracy increases with an increase in the number of points in the training set. In this case, the accuracy is stabilized by choosing 1600 training examples for each submanifold of singular points for linear complexes of planes of categories A and B (see Fig. 17, Table 2) and choosing 3600 training examples - for linear complexes of planes of general and special types (see Fig. 17). Table 1);

2. The developed structure of the neural network allows obtaining reliable results for the coordinates of points from different ranges (see Tables 3-5).

The developed structures of the neural network can also be used for points with complex coordinates with the only difference that the number of input neurons will be 16.

ЛИТЕРАТУРА

1. Makoha A.N., Tyshlyar T.E. Construction of neural networks for determination of singular points of linear complexes of planes of category B // Comptesrendus de l'Académiebulgare des Sciences. –Т. 65. №6. – 2012. –pp. 751-758.
2. Акивис М.А., Гольдберг В.В. Тензорное исчисление. – М.: Наука, 1969. – 352 с.
3. Борисенко А.И., Тарапов И.Е. Векторный анализ и начала тензорного исчисления. – М.: Высшая школа, 1966.– 252 с.
4. Гельфанд И.М. Лекции по линейной алгебре. - М.: Добросвет, Московский центр непрерывного математического образования, 1998. — 320 с.
5. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений. [Электронный ресурс] URL: http://www.intuit.ru/goods_store/ebooks/8321 (дата обращения: 11.06.2018).

6. Горбань, А.Н. Функции многих переменных и нейронные сети / А.Н. Горбань // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – №12. – С. 105-112.
7. Димитриенко Ю.И. Тензорное исчисление: Учебное пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 2001. – 575 с.
8. Дьяконов В.П. Maple 9.5/10 в математике, физике и образовании. – М.: Солон-Пресс, 2006. – 720 с.
9. Макоха А.Н. Особые точки тривекторов восьмого ранга в P^7 // Сб.: Геометрия погруженных многообразий. – М.: МОПИ им. Н.К.Крупской, 1972. – С.69-97.
10. Макоха А.Н., Тышляр Т.Е. Генерация примеров для обучения нейронных сетей, классифицирующих многообразия особых точек линейных комплексов плоскостей // Материалы 56 научно-методической конференции преподавателей и студентов СГУ. Ч.II. – Ставрополь: ООО “Издательско-информационный центр “Фабула”, 2011. – С. 26–29
11. Макоха А.Н., Тышляр Т.Е. Имитационные модели нейронных сетей, реализующих операции тензорной алгебры над полем комплексных чисел // Нейрокомпьютеры: разработка и применение. – М.: ЗАО «Издательство «Радиотехника», 2010, № 9. – С.64–70.
12. Макоха А.Н., Тышляр Т.Е. Построение нейронной сети для классификации точек линейных комплексов плоскостей типов A_5 и A_6 // Нейрокомпьютеры: разработка и применение, 2012, №12. – С.36-40.
13. Макоха А.Н., Тышляр Т.Е. Построение нейронной сети для классификации точек линейного комплекса плоскостей специального типа // Современная наука: тенденции развития: Материалы III Международной научно-практической конференции. 28 декабря 2012 г.: Сборник научных трудов. Т. II – Краснодар, 2012. – С.136-141.
14. Пупков К.А., Егупов Н.Д. Методы классической и современной теории автоматического управления. Т. 5 Методы современной теории автоматического управления. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 784 с.
15. Тихоненко А.В. Тензорное исчисление и его приложения в MAPLE и MATHCAD. Электронный научный журнал «Исследовано в России» - URL: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2007/069.pdf> (дата обращения 20.03.2019).
16. Тышляр Т.Е. Построение нейронной сети для классификации особых точек линейного комплекса плоскостей типа A_2 // Материалы 57 научно-методической конференции «Университетская наука - региону». Ч. I. – Ставрополь: Издательско-информационный центр “Фабула”, 2012. – С. 204–207.
17. Тышляр Т.Е. Построение нейронной сети для определения особых точек линейного комплекса плоскостей категории A_1 . // Труды Математического центра имени Н.И.Лобачевского: Материалы Десятой молодежной научной школы-конференции "Лобачевские чтения - 2010"; - Казань, 31 октября - 4 ноября 2011 г.; Казан.матем. об-во. Казань: Казан.матем. об-во. 2011. Т.44. – С.289–291.
18. Тышляр Т.Е. Построение нейронных сетей для классификации точек линейных комплексов плоскостей категории A // Международная конференция "Современные методы и проблемы теории операторов и гармонического анализа и их приложения" в г. Ростове-на-Дону. Конференция посвящена памяти доктора физико-математических наук, профессора Николая Карапетовича Карапетянца (1942-2005 гг.) - блестящего ученого и замечательного человека. Тезисы докладов. Ростов-н/Д.: Изд-во СКНЦ ВШ ЮФУ, 2012. – С. 92-93.
19. Тышляр Т.Е. Построение нейронных сетей для классификации точек линейных комплексов плоскостей типов A_3 и A_4 // Сборник научных трудов пятой международной

научно-технической конференции "Инфокоммуникационные технологии в науке, производстве и образовании (Инфоком-5)". – Ч.1. – Ставрополь, 2012. – С.134-137.

20. Хайкин, Саймон. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.

21. http://www.laduga.ru/pradis/help/pradis/Methods_of_PRADIS.ru - PRADIS - Методы формирования и численного расчета математических моделей переходных процессов (дата обращения 10.04.2021)

22. <http://www.neurosolutions.comNeuroSolutions>. (дата обращения 10.04.2021)

REFERENCES

1. Makoha A.N., Tyshlyar T.E. Construction of neural networks for determination of singular points of linear complexes of planes of category B // Comptesrendus de l'Académiebulgare des Sciences. –Т. 65. №6. – 2012. –pp. 751-758.
2. Akivis M.A., Gol'dberg V.V. Tenzornoe ischislenie. – М.: Nauka, 1969. – 352 s.
3. Borisenko A.I., Tarapov I.E. Vektorny analiz i nachala tenzornogo ischisleniya. – М.: Vysshaya shkola, 1966.– 252 s.
4. Gel'fand I.M. Lektsii po lineinoi algebre. - М.: Dobrosvet, Moskovskii tsentr nepreryvnogo matematicheskogo obrazovaniya, 1998. — 320 s.
5. Gergel' V.P. Teoriya i praktika parallel'nykh vychislenii. [Ehlektronnyi resurs] URL: http://www.intuit.ru/goods_store/ebooks/8321 (data obrashcheniya: 11.06.2018).
6. Gorban', A.N. Funktsii mnogikh peremennykh i neironnye seti / A.N. Gorban' // Sorosovskii obrazovatel'nyi zhurnal. – 1998. – №12. – S. 105-112.
7. Dimitrienko YU.I. Tenzornoe ischislenie: Uchebnoeposobie dlya vuzov. – М.: Vyssh. shk., 2001. – 575 s.
8. D'yakonov V.P. Maple 9.5/10 v matematike, fizike i obrazovanii. – М:Solon-Press, 2006. – 720 s.
9. Makokha A.N. Osobyie tochki trivektorov vos'mogo ranga v P7 //Sb.: Geometriya pogrzhennykh mnogoobrazii. – М.: MOPI im. N.K.Krupskoi, 1972. – S.69-97.
10. Makokha A.N., Tyshlyar T.E. Generatsiya primerov dlya obucheniya neironnykh setei, klassifitsiruyushchikh mnogoobraziya osobykh toчек lineinykh kompleksov ploskostei // Materialy 56 nauchno-metodicheskoi konferentsii prepodavatelei i studentov SGU. CH.II. – Stavropol': OOO "Izdatel'sko-informatsionnyi tsentr "Fabula", 2011. – С. 26–29
11. Makokha A.N., Tyshlyar T.E. Imitatsionnye modeli neironnykh setei, realizuyushchikh operatsii tenzornoi algebry nad polem kompleksnykh chisel // Neirokomp'yutery: razrabotka i primeneniye. – М.: ZAO «Izdatel'stvo «Radiotekhnika», 2010, № 9. – S.64–70.
12. Makokha A.N., Tyshlyar T.E. Postroenie neironnoi seti dlya klassifikatsii toчек lineinykh kompleksov ploskostei tipov A5 i A6 // Neirokomp'yutery: razrabotka i primeneniye, 2012, №12. – S.36-40.
13. Makokha A.N., Tyshlyar T.E. Postroenie neironnoi seti dlya klassifikatsii toчек lineinogo kompleksa ploskostei spetsial'nogo tipa // Sovremennaya nauka: tendentsii razitiya: Materialy III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. 28 dekabrya 2012 g.: Sbornik nauchnykh trudov. T.II – Krasnodar, 2012. – S.136-141.
14. Pupkov K.A., Egupov N.D. Metody klassicheskoi i sovremennoi teorii avtomaticheskogo upravleniya. T. 5 Metody sovremennoi teorii avtomaticheskogo upravleniya. - М: Izdatel'stvo MGTU im. N. EH. Baumana, 2004. – 784 s.
15. Tikhonenko A.V. Tenzornoe ischislenie i ego prilozheniya v MAPLE i MATHCAD. Ehlektronnyi nauchnyi zhurnal «Issledovano v RossiI» - URL: <http://zhurnal.apelarn.ru/articles/2007/069.pdf>(data obrashcheniya 20.03.2019).
16. Tyshlyar T.E. Postroenie neironnoi seti dlya klassifikatsii osobykh toчек lineinogo kompleksa ploskostei tipa A2 // Materialy 57 nauchno-metodicheskoi konferentsii

«Universitetskaya nauka - regionU». CH.I. – Stavropol': Izdatel'sko-informatsionnyi tsentr "FabulA", 2012. – С. 204–207.

17. Tyshlyar T.E. Postroenie neironnoi seti dlya opredeleniya osobykh toчек lineinogo kompleksa ploskosti kategorii A1. // Trudy Matematicheskogo tsentra imeni N.I.Lobachevskogo: Materialy Desyatoi molodezhnoi nauchnoi shkoly-konferentsii "Lobachevskie chteniya - 2010"; - Kazan', 31 oktyabrya - 4 noyabrya 2011 g.; Kazan.matem. ob-vo. Kazan': Kazan.matem. ob-vo. 2011. T.44. – S.289–291.

18. Tyshlyar T.E. Postroenie neironnykh setei dlya klassifikatsii toчек lineinykh kompleksov ploskosti kategorii A // Mezhdunarodnaya konferentsiya "Sovremennye metody i problemy teorii operatorov i garmonicheskogo analiza i ikh prilozheniya" v g. Rostove-na-Donu. Konferentsiya posvyashchena pamyati doktora fiziko-matematicheskikh nauk, professora Nikolaya Karapetovicha Karapetyantsa (1942-2005 gg.) - blestyashchego uchenogo i zamechatel'nogo cheloveka. Tezisy dokladov. Rostov-n/D.: Izd-vo SKNTS VSH YUFU, 2012. – S. 92-93.

19. Tyshlyar T.E. Postroenie neironnykh setei dlya klassifikatsii toчек lineinykh kompleksov ploskosti tipov A3 i A4 // Sbornik nauchnykh trudov pyatoi mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii "Infokommunikatsionnye tekhnologii v nauke, proizvodstve i obrazovanii (Infokom-5)". – CH.1. - Stavropol', 2012. – S.134-137.

20. Khaikin, Saimon. Neironnye seti: polnyi kurs, 2-e izdanie: Per. s angl. – M.: Izdatel'skii dom «Vil'yamS», 2006. – 1104 s.

21. http://www.laduga.ru/pradis/help/pradis/Methods_of_PRADIS.ru - PRADIS - Methods for the formation and numerical calculation of mathematical models of transient processes <http://www.neurosolutions.com>NeuroSolutions.

ОБ АВТОРАХ | ABOUT AUTHORS

Макоха Анатолий Николаевич кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры математического моделирования института математики и информационных технологий им. проф. Н.И. Червякова, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет» (СКФУ), Россия, г. Ставрополь, ул. М. Морозова, 47, моб. тел. 8 -928- 010- 82-65, E-mail: anmakoha@yandex.ru

Makokha Anatoliy Nikolaevich candidate of physical and mathematical Sciences Associate Professor Associate Professor of the Department of mathematical modeling of the Institute of mathematics and information technologies named after Professor N. I. Chervyakov, North Caucasus Federal University (NCFU) Russia, Stavropol, M. Morozova str., 47, mobile phone 8 -928- 010- 82- 65, E-mail: anmakoha@yandex.ru

Тышляр Татьяна Евгеньевна, ведущий инженер-программист, ООО «Компьютер-Премиум» (г. Ставрополь) Россия, г. Ставрополь, пер. Крупской, 29, моб. тел. 8 -918-754-75- 47, E-mail: t_e_t@inbox.ru

Tyshlyar Tatyana Evgenjevna, lead Software, ООО "Computer-Premium" (Stavropol) Engineer Russia, Stavropol, Krupskaya lane, 29, mobile phone 8 -918- 754- 75- 47, E-mail: t_e_t@inbox.ru

Дата поступления в редакцию: 02.04.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 03.06.2021

Ф.Б. Тебуева [F.B. Tebueva],
В.О. Антонов [Vl. Ol. Antonov],
М. Ю. Кабиняков [M. Yu Kabinyakov],
Н. Ю. Свистунов [N.Yu.Svistunov]

УДК 007.52

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.3

МЕТОД РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАДАЧ (РАЗДЕЛЕНИЯ ТРУДА) В РОЛЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ЗАДАЧ МОНИТОРИНГА ЗОНЫ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ

METHOD OF DISTRIBUTION OF TASKS (DIVISION OF LABOR) IN THE ROLE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES FOR THE TASKS OF MONITORING THE EMERGENCY ZONE

ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, Россия
North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia
E-mail: fariza.teb@gmail.com

Аннотация.

Развитие современных систем мониторинга зон ЧС связано с негативной тенденцией изменения состояния окружающей среды, выражающейся в активизации неблагоприятных, опасных природных явлений и процессов и, соответственно, в увеличении частоты и масштабов стихийных бедствий, перерастании природных катастроф в техногенные и наоборот. Рост технологического прогресса в сфере робототехнических, спутниковых и беспилотных авиационных систем позволяет производить мониторинг развития ЧС для оценки состояния окружающей среды и техногенных объектов.

Материалы и методы, результаты и обсуждения

В данной работе приведен метод распределения задач (разделения труда) для децентрализованного гомогенного роя БПЛА при выполнении задачи мониторинга зоны чрезвычайных ситуаций (ЧС). Алгоритм метода основан на формализации элементарных подзадач для роя БПЛА и коллективном принятии решений агентами на основе создания протоколов оценки эффективности. Предполагается что входными данными метода являются данные о рое беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), набор элементарных подзадач, поступающий от командного центра. Элементарные задачи формируются путем декомпозиции глобальной задачи мониторинга зоны ЧС. В случае образования изолированной подсистемы БПЛА распределение подзадач внутри неё происходит автономно. Проведено сравнение предлагаемого метода в двухмерной имитационной модели с жадным алгоритмом исполнения ближайших задач.

Заключение

В данной работе приведен метод распределения задач (разделения труда) для децентрализованного роя БПЛА при выполнении задачи мониторинга зоны чрезвычайных ситуаций. Проведено сравнение предлагаемого метода в двухмерной имитационной модели с жадным алгоритмом исполнения ближайших задач.

Результаты моделирования показывают, что предложенный алгоритм распределения задач позволяет достичь в среднем на 10% меньшего времени выполнения глобальной задачи и на 14% снижает среднее количество затраченной энергии.

Ключевые слова: рой БПЛА, разделение труда, распределение задач, коллективное принятие решений, децентрализованное управление, мульти роботизированные системы.

Abstract.

The development of modern monitoring systems for emergency zones is associated with a negative trend of environmental changes, which is expressed in the activation of adverse, dangerous natural phenomena and processes and, accordingly, in an increase in the frequency and scale of natural disasters, the escalation of natural disasters into man-made and natural disasters. The growth of technological progress in the field of robotic, satellite and unmanned aviation systems makes it possible to monitor the development of emergencies to assess the state of the environment and man-made objects.

Materials and methods, results and discussions

In this paper, a method for the distribution of tasks (division of labor) presented for a decentralized homogeneous swarm of UAVs when performing the task of monitoring an emergency zone (ES). Agents based on the creation of efficiency assessment protocols base the algorithm of the method on the formalization of elementary subtasks for a swarm of UAVs and collective decision-making. It assumed that the input data of the method are data on a swarm of unmanned aerial vehicles (UAVs), a set of elementary subtasks coming from the command center. Elementary tasks formed by decomposition of the global task of monitoring the emergency zone. In the case of the formation of an isolated UAV subsystem, the distribution of subtasks within it occurs autonomously. The comparison of the proposed method in a two-dimensional simulation model with a greedy algorithm for the execution of the nearest tasks carried out.

Conclusion

This paper presents a method of task allocation (division of labor) for a decentralized UAV when performing the task of monitoring an emergency zone. The proposed method is compared in a two-dimensional simulation model with a greedy algorithm for the execution of immediate tasks. The simulation results show that the proposed task allocation algorithm allows achieving an average of 10% shorter global task execution time and reduces the average amount of energy consumed by 14%.

Key words: swarm of UAVs, division of labor, distribution of tasks, collective decision-making, decentralized control, multi-robotic systems.

Введение

Развитие современных систем мониторинга зон ЧС связано с негативной тенденцией изменения состояния окружающей среды, выражающейся в активизации неблагоприятных, опасных природных явлений и процессов и, соответственно, в увеличении частоты и масштабов стихийных бедствий, перерастании природных катастроф в техногенные и наоборот. Рост технологического прогресса в сфере робототехнических, спутниковых и беспилотных авиационных систем позволяет производить мониторинг развития ЧС для оценки состояния окружающей среды, техногенных объектов, анализа происходящих в них процессов и явлений для своевременного выявления тенденций их изменения с целью обеспечения предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера[1].

Материалы и методы

Существующие системы мониторинга зон ЧС нельзя назвать высокоэффективными по различным причинам. Классическая авиация имеет ограниченную эффективность по причине высокой стоимости воздушных судов, расходов на обслуживающий персонал, пилотов и инфраструктуру. Спутниковый мониторинг ввиду низкой разрешающей способности может оставить незамеченными небольшие зоны ЧС, которые в потенциале представляют большую опасность, а обновление информации несколько раз в сутки не обеспечивает высокую оперативность при ликвидации последствий ЧС. Контактные вышки и сенсорные системы мониторинга потенциально опасных зон ЧС создают сложности передачи и обработки информации, отсутствие мобильности не позволяет отслеживать динамику развития ЧС, а необходимость постоянного использования человеческого труда, ограничение территории мониторинга количеством установленных датчиков и высокая стоимость постройки и эксплуатации не дают

требуемого эффекта. Стоит заметить, что перечисленные средства мониторинга сложно использовать, например, для взятия проб атмосферы или поиска людей при единовременном мониторинге зоны ЧС, что может параллельно выполнять беспилотная авиация. В свете перечисленных обстоятельств наиболее перспективным направлением для решения проблем автоматизации процесса мониторинга зон ЧС является использование роев беспилотных летательных аппаратов.

С помощью роев БПЛА решается широкий спектр задач по мониторингу ЧС, задачи мониторинга технического состояния и предупреждения возникновения ЧС (в т.ч. экспертизы состояния объектов), а также задачи, связанные с осмотром мест происшествия, имеющих значительные размеры. При этом имеются серьезные недостатки автономности систем управления роями БПЛА, которые обусловлены сложностью объективно существующих системных связей, закономерностей взаимодействия элементов роя в условиях неопределенности окружающей среды и возможной неустойчивости элементов [2]. Имеются хорошо разработанные методы управления элементами и небольшими роями БПЛА, но при отсутствии автономной системы декомпозиции и распределения задач внутри элементов роя. Отсутствие прямой взаимосвязи с системами мониторинга и прогнозирования развития ЧС делают данные системы малоприспособленными. Известные подходы к моделированию систем управления роями БПЛА при выполнении глобальных задач не позволяют в полной мере реализовать автономные системы мониторинга зон ЧС.

Основные тематики исследований в области управления роями БПЛА [3] можно резюмировать следующим образом (рис. 1).



Рис.1. Основные тематики исследований в области управления роем БПЛА

Многие разработанные сегодня методы решения представленных на рис. 1 проблем и задач имеют только теоретическую важность для науки. Т.к. в мире очень мало практических примеров применения роев БПЛА. Так в работе [3] освещены многие интересные и перспективные свойства роевой робототехники. Тем не менее, в настоящее время не существует реальных коммерческих приложений. Причины этого самые разные. В работах E. Sahin and A. Winfield [4] перечислены три из них.

1. Алгоритмизация. Роевая робототехника должна проектировать как взаимодействие внутри группы физических роботов, так и поведение отдельных роботов. В настоящее время не существует общего метода перехода от индивидуального поведения к роевому.

2. Внедрение и тестирование. Использование многих реальных роботов требует хорошей лабораторной инфраструктуры, чтобы иметь возможность проводить эксперименты.

3. Анализ и моделирование. Рой роботизированных систем обычно являются стохастическими, нелинейными, поэтому построение математических моделей для проверки и оп-

тимизации затруднительно. Эти модели могут быть необходимы для создания безопасных приложений в реальном мире.

Рой роботов может выполнять задачи, в которых основной целью является охват широкого региона. Роботы могут рассредоточиться и выполнять задачи мониторинга, в частности зон ЧС природного характера. Главное преимущество состоит в том, что использование роев БПЛА позволяет быстро проводить осмотр больших территорий. При этом возможности масштабирования роя делают его более надежным.

Основная задача в современном использовании роевых робототехнических систем заключается в необходимости распределения задач между агентами БПЛА. Эта задача в литературе широко освещена как задача разделения труда. Проблема разделения труда - это проблема, которая может возникнуть в мультиробототехнических системах и особенно в роевой робототехнике. Организация работы роя может быть построена только при применении методов распределения задач. При смешанной архитектуре управления и декомпозиции задач на сервере, возможно выполнение целевых операций в рое.

В работах [5-8] представлены алгоритмы разделения труда в мультироботизированных системах. В данных работах для распределения задач используются такие подходы как:

- ведение истории действий, когда каждый агент наблюдает за остальными роботами и независимо выполняет пустые задачи путем приспособления своего поведения к текущему разделению труда [5].
- использование схемы передачи информации о агентах, и взаимодействие через световые сигналы [6].
- выбор задач случайным образом, но с постоянным временем; алгоритм полного перебора; алгоритм последовательного назначения задач, используя минимальную коммуникацию, но много времени [7].
- использование распределенных алгоритмов основанных на теории автоматов, который решает основную задачу путем самостоятельного назначения каждому роботу желаемой задачи [8].

Классическим аналогом метода распределения задач является жадный алгоритм разделения труда. Суть алгоритма заключается в выборе задач, наиболее близко расположенных к агенту и отвечающих требованиям возможности выполнения. В случае коллективного принятия решений, агент обозначает задачу и та, в свою очередь исчезает из списка выбора задач других агентов [9-11]. Входные данные для задачи распределения могут быть получены в процессе декомпозиции глобальной задачи.

Декомпозиция глобальной задачи

Процессы декомпозиции задач в системе мониторинга ЧС повторяются с определённой периодичностью, т.к. требуют учёта состояния подсистем D, E, N в текущий и предыдущие моменты времени. Поэтому рассматривается одна итерация прохождения данных процессов [11].

Обозначим множество глобальных задач, решаемых подсистемой D системы мониторинга зоны ЧС, как T_D :

$$T_D = \{T_1, T_2, \dots, T_{n_T}\}. \quad (1)$$

Каждая глобальная задача $T_i, i \in \overline{1, n_T}$ выражает необходимость формирования карты сведений определённого рода $s_i(E, t_i)$ о состоянии окружающей среды E в момент времени t_i .

Декомпозиция $decomp(T_i)$ предполагает разбиение глобальной задачи T_i на n_{T_i} подзадач $t_{i,1}, t_{i,2}, \dots, t_{i,n_{T_i}}$:

$$decomp(T_i) = \{t_{i,1}, t_{i,2}, \dots, t_{i,n_{T_i}}\}. \quad (2)$$

Декомпозиция осуществляется по территориальному признаку.

Распределение задач $alloc$ предполагает установление соответствия между подзадачами и агентами $d_1, d_2, \dots, d_{n_D}$ подсистемы D :

$$alloc: \bigcup_{i=1}^{n_T} decomp(T_i) \rightarrow \{d_1, d_2, \dots, d_{n_D}, \emptyset\}. \quad (3)$$

При этом некоторые подзадачи могут временно не быть распределены.

Таким образом, для каждого БПЛА $d_j, j \in \overline{1, n_D}$ формируется список подзадач $\tau_{d_j} = \{\tau_{d_j,1}, \tau_{d_j,2}, \dots, \tau_{d_j,n_{d_j}}\}$ для выполнения. Если $n_{d_j} > 1$, БПЛА d_j присваивает каждой подзадаче значение приоритета $p(\tau_{d_j,k}) \in \mathbb{N}_0, k \in \overline{1, n_{d_j}}$. Нулевой приоритет означает отсутствие необходимости выполнения задачи, равенство приоритетов нескольких задач обозначает возможность их параллельного исполнения.

Постановку глобальных задач, их декомпозицию и распределение выполняет командный центр C (рисунок 2).

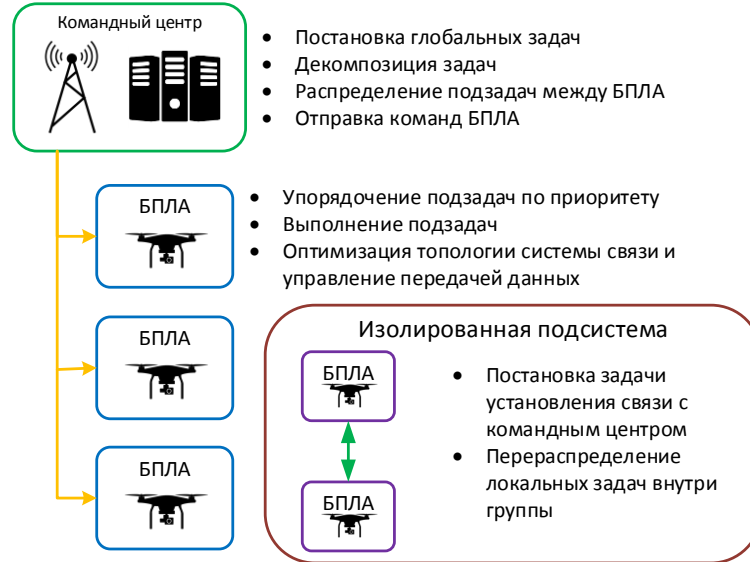


Рис. 2. Распределение задач в системе мониторинга территориального распространения зоны ЧС

Определение приоритетов подзадач, их переупорядочение и исполнение БПЛА осуществляют самостоятельно [12]. В случае образования изолированной подсистемы БПЛА распределение подзадач внутри неё происходит автономно методом коллективного принятия решений (КПР). В список подзадач добавляется задача установления связи с центром. Её приоритет также определяется методом КПР.

Метод распределения задач в РОЕ БПЛА

Входными данными для метода распределения задач в рое БПЛА являются:

– множество D БПЛА, каждый из которых характеризуется координатой в трёхмерном пространстве:

$$D = \{D_1(x_1, y_1, z_1), D_2(x_2, y_2, z_2), \dots, D_{n_D}(x_{n_D}, y_{n_D}, z_{n_D})\}, \quad (4)$$

– множество E относительных уровней зарядов аккумуляторов или относительного количества топлива, имеющегося у каждого БПЛА в исходный момент времени T_0 :

$$E_D = \{E_{D_i} \in [0; 1] \forall i \in \overline{1..n_D}\}; \quad (5)$$

– векторное поле $W(x, y, z)$, характеризующее направление воздушных потоков в каждой точке (x, y, z) области ЧС:

$$W(x, y, z): \mathbb{R}^3 \rightarrow V, \quad (6)$$

где V – векторное пространство;

– функция $g_D(A, B, W)$, характеризующая энергетические затраты БПЛА на перемещение из точки A в точку B с учётом направления воздушных потоков:

$$g_D(A, B, W(x, y, z)): \mathbb{R}^3 \times \mathbb{R}^3 \times V \rightarrow [0; 1]; \quad (7)$$

– множество задач Q , каждая из которых характеризуется координатами:

$$Q = \{Q_1(x_1, y_1, z_1), Q_2(x_2, y_2, z_2), \dots, Q_{n_Q}(x_{n_Q}, y_{n_Q}, z_{n_Q})\}; \quad (8)$$

- функция $g_Q(Q, W(x, y, z))$, характеризующая энергетические затраты БПЛА на выполнение задачи $Q(x_Q, y_Q, z_Q) \in Q$ при условии нахождения БПЛА в точке (x_Q, y_Q, z_Q) ;
- множество B наземных станций базирования БПЛА, характеризующихся координатами:

$$B = \{B_1(x_1, y_1, z_1), B_2(x_1, y_1, z_1), \dots, B_{n_R}(x_{n_R}, y_{n_R}, z_{n_R})\}; |B| \geq 1. \quad (9)$$

Результатом работы алгоритма является отображение R , ставящее в соответствие каждому БПЛА одну уникальную задачу $Q \in Q$, задачу возврата на базу $B \in B$, или задачу ожидания $\emptyset$:

$$R: D \rightarrow Q \cup B \cup \emptyset. \quad (10)$$

Итеративный алгоритм метода разделения труда в рое БПЛА представлен на рис. 3.

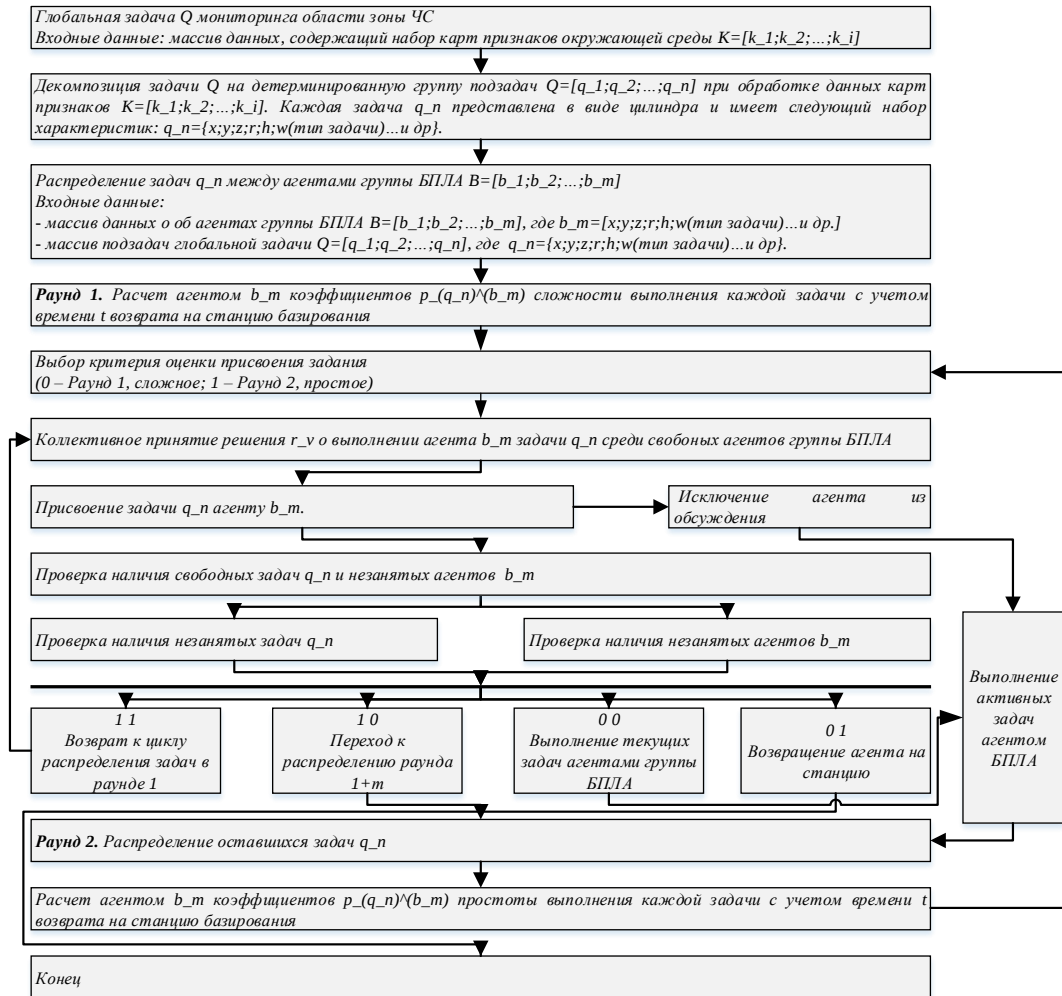


Рис.3. Итеративный алгоритм распределения задач в рое БПЛА

Суть алгоритма заключается в выборе каждого БПЛА для себя наиболее сложно выполнимой задачи, путем расчета агентами b_m коэффициентов $p_{q_n}^{b_m}$ сложности выполнения каждой задачи с учетом времени t возврата на станцию базирования. Далее с использованием метода коллективного принятия решений выбирается агент b_m , собирается набор задач q_n , которые являются наиболее сложными для агентов. Эти задачи рассматриваются поочередно. К каждой задаче прикрепляется агент, для которого данная задача является наиболее сложной, но выполнимой. Задача присваивается агенту, и он исключается из обсуждения. Данная процедура проводится до тех пор, пока не останется свободных задач либо агентов. В случае наличия задач и агентов процедура повторяется, если задачи отсутствуют, но есть свободные агенты – они отправляются на станцию базирования. Если есть задачи, но

нет агентов, то, как только агент освобождается, он приступает к выполнению самой ближайшей выполнимой задаче.

Алгоритм выбора задачи с использованием коллективного принятия решений (КПР) основывается на метриках $r_{D_i}(q_j)$ предпочтения агентом $D_i \in D$ задачи $q_j \in Q$ и состоит из следующих этапов:

1. На основе сведений о состоянии окружающей среды каждый агент $D_i \in D$ определяет множество R_{D_i} значений метрик предпочтения задач, упорядоченное по убыванию (не возрастанию) метрики предпочтения:

$$R_{D_i} \leftarrow \{R_{D_i,k} = (q_j, r_{D_i}(q_j))_k \mid \forall q_j \in Q\}, \quad (11)$$

$$\forall (q_j, r_{D_i}(q_j))_k, (q_p, r_{D_i}(q_p))_l \in R_{D_i}: k > l \Rightarrow r_{D_i}(q_j) \leq r_{D_i}(q_p) \quad (12)$$

где k, l – номера элемента в множестве R_{D_i} .

2. Для $n \in \overline{1, n_Q}$ повторяется последовательность действий:

2.1 Агент D_i выбирает в качестве кандидата на исполнение подзадачу $q_{D_i} \in R_{D_i,n}$ и объявляет остальным агентам о своём выборе $R_{D_i,n}$.

2.2 Если принят ответ вида $(q_{D_i}, r_{D_x}(q_j))$ от по крайней мере одного агента $D_x \in D$, такой что $r_{D_x}(q_j) > r_{D_i}(q_j)$, то $n \leftarrow n + 1$ и выполняется возврат к шагу 2.1.

3. Если все задачи оказались распределены с лучшими значениями метрики эффективности, т.е. по окончании работы алгоритма $n = (n_M + 1)$, агент D_i переходит в режим ожидания до следующего запуска алгоритма выбора задачи с использованием КПР. В противном случае агент приступает к выполнению подзадачи q_{D_i} .

Запуск алгоритма выбора задачи с использованием КПР происходит каждый раз, когда от командного центра поступает одна или несколько новых задач.

Программная реализация данного алгоритма может быть выполнена с использованием отдельного потока, осуществляющего приём и обработку данных, поступающих от других агентов и командного центра, а также потока, осуществляющего вычисление и обработку метрик предпочтения при поступлении новых задач (рисунок 4). Для поддержания сведений о задачах в актуальном состоянии агенты также осуществляют периодическую сверку имеющихся у них списков задач.

Применение метода КПР для роя БПЛА обосновано тем, что с помощью серии последовательных действий — опросов — можно добиться максимального консенсуса при определении правильного решения. Анализ с помощью метода КПР проводится в несколько этапов, результаты обрабатываются статистическими методами.

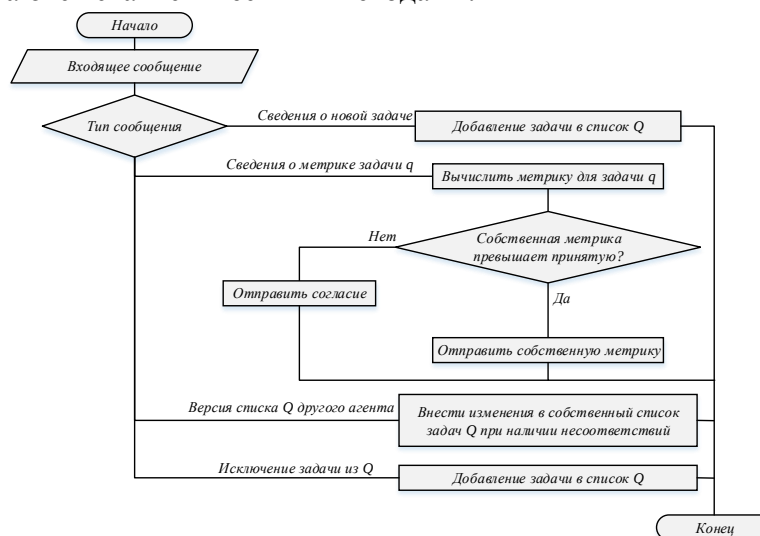


Рис. 4. Алгоритм коллективного принятия решений для агента БПЛА

Базовым принципом метода является то, что независимые эксперты оценивают и предсказывают результаты. Отсутствие роевого влияния, независимость и отсутствие личных заинтересованностей каждого агента даёт возможность проводить опрос экстерриториально и выводить объективные результаты голосования. Голосование происходит в несколько этапов:

1. Сбор информации о голосовании, формирование опросника (выбор задачи, сбор метрик эффективности ее выполнения с других БПЛА);
2. Рассылка опросника агентам. Каждый агент должен написать в опросник свою метрику, если данная задача считается для него выполнима. Если в опроснике есть метрика, которая более эффективна решения данного БПЛА, тогда производится выбор наиболее эффективной метрики и рядом с ней ставится голос агента.
3. На втором круге каждый агент проверяет свой голос.
4. Лист опросника считается заполненным, когда все агенты высказались. Т.е. сумма голосов агентов равна количеству агентов $q_{m_max} - 1$.

5. По результатам голосования, агенту присваивается задача. Формируется новое голосование по другой задаче. А агент исключается из обсуждения.

Далее в работе предлагаются экспериментальные исследования предложенного метода распределения задач и их сравнение с работой жадного алгоритма.

Результаты и обсуждения

Для оценки эффективности распределения задач в рое БПЛА было проведено 100 вычислительных экспериментов с применением программной симуляции распространения природного пожара. В каждой из симуляций количество БПЛА составляло 5, количество задач – от 10 до 30, генерация количества задач, координат задач и карты воздушных потоков производилась с использованием генератора равномерно распределённых случайных чисел. В качестве алгоритма-аналога использовался жадный алгоритм, составляющий для каждого БПЛА последовательности длиной не более 3 задач, которые БПЛА может выполнить за минимальное суммарное время. В качестве метрик эффективности использовалось общее время выполнения глобальной задачи (разность времени окончания выполнения последней подзадачи и времени начала работы роя БПЛА) и общая затраченная БПЛА энергия.

Проведем вычислительные эксперименты оценки эффективности аналогов метода. Для каждого эксперимента размер рабочего поля составляет 15×15 клеток, количество агентов – 8, количество задач – 100, типов задач – 3. С помощью генератора случайных чисел (ГСЧ) с равномерным распределением вырабатываются:

- начальные положения агентов и задач в диапазоне $[0; 14]$;
- типы задач (1,2 или 3 – представлены красным, зелёным и синим цветом соответственно);
- объёмы задач в диапазоне $[100; 255]$;
- производительность каждого агента при выполнении задачи конкретного типа в диапазоне $[0; 10]$;
- скорости движения агентов в диапазоне $[2; 6]$.

Для получения статистических характеристик, характеризующих скорость выполнения задач при использовании каждого метода, было проведено 1000 испытаний с предварительной инициализацией генератора случайных чисел константой. Результаты реализации метода, основанного на жадном алгоритме, приведены на рисунке 5.



Рис. 5. Реализация распределения задач между агентами жадным алгоритмом

Результаты реализации метода, основанного на коллективном принятии решений агентами роя БПЛА с использованием предлагаемого метода.



Рис. 6. Реализация метода, основанного на методе разделения труда врое БПЛА

Исходя из сравнения рисунков можно заметить значительное сокращение времени выполнения глобальной задачи, с 521 шага, до 478 шагов.

Результаты сравнения экспериментальных исследований представлены на рисунках 7-8. Предложенный алгоритм распределения задач позволяет достичь в среднем на 10% меньшего времени выполнения глобальной задачи и на 14% снижает среднее количество затраченной энергии.

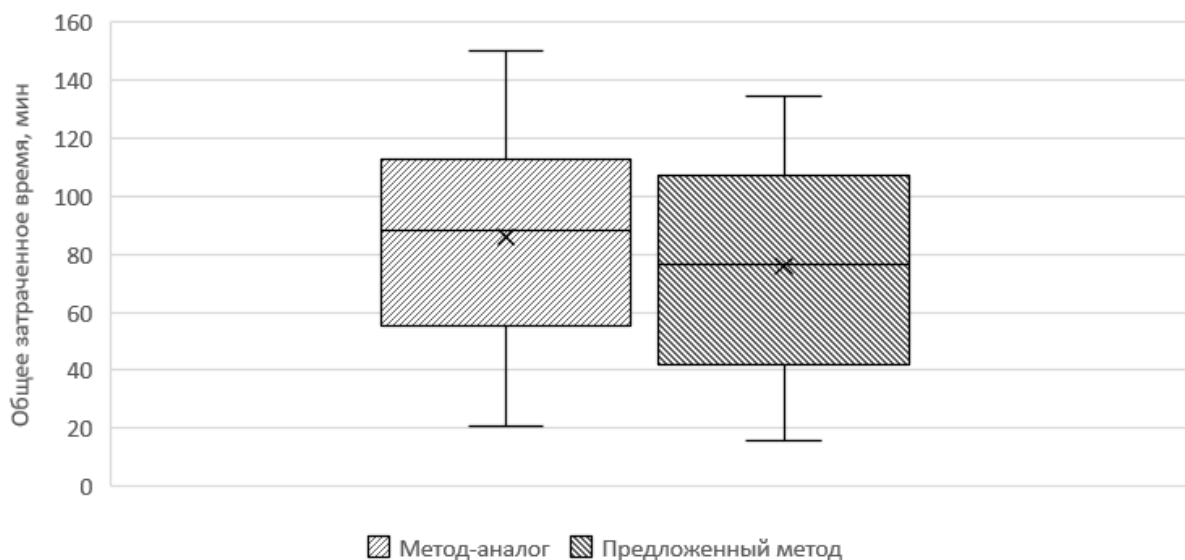


Рис. 7. Экспериментальное распределение времени выполнения глобальной задачи

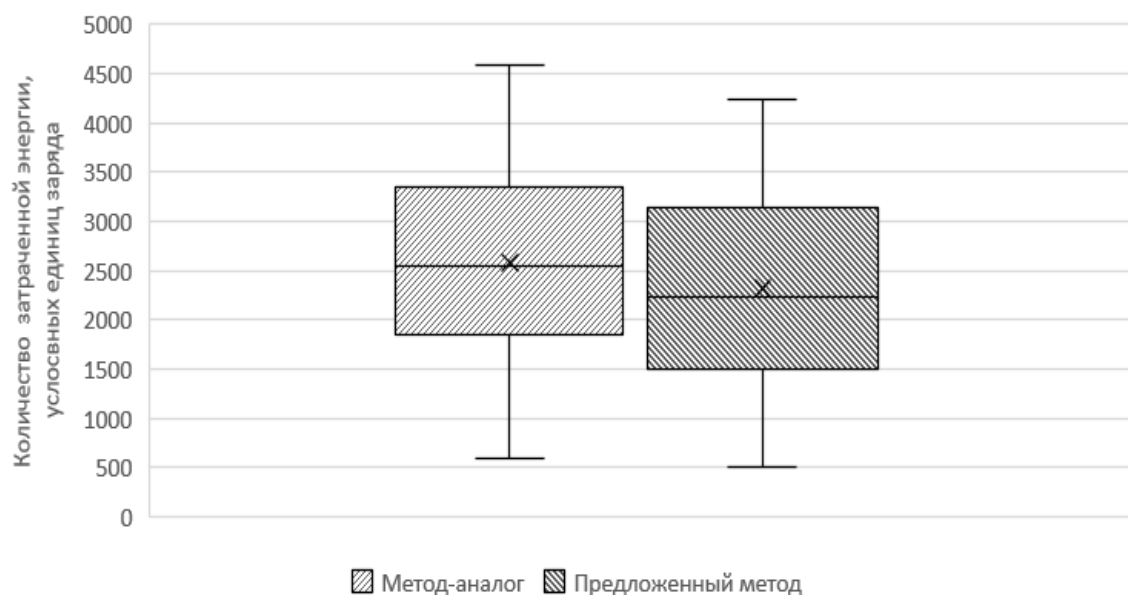


Рис. 8. Экспериментальное распределение количества общей затраченной энергии

В дальнейшем необходимо провести сравнение предлагаемого решения с другими методами разделения труда, в том числе и муравьиным алгоритмом с распределенным вычислением. Необходимо привести кластеризацию задач а также провести комплексный анализ размеров кластеров для выполнения задач. При этом особым критерием оценки должна рассматриваться сходимость алгоритма при различном соотношении количества задач к рою БПЛА.

Заключение

В данной работе приведен метод распределения задач (разделения труда) для децентрализованного БПЛА при выполнении задачи мониторинга зоны чрезвычайных ситуаций. Входными данными метода являются данные о гомогенном рою беспилотных летательных аппаратов и набор элементарных подзадач, поступивший от командного центра. Элементарные задачи формируются путем декомпозиции глобальной задачи мониторинга зоны ЧС. В работе приведен допустимый аналитический алгоритм распределения задач среди роя БПЛА и метод коллективного принятия решений для достижения консенсуса при формировании решений. Представленный аналитический метод распределения задач позволяет производить выбор задач для выполнения локальных задач агентом БПЛА. Выполнение задач от удаленных к приближенным позволяет охватить большее количество задач при логике выполнения задач по пути от дальней задачи к пункту дислокации места посадки БПЛА

Проведено сравнение предлагаемого метода в двухмерной имитационной модели с жадным алгоритмом исполнения ближайших задач. Результаты моделирования показывают, что предложенный алгоритм распределения задач позволяет достичь в среднем на 10% меньшего времени выполнения глобальной задачи и на 14% снижает среднее количество затраченной энергии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Копытов В.В., Тебуева Ф.Б. Прогнозирование чрезвычайных ситуаций техногенного характера по коротким временным рядам. Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2009. № 2. С. 33-36.
2. Тебуева Ф.Б. Математические модели и методы для задач многокритериального выбора на графах в условиях недетерминированности исходных данных. Автореферат дис. ... доктора физико-математических наук / Юж. федер. ун-т. Ставрополь, 2013.
3. S. Chung, A. A. Paranjape, P. Dames, S. Shen and V. Kumar, "A Survey on Aerial Swarm Robotics," in IEEE Transactions on Robotics, vol. 34, no. 4, pp. 837-855, Aug. 2018, doi: 10.1109/TRO.2018.2857475.

4. E. Şahin and A. Winfield, "Special issue on swarm robotics," *Swarm Intelligence*, vol. 2, no. 2–4, pp. 69–72, 2008. View at: Publisher Site | Google Scholar.
5. C. Jones and M. J. Matarić, "Adaptive division of labor in large-scale minimalist multi-robot systems," in *Proceedings of the IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp. 1969–1974, Las Vegas, Nev, USA, October 2003. View at: Google Scholar.
6. F. Ducatelle, A. Foerster, G. A. Di Caro, and L. M. Gambardella, "New task allocation methods for robotic swarms," in *Proceedings of the 9th IEEE/RAS Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions*, Castelo Branco, Portugal, May 2009. View at: Google Scholar.
7. J. McLurkin and D. Yamins, "Dynamic task assignment in robot swarms," in *Proceedings of Robotics: Science and Systems*, Cambridge, Mass, USA, June 2005. View at: Google Scholar.
8. R. Groß, S. Nouyan, M. Bonani, F. Mondada, and M. Dorigo, "Division of labour in selforganised groups," in *Proceedings of the 10th International Conference on Simulation of Adaptive Behavior (SAB '08)*, vol. 5040 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 426–436, Berlin, Germany, 2008. View at: Google Scholar.
9. Березников Д.В., Закиев А.А., Магид Е.А. Система обеспечения автономного возвращения колёсного робота при потере связи с удаленным оператором // *Известия ЮФУ. Технические науки*. 2020. №1 (211).
10. Ризванов Д.А., Юсупова Н.И. Интеллектуальная поддержка принятия решений при управлении ресурсами сложных систем на основе многоагентного подхода // *Онтология проектирования*. 2015. №3 (17).
11. Барбасов В.К., Руднев П.Р., Орлов П.Ю., Гречищев А.В. Применение малых беспилотных летательных аппаратов для съемки местности и подготовки геоинформационного контента в чрезвычайных ситуациях // *Интерэкспо Гео-Сибирь*. 2013. №2.
12. Баженов А.В., Гривенная Н.В., Исаев А.М., Мельников С.В. Применение беспилотных летательных аппаратов для радиолокационного поиска воздушных и морских судов, потерпевших аварию // *Системы управления, связи и безопасности*. 2020. №2.

REFERENCES

1. Kopytov V.V., Tebueva F.B. Prognostirovanie chrezvychaynykh situatsii tekhnogennogo kharaktera po korotkim vremennym ryadam. *Nauchnye i obrazovatel'nye problemy grazhdanskoi zashchity*. 2009. № 2. S. 33-36.
2. Tebueva F.B. Matematicheskie modeli i metody dlya zadach mnogokriterial'nogo vybora na grafakh v usloviyakh nedeterminirovannosti iskhodnykh dannykh. *Avtoreferat dis. ... doktora fiziiko-matematicheskikh nauk / Yuzh. feder. un-t. Stavropol'*, 2013.
3. S. Chung, A. A. Paranjape, P. Dames, S. Shen and V. Kumar, "A Survey on Aerial Swarm Robotics," in *IEEE Transactions on Robotics*, vol. 34, no. 4, pp. 837-855, Aug. 2018, doi: 10.1109/TRO.2018.2857475.
4. E. Şahin and A. Winfield, "Special issue on swarm robotics," *Swarm Intelligence*, vol. 2, no. 2–4, pp. 69–72, 2008. View at: Publisher Site | Google Scholar.
5. C. Jones and M. J. Matarić, "Adaptive division of labor in large-scale minimalist multi-robot systems," in *Proceedings of the IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp. 1969–1974, Las Vegas, Nev, USA, October 2003. View at: Google Scholar.
6. F. Ducatelle, A. Foerster, G. A. Di Caro, and L. M. Gambardella, "New task allocation methods for robotic swarms," in *Proceedings of the 9th IEEE/RAS Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions*, Castelo Branco, Portugal, May 2009. View at: Google Scholar.
7. J. McLurkin and D. Yamins, "Dynamic task assignment in robot swarms," in *Proceedings of Robotics: Science and Systems*, Cambridge, Mass, USA, June 2005. View at: Google Scholar.
8. R. Groß, S. Nouyan, M. Bonani, F. Mondada, and M. Dorigo, "Division of labour in selforganised groups," in *Proceedings of the 10th International Conference on Simulation of Adaptive*

Behavior (SAB '08), vol. 5040 of Lecture Notes in Computer Science, pp. 426–436, Berlin, Germany, 2008. View at: Google Scholar.

9. Bereznikov D.V., Zakiev A.A., Magid E.A. Sistema obespecheniya avtonomnogo vozvrashcheniya kolesnogo robota pri potere svyazi s udalennym operatorom // Izvestiya YUFU. Tekhnicheskie nauki. 2020. №1 (211).
10. Rizvanov D.A., Yusupova N.I. Intellektual'naya podderzhka prinyatiya reshenii pri upravlenii resursami slozhnykh sistem na osnove mnogoagentnogo podkhoda // Ontologiya proektirovaniya. 2015. №3 (17).
11. Barbasov V.K., Rudnev P.R., Orlov P.YU., Grechishchev A.V, Primenenie mal'nykh bespil'nykh letatel'nykh apparatov dlya s'emki mestnosti i podgotovki geoinformatsionnogo kontenta v chrezvychaynykh situatsiyakh // Interehkspo Geo-Sibir'. 2013. №2.
12. Bazhenov A.V., Grivennaya N.V., Isaev A.M., Mel'nikov S.V. Primenenie bespil'nykh letatel'nykh apparatov dlya radiolokatsionnogo poiska vozdushnykh i morskikh sudov, poterpevshikh avariyu // Sistemy upravleniya, svyazi i bezopasnosti. 2020. №2.

ОБ АВТОРАХ | ABOUT AUTHORS

Тебужева Фариза Биляловна, доктор физ.-мат. наук, доцент, заведующий кафедрой прикладной математики и компьютерной безопасности ФГАОУ ВО Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 2 (корпус 9), тел.: (8652) 94-41-90, доб. 53-21, e-mail: ftebueva@ncfu.ru.

Tebueva Fariza Bilyalovna, Doctor of Phys.-Math. Sci., Associate Professor, Head of the Department of Applied Mathematics and Computer Security, North Caucasus Federal University, Stavropol, Kulakova Avenue, 2 (building 9), tel. : (8652) 94-41-90, ext. 53-21, e-mail: ftebueva@ncfu.ru.

Антонов Владимир Олегович, канд. техн. наук, доцент кафедры прикладной математики и компьютерной безопасности ФГАОУ ВО Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 2 (корпус 9), тел.: +79880980511, e-mail: Ant.vl.02@gmail.com.

Antonov Vladimir Olegovich, Cand. tech. Sci., Associate Professor, Department of Applied Mathematics and Computer Security, North Caucasus Federal University, Stavropol, Kulakova Ave., 2 (building 9), tel. : +79880980511, e-mail: Ant.vl.02@gmail.com.

Кабиняков Михаил Юрьевич, соискатель ФГАОУ ВО Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 2 (корпус 9), тел.: +79282482374, e-mail: micssys@gmail.com.

Kabinyakov Mikhail Yuryevich, applicant for the North Caucasus Federal University, Stavropol, Kulakova Ave., 2 (building 9), tel. : +79282482374, e-mail: micssys@gmail.com.

Свистунов Николай Юрьевич, аспирант 2 года обучения ФГАОУ ВО Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 2 (корпус 9), тел.: +9187484928, e-mail: svistunov4@gmail.com.

Svistunov Nikolai Yuryevich, 2-year postgraduate student of the North Caucasus Federal University, Stavropol, Kulakova Ave., 2 (building 9), tel. : +9187484928, e-mail: svistunov4@gmail.com.

Дата поступления в редакцию: 02.12.2020

После рецензирования: 23.12.2020

Дата принятия к публикации: 03.01.2021

И.В. Арутюнян [I.V. Arutyunyan]¹,
 М. А. Мусаелян [M. A. Musaelyan]²,
 К. С. Мелкумян [K. S. Melkumyan]³,
 Э. Л. Лалаян [E. L. Lalayan]⁴

УДК 519.253

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.4

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ АНЕМИИ В ПЕДИАТРИИ

THE MATHEMATICAL METHODS FOR DIAGNOSING ANEMIA IN PEDIATRICS

¹ Шушинский Технологический Университет, Республика Армения, Степанакерт,, г. Шуши,
irena7862@inbox.ru,

² Степанакерт, Республика Армения, Степанакерт, Республиканский Медицинский Центр,
mher1979@mail.ru

³ Степанакерт, Республика Армения, Детское Медицинское Объединение “Аревик”,
dr.melkumyan1991@gmail.com

⁴ Степанакерт, Детское Медицинское Объединение “Аревик”, lalayan.ernest@mail.ru,

Аннотация

Из-за различия дифференциации двух злободневных заболеваний – анемии и β -талассемии, а также экономических и трудоемких тестов в крупномасштабных исследованиях были предложены несколько отличительных индикаторов для быстрого и недорогого дифференцирования между этими двумя распространенными гематологическими расстройствами, данная проблема существовала с 1973 года.

Материалы и методы, результаты и обсуждения

Математические методы исследования анемии еще предстоит разработать. Доминирующая точка зрения сосредоточена на основных показателях больного ребенка. Мы стремимся узнать место математических методов в этом исследовании и как согласовать подходы, чтобы лучше понять болезнь. Мы представляем здесь методологию анализа анамнестических и клинико-лабораторных данных, которые предназначены для оценки базовых математических методов с использованием различных теоретических основ (теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации, ИТ в диагностике). Мы подчеркиваем некоторые особенности диагностики анемии у детей в РА.

Стратегии дифференциальной диагностики используются для принятия адекватных решений в лечении. В этом исследовании была рассмотрена группа из 130 больных детей с железodefицитной анемией.

Заключение

Нами были выявлены информативные признаки и показатели, коррелирующие с основными маркерами железodefицитной анемии. Полученные данные выявили статистически значимые и адекватные регрессионные модели. В этой статье обсуждаются достоверность и адекватность моделей, а также последствия полученных результатов.

Ключевые слова: анемия, математические методы в педиатрии, регрессионные модели, коэффициент детерминации, адекватность модели, корреляция

Abstract

Due to the distinction between the differentiation of two topical diseases - anemia and β -thalassemia, as well as economical and time-consuming tests in large-scale studies, several distinctive indicators have been proposed for quick and inexpensive differentiation between these two common hematological disorders, this problem has existed since 1973.

Materials and methods, results and discussions

Mathematical methods for the study of anemia have yet to be developed. The dominant point of view is focused on the main indicators of the sick child. We seek to understand the place of mathematical methods in this research and how to harmonize approaches to better understand disease. We present here a methodology for the analysis of anamnestic and clinical laboratory data, which are designed to evaluate basic mathematical methods using various theoretical foundations (probability theory and mathematical statistics, optimization methods, IT in diagnostics). We highlight some of the features of the diagnosis of anemia in children with RA.

Differential diagnostic strategies are used to make adequate treatment decisions. This study examined a group of 130 sick children with iron deficiency anemia.

Conclusion

We have identified informative signs and indicators that correlate with the main markers of iron deficiency anemia. The data obtained revealed statistically significant and adequate regression models. This article discusses the validity and adequacy of the models and the implications of the results.

Key words: *anemia, mathematical methods in pediatrics, regression models, coefficient of determination, model adequacy, correlation.*

Введение

Из-за различия важности этих двух заболеваний – анемии и β -талассемии, а также экономических и трудоемких тестов для их дифференциации, в крупномасштабных исследованиях были предложены несколько отличительных индикаторов для быстрого и недорогого дифференцирования между этими двумя распространенными гематологическими расстройствами с 1973 года. Эти индексы основаны на параметрах крови, полученных с помощью автоматических счетчиков клеток крови, которые традиционно определяли параметры гемоглобина (HGB), среднего корпускулярного объема (MCV), среднего корпускулярного гемоглобина (MCH), ширины распределения эритроцитов (RDW), средней концентрации корпускулярного гемоглобина (MCHC) и количество эритроцитов (RBC). В нескольких исследованиях были изучены эти показатели диагностической точности, которые представили разные результаты, а также ни один из этих показателей не показал чувствительность и специфичность 100%. Таким образом, цель данного исследования заключалась в оценке диагностической функции 40 различных различающих индексов у пациентов с анемией, используя меры точности [1].

Анемия широко распространена у детей в развивающихся странах. Это связано с нарушением физического роста и умственного развития. Бледность ладоней рекомендуется на первичном уровне для диагностики на основании нескольких исследований. Целью исследования была систематическая оценка точности клинических признаков при диагностике анемии у детей. Систематический обзор точности клинических признаков анемии у детей. Мы провели поиск по различным базам данных и дополнительное отслеживание ссылок. При диагностике анемии должны были проводиться исследования по клиническим признакам с использованием гемоглобина в качестве золотого стандарта [2].

Анемия у детей является серьезной проблемой общественного здравоохранения во всем мире. Это часто многофакторное заболевание, наиболее частой причиной которого является дефицит железа. Последствия разнообразны и во многом недооцениваются.

Охваченные области: в этом документе кратко рассматриваются основные причины и акцентируются потенциальные последствия острой и хронической анемии у детей.

Комментарий эксперта: анемию у детей никогда не следует преувеличивать. Даже если дефицит железа часто присутствует, возможны другие потенциально опасные для жизни причины, и их следует искать. Точный вклад анемии в детскую смертность и заболеваемость трудно оценить из-за наложения сопутствующих заболеваний. Хроническая анемия

может нарушать рост, сердечную функцию и когнитивное развитие у младенцев, но другие последствия довольно плохо описаны и требуют более тщательного изучения.

Анимию обычно классифицируют на основе размера эритроцитов, измеряемого средним корпускулярным объемом (MCV). Анемия может быть микроцитарной (MCV обычно менее 80 мкм³ [80 фл]), нормоцитарной (от 80 до 100 мкм³ [80-100 фл]) или макроцитарной (более 100 мкм³ [100 фл]). Ширина распределения эритроцитов является мерой дисперсии размеров эритроцитов. Низкая ширина распределения эритроцитов предполагает однородный размер клеток, тогда как повышенная ширина (более 14 процентов) указывает на наличие эритроцитов нескольких размеров.

Клинические рекомендации, доказательства

Рекомендуется скрининг на анемию у младенцев и детей раннего возраста из группы высокого риска; универсального скрининга нет.

Дефицит железа (с анемией или без нее) связан с негативными поведенческими и когнитивными эффектами, которые могут быть необратимыми.

Исследования железодефицитной анемии в основном сосредоточены на анамнестических данных и клинико-лабораторном обследовании, поэтому мы не ставим под сомнение место математических методов и способ согласования различных точек зрения для лучшего понимания анемии. Мы более точно рассматриваем те или иные математические подходы через создание математического инструмента обнаружения трудностей при диагностике анемий, который может использоваться как педиатрами, так специалистами ИТ. Эти методы должны облегчить обмены между этими двумя типами профессионалов, предлагая общий перечень трудностей диагностики анемий у детей, который может быть использован каждым из них (для диагностики и для лечебных целей). Для разработки этого инструмента мы провели ретроспективный анализ у 130 ребенка с анемией. Были рассмотрены анамнез и клинико-лабораторные показатели. Мы обеспечили разнообразие математических методов, исходя из сущности обрабатываемых данных, предназначенных для диагностики железодефицитной анемии.

Дефицит железа обычно вызывает снижение выработки эритроцитов. Факторы риска включают недоношенность, неправильное питание. Другие причины снижения выработки эритроцитов включают воспаление в результате хронической инфекции или других воспалительных состояний, почечную недостаточность, прием лекарств, вирусные заболевания. и заболевания костного мозга.

Повышенный оборот эритроцитов может быть результатом кровопотери, механического разрушения эритроцитов или гемолиза. Гемолиз может быть результатом наследственных дефектов эритроцитов; следовательно, пол, этническая принадлежность и семейный анамнез являются потенциальными факторами риска. Лекарства могут вызвать анемию из-за иммуноопосредованного гемолиза или окислительного стресса.

Анализ данных и результаты

Для анализа данных и разработки регрессионных моделей были применены следующие пакеты прикладных программ: Statistica, Minitab, MS Excel.

Методология

Регрессионный анализ - метод моделирования измеряемых данных и исследования их свойств. Данные состоят из пар значений **зависимой переменной** (переменной отклика) и **независимой переменной** (объясняющей переменной). Регрессионная модель есть функция независимой переменной и параметров с добавленной случайной переменной. Параметры модели настраиваются таким образом, что модель наилучшим образом приближает данные. Критерием качества приближения (целевой функцией) обычно является среднеквадратичная ошибка: сумма квадратов разности значений модели и зависимой переменной для всех значений независимой переменной в качестве аргумента. Регрессионный анализ — раздел математической статистики и машинного обучения. Предполагается, что зависимая переменная есть сумма значений некоторой модели и случайной величины. Отно-

сительно характера распределения этой величины делаются предположения, называемые гипотезой порождения данных. Для подтверждения или опровержения этой гипотезы выполняются статистические тесты, называемые анализом остатков. При этом предполагается, что независимая переменная не содержит ошибок. Регрессионный анализ используется для прогноза, анализа временных рядов, тестирования гипотез и выявления скрытых взаимосвязей в данных.

Чтобы определить критерии нашего анализа, мы выявили информативные признаки, коррелирующие с основными маркерами анемии.

В таблице 1 отражена матрица коэффициентов корреляций. На рис.1. диаграмма коэффициентов корреляций.

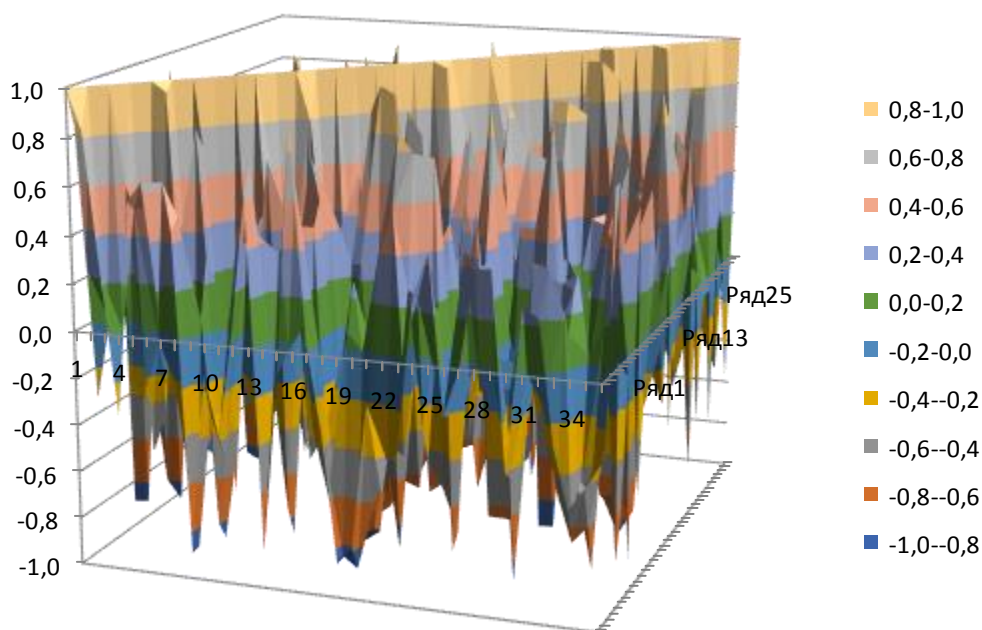


Рис. 1. Диаграмма коэффициентов корреляций

Таблица 1 - Матрица коэффициентов корреляций

Variable	Correlations (Mariya1.sta)Marked correlations are significant at p < .05000N=6 (Casewise deletion of missing data)																																							
	Means	Std.Dev.	Vozrast	Sex	Soc.status	Soc.obes	p.	Rost	Ves	Abgar	Gr.korm.	Prikorm	UZI	ORVI	WBC	Neu	Mon	Eos	RBC	HGB	HCT	MCV	MCH	MCHC	PLT	P.LCC	P.LCR	ALY%	LIC%	ESR	AlaT	AsAt	B12	Stub	seg	MPV	PDW	Lym	PCT	
Vozrast	1,9	0,6	1,0	0,8	0,2	-0,3	0,6	0,6	0,1	0,4	-0,9	-0,1	-0,4	0,1	0,6	-0,8	-0,1	0,9	0,0	-0,3	-0,9	-0,8	-0,2	-0,6	-0,4	0,3	0,5	-0,2	0,0	0,4	0,4	-0,4	0,3	0,2	-0,3	-0,5	-0,4	-0,3		
Sex	0,3	0,5	0,8	1,0	0,2	0,0	0,5	0,5	0,6	0,5	-0,9	-0,3	-0,5	0,4	0,7	-0,5	0,4	0,7	-0,3	-0,6	-0,9	-0,6	-0,4	0,0	0,3	0,0	-0,2	0,5	-0,1	-0,1	-0,4	0,0	-0,1	-0,5	-0,7	-0,6	-0,3			
Soc.status	1,3	0,8	0,2	0,2	1,0	0,6	-0,3	0,0	-0,2	-0,6	0,1	-0,8	-0,3	0,4	0,4	-0,2	0,0	0,1	0,0	-0,8	0,1	0,0	0,4	0,6	0,3	-0,3	0,2	-0,8	-0,1	0,0	0,0	-0,9	0,4	0,4	0,2	-0,5	-0,8	0,7		
Soc.obes	1,5	0,8	-0,3	0,0	0,6	1,0	-0,3	-0,2	0,3	-0,5	0,3	-0,9	-0,5	0,6	0,2	0,4	0,5	-0,5	-0,4	-0,7	0,3	0,1	-0,2	0,9	0,8	-0,5	-0,6	-0,7	0,6	-0,6	-0,7	-0,7	0,2	0,1	0,1	-0,5	-0,6	0,7		
Rost	48,5	3,8	0,6	0,5	-0,3	-0,3	1,0	1,0	0,1	0,8	-0,8	0,1	-0,1	-0,5	-0,2	-0,7	0,2	0,5	-0,6	0,0	-0,8	-0,8	-0,4	-0,5	0,1	0,8	-0,2	0,0	0,3	-0,1	-0,1	0,2	0,1	0,0	0,3	0,0	0,2	-0,8		
Ves	2683,3	550,7	0,6	0,5	0,0	-0,2	1,0	1,0	0,0	0,7	-0,8	-0,1	-0,3	-0,5	-0,1	-0,9	0,1	0,5	-0,5	-0,1	-0,9	-0,8	-0,3	-0,3	0,1	0,6	-0,1	-0,2	0,3	0,0	0,0	-0,1	0,3	0,3	0,3	-0,1	0,1	-0,6		
Abgar	7,2	0,4	0,1	0,6	-0,2	0,3	0,1	0,0	1,0	0,3	-0,3	-0,2	-0,3	0,7	0,5	0,2	0,7	0,0	-0,5	-0,4	-0,3	-0,5	-0,9	-0,2	0,3	0,0	-0,5	0,1	0,7	-0,6	-0,5	-0,1	-0,5	-0,6	-0,7	-0,5	-0,4	-0,1		
Gr.korm.	0,7	0,5	0,4	0,5	-0,6	-0,5	0,8	0,7	0,3	1,0	-0,8	0,3	-0,3	-0,4	0,0	-0,6	0,1	0,5	-0,3	0,3	-0,8	-0,8	-0,6	-0,7	-0,1	0,5	-0,2	0,2	0,4	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	-0,2	-0,1	0,4	-0,9		
Prikorm	1,8	1,2	-0,9	-0,9	0,1	0,3	-0,8	-0,8	-0,3	-0,8	1,0	0,1	0,4	0,0	-0,5	0,8	-0,1	-0,8	0,3	0,2	1,0	1,0	0,5	0,6	0,2	-0,4	-0,1	0,1	-0,3	-0,1	-0,1	0,2	-0,2	-0,1	0,3	0,5	0,2	0,6		
UZI	0,2	0,4	-0,1	-0,3	-0,8	-0,9	0,1	-0,1	-0,2	0,3	0,1	1,0	0,6	-0,5	-0,4	0,1	-0,4	0,1	0,4	0,9	0,1	0,3	0,2	-0,7	-0,7	0,3	0,3	0,9	-0,5	0,4	0,4	0,9	-0,4	-0,3	-0,2	0,7	0,7	-0,6		
ORVI	1,7	1,0	-0,4	-0,5	-0,3	-0,5	-0,1	-0,3	-0,3	-0,3	0,4	0,6	1,0	-0,4	-0,6	0,4	0,0	-0,4	0,0	0,4	0,5	0,6	0,4	-0,2	-0,2	0,5	0,0	0,7	-0,6	0,0	0,0	0,7	-0,7	-0,6	0,3	0,9	0,4	-0,3		
WBC	8,7	1,5	0,1	0,4	0,4	0,6	-0,5	-0,5	0,7	-0,4	0,0	-0,5	-0,4	1,0	0,8	0,4	0,3	0,0	0,0	-0,7	0,1	-0,1	-0,4	0,2	0,2	-0,5	-0,1	-0,3	0,3	-0,2	-0,2	-0,6	-0,1	-0,3	-0,7	-0,7	-0,8	0,6		
Neu	41,1	6,0	0,6	0,7	0,4	0,2	-0,2	-0,1	0,5	0,0	-0,5	-0,4	-0,6	0,8	1,0	-0,2	0,0	0,6	0,2	-0,6	-0,4	-0,5	-0,3	-0,1	-0,2	-0,4	0,3	-0,4	0,2	0,2	0,2	-0,7	0,2	0,1	-0,7	-0,9	-0,8	0,3		
Mon	7,5	1,6	-0,8	-0,5	-0,2	0,4	-0,7	-0,9	0,2	-0,6	0,8	0,1	0,4	0,4	-0,2	1,0	0,3	-0,8	0,0	0,1	0,8	0,7	0,0	0,4	0,3	-0,3	-0,4	0,3	0,0	-0,4	-0,4	0,3	-0,6	-0,6	-0,2	0,3	0,1	0,4		
Eos	3,2	2,2	-0,1	0,4	0,0	0,5	0,2	0,1	0,7	0,1	-0,1	-0,4	0,0	0,3	0,0	0,3	1,0	-0,4	-0,9	-0,6	-0,1	-0,3	-0,7	0,2	0,8	0,4	-0,9	0,0	0,7	-0,9	-0,9	0,0	-0,6	-0,7	0,0	0,0	-0,4	-0,1		
RBC	4,4	0,6	0,9	0,7	0,1	-0,5	0,5	0,5	0,0	0,5	-0,8	0,1	-0,4	0,0	0,6	-0,8	-0,4	1,0	0,3	0,0	-0,8	-0,7	-0,1	-0,6	-0,6	0,1	0,6	-0,1	-0,1	0,6	0,6	-0,3	0,4	0,4	-0,4	-0,5	-0,2	-0,4		
HGB	106,2	13,1	0,0	-0,3	0,0	-0,4	-0,6	-0,5	-0,5	-0,3	0,3	0,4	0,0	0,0	0,2	0,0	-0,9	0,3	1,0	0,5	0,3	0,4	0,6	-0,2	-0,8	-0,6	0,9	0,1	-0,7	0,9	0,9	0,0	0,4	0,4	-0,3	-0,1	0,2	0,3		
HCT	12,3	6,1	-0,3	-0,6	-0,8	-0,7	0,0	-0,1	-0,4	0,3	0,2	0,9	0,4	-0,7	-0,6	0,1	-0,6	0,0	0,5	1,0	0,2	0,4	0,3	-0,4	-0,6	0,1	0,3	0,7	-0,5	0,5	0,5	0,8	0,0	0,1	0,1	0,6	0,9	-0,5		
MCV	71,0	9,7	-0,9	-0,8	0,1	0,3	-0,8	-0,9	-0,3	-0,8	1,0	0,1	0,5	0,1	-0,4	0,8	-0,1	-0,8	0,3	0,2	1,0	1,0	0,5	0,5	0,1	-0,4	0,0	0,2	-0,4	-0,1	-0,1	0,2	-0,2	-0,2	0,2	0,5	0,2	0,6		
MCH	24,9	4,0	-0,8	-0,9	0,0	0,1	-0,8	-0,8	-0,5	-0,8	1,0	0,3	0,6	-0,1	-0,5	0,7	-0,3	-0,7	0,4	0,4	1,0	1,0	0,7	0,4	-0,1	-0,4	0,1	0,3	-0,6	0,1	0,1	0,3	-0,2	-0,1	0,2	0,6	0,3	0,5		
MCHC	346,2	11,0	-0,2	-0,6	0,4	-0,2	-0,4	-0,3	-0,9	-0,6	0,5	0,2	0,4	-0,4	-0,3	0,0	-0,7	-0,1	0,6	0,3	0,5	0,7	1,0	0,2	-0,4	-0,2	0,6	-0,1	-0,9	0,6	0,6	0,0	0,3	0,4	0,5	0,4	0,2	0,4		

PLT	269,5	99,2	-0,6	-0,4	0,6	0,9	-0,5	-0,3	-0,2	-0,7	0,6	-0,7	-0,2	0,2	-0,1	0,4	0,2	-0,6	-0,2	-0,4	0,5	0,4	0,2	1,0	0,7	-0,5	-0,4	-0,7	0,2	-0,5	-0,5	-0,5	0,3	0,3	0,5	-0,1	-0,3	0,8
P-LCC	46,4	16,0	-0,4	0,0	0,3	0,8	0,1	0,1	0,3	-0,1	0,2	-0,7	-0,2	0,2	-0,2	0,3	0,8	-0,6	-0,8	-0,6	0,1	-0,1	-0,4	0,7	1,0	0,1	-0,9	-0,5	0,7	-0,9	-0,9	-0,3	-0,1	-0,2	0,4	-0,1	-0,3	0,2
P-LCR	17,9	4,4	0,3	0,3	-0,3	-0,5	0,8	0,6	0,0	0,5	-0,4	0,3	0,5	-0,5	-0,4	-0,3	0,4	0,1	-0,6	0,1	-0,4	-0,4	-0,2	-0,5	0,1	1,0	-0,2	0,4	0,0	-0,2	-0,2	0,5	-0,5	-0,4	0,4	0,5	0,2	-0,8
ALY%	0,4	0,1	0,5	0,0	0,2	-0,6	-0,2	-0,1	-0,5	-0,2	-0,1	0,3	0,0	-0,1	0,3	-0,4	-0,9	0,6	0,9	0,3	0,0	0,1	0,6	-0,4	-0,9	-0,2	1,0	0,1	-0,8	1,0	1,0	-0,1	0,4	0,4	-0,2	-0,1	0,0	0,1
LIC%	0,4	0,5	-0,2	-0,2	-0,8	-0,7	0,0	-0,2	0,1	0,2	0,1	0,9	0,7	-0,3	-0,4	0,3	0,0	-0,1	0,1	0,7	0,2	0,3	-0,1	-0,7	-0,5	0,4	0,1	1,0	-0,4	0,1	0,2	0,9	-0,7	-0,7	-0,3	0,7	0,6	-0,6
ESR	5,6	2,4	0,0	0,5	-0,1	0,6	0,3	0,3	0,7	0,4	-0,3	-0,5	-0,6	0,3	0,2	0,0	0,7	-0,1	-0,7	-0,5	-0,4	-0,6	-0,9	0,2	0,7	0,0	-0,8	-0,4	1,0	-0,8	-0,8	-0,3	0,0	-0,1	-0,1	-0,5	-0,2	-0,1
AlaT	63,1	41,8	0,4	-0,1	0,0	-0,6	-0,1	0,0	-0,6	0,0	-0,1	0,4	0,0	-0,2	0,2	-0,4	-0,9	0,6	0,9	0,5	-0,1	0,1	0,6	-0,5	-0,9	-0,2	1,0	0,1	-0,8	1,0	1,0	0,0	0,4	0,5	-0,2	0,0	0,2	-0,1
AsAt	71,0	33,0	0,4	-0,1	0,0	-0,7	-0,1	0,0	-0,5	0,0	-0,1	0,4	0,0	-0,2	0,2	-0,4	-0,9	0,6	0,9	0,5	-0,1	0,1	0,6	-0,5	-0,9	-0,2	1,0	0,2	-0,8	1,0	1,0	0,0	0,4	0,5	-0,2	0,0	0,2	-0,1
B12	212,5	124,7	-0,4	-0,4	-0,9	-0,7	0,2	-0,1	-0,1	0,3	0,2	0,9	0,7	-0,6	-0,7	0,3	0,0	-0,3	0,0	0,8	0,2	0,3	0,0	-0,5	-0,3	0,5	-0,1	0,9	-0,3	0,0	0,0	1,0	-0,6	-0,5	0,1	0,8	0,8	-0,7
Stub	52,5	53,2	0,3	0,0	0,4	0,2	0,1	0,3	-0,5	0,0	-0,2	-0,4	-0,7	-0,1	0,2	-0,6	-0,6	0,4	0,4	0,0	-0,2	-0,2	0,3	0,3	-0,1	-0,5	0,4	-0,7	0,0	0,4	0,4	-0,6	1,0	1,0	0,2	-0,5	0,0	0,3
seg	65,4	39,7	0,2	-0,1	0,4	0,1	0,0	0,3	-0,6	0,0	-0,1	-0,3	-0,6	-0,3	0,1	-0,6	-0,7	0,4	0,4	0,1	-0,2	-0,1	0,4	0,3	-0,2	-0,4	0,4	-0,7	-0,1	0,5	0,5	-0,5	1,0	1,0	0,3	-0,4	0,1	0,3
MPV	8,1	1,0	-0,3	-0,5	0,2	0,1	0,3	0,3	-0,7	-0,2	0,3	-0,2	0,3	-0,7	-0,7	-0,2	0,0	-0,4	-0,3	0,1	0,2	0,2	0,5	0,5	0,4	0,4	-0,2	-0,3	-0,1	-0,2	-0,2	0,1	0,2	0,3	1,0	0,5	0,2	0,0
PDW	15,8	0,2	-0,5	-0,7	-0,5	-0,5	0,0	-0,1	-0,5	-0,1	0,5	0,7	0,9	-0,7	-0,9	0,3	0,0	-0,5	-0,1	0,6	0,5	0,6	0,4	-0,1	-0,1	0,5	-0,1	0,7	-0,5	0,0	0,0	0,8	-0,5	-0,4	0,5	1,0	0,7	-0,4
Lym	21,4	8,1	-0,4	-0,6	-0,8	-0,6	0,2	0,1	-0,4	0,4	0,2	0,7	0,4	-0,8	-0,8	0,1	-0,4	-0,2	0,2	0,9	0,2	0,3	0,2	-0,3	-0,3	0,2	0,0	0,6	-0,2	0,2	0,2	0,8	0,0	0,1	0,2	0,7	1,0	-0,5
PCT	1,8	1,0	-0,3	-0,3	0,7	0,7	-0,8	-0,6	-0,1	-0,9	0,6	-0,6	-0,3	0,6	0,3	0,4	-0,1	-0,4	0,3	-0,5	0,6	0,5	0,4	0,8	0,2	-0,8	0,1	-0,6	-0,1	-0,1	-0,1	-0,7	0,3	0,3	0,0	-0,4	-0,5	1,0

Нами были разработаны значимые и адекватные регрессионные модели для основных маркеров анемии. Критерием адекватности служил скорректированный коэффициент детерминации.

Значимость модели оценивалась критерием Фишера.

В качестве первого индикатора анемии мы рассмотрели регрессионную модель: гемоглобин в зависимости от других случайных показателей, учитывая мультиколлинеарность рассматриваемых показателей [9].

Таблица 2 - Зависимость гемоглобина от независимых показателей

N=47	Regression Summary for Dependent Variable: HGB (minitab) R= .58832491 R ² = .34612620 Adjusted R ² = .26638549 F(5,41)=4.3406 p					
	b*	Std.Err.of b*	b	Std.Err.of b	t(41)	p-value
Intercept			100,8947	5,457784	18,48638	0,000000
Age	0,322685	0,129710	1,1279	0,453401	2,48775	0,017013
Soc.status	0,273726	0,154818	5,8805	3,325984	1,76805	0,084493
Soc.obesp.	-0,251884	0,157352	-3,4937	2,182516	-1,60077	0,117106
Mon	0,242581	0,143419	1,1798	0,697545	1,69142	0,098346
Eos	-0,438200	0,140658	-2,1798	0,699695	-3,11535	0,003348

Multiple Regression Results

Dependent: HGB Multiple R = .44088098 F = 5.308026

R²= .19437604 df = 3,66

No. of cases: 70 adjusted R²= .15775676 p = .002442

Standard error of estimate: 7.713625480

Intercept: 104.33120094 Std.Error: 3.081805 t(66) = 33.854 p = 0.0000

Age b*= .367 Soc.status b*= .287 Soc.obesp. b*= -.31

Multiple Regression Results

Dependent: HGB Multiple R = .58832491 F = 4.340646

R²= .34612620 df = 5,41

No. of cases: 47 adjusted R²= .26638549 p = .002916

Standard error of estimate: 7.875044675

Intercept: 100.89465904 Std.Error: 5.457785 t(41) = 18.486 p = 0.0000

Age b*= .323 Soc.status b*= .274 Soc.obesp. b*= -.25

Mon b*= .243 Eos b*= -.44

Таблица 3 - Регрессионная модель для гемоглобина

N=47	Regression Summary for Dependent Variable: HGB (minitab) R= .58832491 R ² = .34612620 Adjusted R ² = .26638549 F(5,41)=4.3406 p					
	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(41)	p-value
Intercept			100.8947	5.457784	18.48638	0.000000
Age	0,322685	0,129710	1,1279	0,453401	2,48775	0,017013
Soc.status	0,273726	0,154818	5,8805	3,325984	1,76805	0,084493
Soc.obesp.	-0,251884	0,157352	-3,4937	2,182516	-1,60077	0,117106
Mon	0,242581	0,143419	1,1798	0,697545	1,69142	0,098346
Eos	-0,438200	0,140658	-2,1798	0,699695	-3,11535	0,003348

Multiple Regression Results

Dependent: HGB Multiple R = .89602515 F = 11.19955

R² = .80286106 df = 4,11

No. of cases: 16 adjusted R² = .73117417 p = .000716

Standard error of estimate: 5.308744500

Intercept: 99.810814730 Std.Error: 6.605228 t(11) = 15.111 p = .0000

Age b* = .328 Soc.status b* = .310 Eos b* = -.53

AlAt b* = .280

Таблица 4 - Результирующая модель для гемоглобина

N=16	Regression Summary for Dependent Variable: HGB (minitab) R = .89602515 R ² = .80286106 Adjusted R ² = .73117417 F(4,11)=11.200 p					
	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(11)	p-value
Intercept			99,81081	6,605228	15,11088	0,000000
Age	0,328328	0,151771	0,85513	0,395287	2,16330	0,053396
Soc.status	0,310063	0,141243	6,63179	3,020979	2,19524	0,050504
Eos	-0,533245	0,144717	-3,27291	0,888231	-3,68475	0,003596
AlAt	0,280006	0,142815	0,27578	0,140659	1,96063	0,075733

Наиболее характерные для хронической фазы гельминтозов, особенно кишечных, состояниями являются железодефицитная анемия, полигиповитаминозы, снижение резистентности и изменение реактивности.

Высокая частота анемий при гельминтозах объясняется рядом факторов для осуществления своей жизнедеятельности гельминты активно используют железо, поступающее с пищей. Некоторые гельминты, например, власоглав или анкилостома, пробуравливают стенку кишки и питаются кровью хозяина. Сопутствующий дисбактериоз кишечника усугубляет железо- и витаминдефицитные состояния.

Multiple Regression Results

Dependent: RBC Multiple R = .78492625 F = 59.91655

R² = .61610923 df = 3,112

No. of cases: 116 adjusted R² = .60582644 p = 0.000000

Standard error of estimate: .347456209

Intercept: 8.430862240 Std.Error: .3315427 t(112) = 25.429 p = 0.0000

Age b* = .159 MCV b* = -.78 Gr.korm. b* = -.11

Таблица 5 - Регрессионная модель для эритроцитов

N=116	Regression Summary for Dependent Variable: RBC (minitab) R = .78492625 R ² = .61610923 Adjusted R ² = .60582644 F(3,112)=59.917 p					
	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(112)	p-value
Intercept			8.430862	0.331543	25.4292	0.000000
Age	0.158554	0.058588	0.037363	0.013806	2.7063	0.007870
MCV	-0.781007	0.060250	-0.056558	0.004363	-12.9628	0.000000
Gr.korm.	-0.108282	0.060214	-0.118896	0.066116	-1.7983	0.074825

Multiple Regression Results

Dependent: HCT Multiple R = .78861541 F = 45.23483

$R^2 = .62191426$ $df = 4,110$

No. of cases: 115 adjusted $R^2 = .60816569$ $p = 0.000000$

Standard error of estimate: 8.028163754

Intercept: -12.40452909 Std.Error: 8.064897 $t(110) = -1.538$ $p = .1269$

Age $b^* = .258$ Gr.korm. $b^* = .104$ Lym $b^* = .778$

MCV $b^* = .095$

Таблица 6 - Регрессионная модель для гематокрита

N=115	Regression Summary for Dependent Variable: HCT (minitab) $R = .78861541$ $R^2 = .62191426$ Adjusted $R^2 = .60816569$ $F(4,110) = 45.235$ p					
	b^*	Std.Err. of b^*	b	Std.Er r. of b	$t(110)$	p-value
Intercept			-12,4045	8,064897	-1,53809	0,126899
Age	0,258444	0,058878	1,4059	0,320300	4,38946	0,000026
Gr.korm.	0,104117	0,061073	2,6426	1,550112	1,70480	0,091055
Lym	0,777771	0,059697	0,5007	0,038431	13,02856	0,000000
MCV	0,094527	0,060589	0,1580	0,101283	1,56012	0,121603

Таблица 7 - Основные статистические характеристики полученных информативных признаков и показателей

Variable	Descriptive Statistics (minitab)									
	Valid N	Mean	Confidence -95%	Confidence 95%	Frequency	Sum	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Coef.Var.
Age	130	2,8	2,3	3,2	8,0	361,1	0,1	17,6	2,5	91,7
Gr.korm.	126	0,7	0,6	0,8	82,0	86,3	0,0	2,0	0,5	72,6
Lym	120	41,9	38,3	45,6	2,0	5032,7	0,6	78,6	20,0	47,7
Mon	106	6,9	6,5	7,4	6,0	736,6	3,0	14,4	2,2	31,6
Eos	100	2,7	2,4	3,1	5,0	274,8	0,0	13,8	1,9	70,6
RBC	130	4,4	4,3	4,5	2,0	569,1	3,3	6,3	0,5	12,4
HGB	130	108,7	107,2	110,3	4,0	14132,3	91,0	142,0	9,0	8,3
HCT	122	25,6	23,3	27,8	2,0	3122,3	0,3	76,6	12,6	49,1
MCV	120	71,9	70,5	73,2	2,0	8623,6	54,3	87,9	7,6	10,6
MCH	120	25,2	24,3	26,1	3,0	3021,5	16,7	67,6	5,1	20,3
MCHC	119	344,2	341,4	347,0	5,0	40955,7	297,7	437,0	15,5	4,5
PLT	122	311,8	295,6	328,0	3,0	38044,2	27,4	569,0	90,4	29,0
P-LCC	88	48,6	44,6	52,5	4,0	4272,6	0,2	95,0	18,6	38,3
P-LCR	91	17,5	16,4	18,5	4,0	1591,2	9,4	30,6	5,0	28,5
ALY%	85	0,6	0,0	1,3	15,0	53,2	0,0	27,1	2,9	465,4
ESR	119	6,0	5,5	6,5	25,0	708,8	3,0	25,0	2,7	45,8
AlAt	33	23,4	19,7	27,1	2,0	771,5	8,2	50,2	10,4	44,3
AsAt	33	35,2	31,2	39,3	2,0	1162,6	21,5	84,2	11,5	32,6

Результаты

Исследование проводилось в Республике Арцах для детей от 1 месяца до пятнадцати лет. Значимые регрессионные модели (коэффициенты детерминации $\text{adjusted } R^2$ высокие) выявили раннее неизвестные независимые показатели, которые влияют на индикаторы анемии. Таким образом, нам удалось минимизировать размер матрицы зависимых и независимых показателей. Были рассчитаны основные статистические параметры этих показателей. Тип наблюдателя и методы индикаторов анемии повлияли на результаты. После исключения выбросов точность существенно не изменилась.

Выводы

Не существует единого оптимального маркера или комбинации тестов для дифференциальной диагностики анемий. Знания и опыт врача, который требует проведения соответствующих гематологических и биохимических анализов, связанных с предварительным диагнозом, играют важную роль в диагностике анемии. Рекомендуется использовать алгоритмы в качестве инструмента для определения анемии, чтобы сократить количество лабораторных анализов и точно диагностировать основную причину (ы) у пациентов.

За последнее десятилетие был достигнут значительный прогресс в процедурах и алгоритмах дифференциальной диагностики анемий. Общий анализ крови - это основная процедура исследования анемии. На первом этапе учитывается процентное содержание микроцитарных эритроцитов. На втором этапе следует проверить количество MCV, RDW и RBC.

Основная цель этого исследования заключалась в изучении эффективности реализации стратегии диагностики анемии математическими методами.

Рекомендуется интегрировать инновационные алгоритмы, включая параметры, отражающие гемоглобинизацию эритроцитов и ретикулоцитов, для улучшения диагностики анемий [10].

Важно установить точные и надежные критерии как для выявления конкретных причин анемии, так и для оценки воздействия стратегий вмешательства. После этого должны быть проведены обязательные и простые для выполнения лабораторные исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mina Jahangiri, Fakher Rahim & Amal Saki Malehi Diagnostic performance of hematological discrimination indices to discriminate between β thalassemia trait and iron deficiency anemia and using cluster analysis: Introducing two new indices tested in Iranian population. 09 December 2019. <https://www.nature.com/articles/s41598-019-54575-3>
2. Juan P Chalco, Luis Huicho, Carlos Alamo, Nilton Y Carreazo & Carlos A Bada. Accuracy of clinical pallor in the diagnosis of anaemia in children: a meta-analysis. *BMC Pediatrics* **volume 5**, Article number: 46 (2005)
<https://www.yumpu.com/en/document/view/38113293/accuracy-of-clinical-pallor-in-the-diagnosis-of-anaemia-in-children-a->
3. Балашова Е.Л., Мазур Л.И. Современные подходы к диагностике железодефицитной анемии у детей. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2015;60(4):31-36стр..
4. Коровина Н.А., Заплатников А.Л., Захарова И.Н. Железодефицитные анемии у детей. М., 1999, 65стр.
5. О. Б. Гордеева, В. В. Ботвиньева Современные представления о железодефицитной анемии у детей и оптимизация лечения. https://remedium.ru/doctor/pediatrics/detail.php?ID=66522&PAGEN_4=2&PAGEN_5=2
6. Анемии у детей: диагностика, дифференциальная диагностика, лечение. Под ред. А.Г. Румянцева и Ю.Н. Токарева. 2-е изд. доп. и перераб. М.: МАКС Пресс, 2004, 216стр.
7. Ботвиньева В.В., Гордеева О.Б., Намазова-Баранова Л.С. Перспективы диагностики и лечения различных видов анемии у детей. *Педиатрическая фармакология*, 2012, 9(5): 35-40стр..

8. Румянцев А.Г., Коровина Н.А., Захарова И.Н., Чернов В.М. Диагностика и лечение железодефицитной анемии у детей. М., 2004. 48стр..
9. С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. Теория вероятностей и прикладная статистика. Т. 1. / Прикладная статистика. Основы эконометрики: Учебник для вузов: В 2 т. 2-е изд., испр., - Москва: Юнити-Дана, 2001, 656 с.
10. Стрижов В.В., Крымова Е.А. Методы выбора регрессионных моделей. М.: ВЦ РАН, 2010. 60 с. Брошюра, PDF.
11. Ebru Dundar Yenilmez and Abdullah Tuli. Laboratory Approach to anemia. December 20th 2017 <https://www.intechopen.com/books/current-topics-in-anemia/laboratory-approach-to-anemia> (дата обращения 12.01.2021)

REFERENCES

2. Mina Jahangiri, Fakher Rahim & Amal Saki Malehi
Diagnostic performance of hematological discrimination indices to discriminate between β thalassemia trait and iron deficiency anemia and using cluster analysis: Introducing two new indices tested in Iranian population. 09 December 2019.
2. Juan P Chalco, Luis Huicho, Carlos Alamo, Nilton Y Carreazo & Carlos A Bada. Accuracy of clinical pallor in the diagnosis of anaemia in children: a meta-analysis. BMC Pediatrics volume 5, Article number: 46 (2005)
3. Balashova E.L., Mazur L.I. Sovremennye podkhody k diagnostike zhelezodefitsitnoi anemii u detei. Rossiiskii vestnik perinatologii i pediatrii. 2015;60(4):31-36.
4. Korovina N.A., Zaplatnikov A.L., Zakharova I.N. Zhelezodefitsitnye anemii u detei. М., 1999.
5. О. В. Гордеева, В. В. Ботвин'ева Sovremennye predstavleniya o zhelezodefitsitnoi anemii u detei i optimizatsiya lecheniya
6. Anemii u detei: diagnostika, differentsial'naya diagnostika, lechenie. Pod red. A.G. Rumyantseva i YU.N. Tokareva. 2-e izd. dop. i pererab. М.: MAKS Press, 2004, 216.
7. Ботвин'ева В.В., Гордеева О.В., Намазова-Баранова Л.С. Perspektivy diagnostiki i lecheniya razlichnykh vidov anemii u detei. Pediatricheskaya farmakologiya, 2012, 9(5): 35-40.
8. Rumyantsev A.G., Korovina N.A., Zakharova I.N., Chernov V.M. Diagnostika i lechenie zhelezodefitsitnoi anemii u detei. М., 2004. 48.
9. S. A. Aivazyan, V. S. Mkhitarian. Teoriya veroyatnostei i prikladnaya statistika. T. 1. / Prikladnaya statistika. Osnovy ehkonometriki: Uchebnik dlya vuzov: V 2 t. 2-e izd., ispr., - Moskva: Yuniti-Dana, 2001, 656 s.
10. Strizhov V.V., Kryмова E.A. Metody vybora regressionnykh modelei. М.: VTS RAN, 2010. 60 s. Broshyura, PDF. Ebru Dundar Yenilmez and Abdullah Tuli. Laboratory Approach to anemia. December 20th 2017.

ОБ АВТОРАХ | ABOUT AUTHORS

Арутюнян Ирэна Вазгеновна, канд.техн.наук, доцент, г.Степанакерт, Шушинский Технологический Университет, г.Шуши, ул.А.Бекора,д.4, irena7862@inbox.ru, +37493277911

Arutyunyan Irena Vazgenovna, Candidate of Technical Sciences Doctor of Sciences, Associate Professor, Stepanakert, Shusha Technological University, Shushi, street.A. Bekora, Di. 4, irena7862@inbox.ru, +37493277911

Мусаелян Мгер Андреевич, исполнительный директор объединения ЗАО РМЦ, г. Степанакерт, Республиканский Медицинский Центр, ул. Баграмяна, д.9, mher1979@mail.ru, +37441265252

Musaelyan Mher Andreevich, Executive Director of the association of CJSC RMC, Stepanakert, Republican Medical Center, Baghramyan str., 9, mher1979@mail.ru, +37441265252

Мелкумян Карен Самвелович, исполнительный директор объединения ЗАО “Аре-
вик”, г. Степанакерт, Детское Медицинское Объединение “Аревик”, ул.А.Мкртчяна, д.4,
dr.melkumyan1991@gmail.com, +37497308308

Melkumyan Karen Samvelovich, Executive Director of Arevik CJSC, Stepanakert, Arevik
Children's Medical Association, 4 A. Mkrtchan str.,
dr.melkumyan1991@gmail.com, +37497308308

Лалаян Эрнест Лаврентьевич, начмед ЗАО “Аревик”, г. Степанакерт, Детское Ме-
дицинское Объединение “Аревик”, ул.А.Мкртчяна, д.4, lalayan.ernest@mail.ru,
+37497255453

Lalayan Ernest Lavrentievich, head of Arevik CJSC, Stepanakert, Arevik Children's Med-
ical Association, 4 A. Mkrtchan str., lalayan.ernest@mail.ru, +37497255453

Дата поступления в редакцию: 02.04.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 03.06.2021

В. В. Копытов [V. V. Kopytov],
Р. С. Третьяк [R. S. Tretiak],
В. В. Науменко [V.V. Naumenko]

УДК 004.4:004.9

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В СОСТАВЕ ПРОГРАММНОЙ ПЛАТФОРМЫ СОПРЯЖЕНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА И ЭКСТРЕННОГО ОПОВЕЩЕНИЯ

THE USE OF EMERGENCY SITUATIONS FORECASTING TECHNIQUE AS PART OF A SOFTWARE PLATFORM INTERFACING SYSTEMS OF MONITORING AND EMERGENCY ALERT

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, Россия,
E-mail: tretiak@infocom-s.ru

Аннотация: В данной статье авторами описывается логическая архитектура интеграционной платформы разнородных систем и использование методики прогнозирования чрезвычайных ситуаций в режиме реального времени, позволяющая повысить точность и достоверность результатов прогнозирования для любой расчетной модели ЧС, которая предназначена для использования в рамках программных комплексов ситуационного управления.

Материалы и методы.

Для описания взаимодействия модулей между собой представлена логическая архитектура интеграционной платформы, в рамках которой используется метод прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Уточнение расчетных моделей чрезвычайных ситуаций реализуется путем использования метода прогнозирования коротких временных рядов полученных значений от измерительных датчиков при помощи уточненного метода Брауна.

Результаты. Предоставленная методика повышает достоверность результатов прогнозирования, которая обеспечивается фильтрацией недостоверных первичных данных, получаемых от измерительных датчиков, с использованием корреляционного анализа. В свою очередь использование данной методики прогнозирования способствует своевременному выполнению задачи по выявлению угроз возникновения ЧС, их моделированию и прогнозированию, а также выработке обоснованного решения на задействование систем оповещения и информирования.

Заключение. Использование методики прогнозирования чрезвычайных ситуаций в режиме реального времени в составе программной платформы сопряжения систем мониторинга и экстренного оповещения позволяет значительно повысить точность и достоверность результатов прогнозирования для любой расчетной модели ЧС в целях проведения экстренного оповещения населения, а также расширить возможности оперативного управления и контроля потенциально опасными процессами и явлениями.

Ключевые слова: интеграционная платформа, протокол CAP, методика прогнозирования, корреляционная матрица, визуализация расчетов.

Abstract: The article describes the logical architecture of the integration platform of heterogeneous systems and the use of emergency forecasting techniques in real time mode, which allows to improve the accuracy and reliability of forecasting results for any emergency calculation model, which is intended for use in the framework of situational management software complex.

Materials and methods.

To describe the interaction of the modules with each other, the logical architecture of the integration platform is presented, within which an emergency forecasting method is used.. The refinement of the emergency situations calculated models is realized by using the method of forecasting the short time series of the obtained values from the measuring sensors using the refined Brown method.

Results. The presented technique increases the reliability of the forecasting results, which is provided by filtering the unreliable primary data, obtained from the measuring sensors using correlation analysis. In turn, the use of this forecasting technique contributes to the timely implementation of the task of identifying threats of emergencies, their modeling and forecasting, as well as the development of a reasonable decision on the use of warning and information systems.

Conclusion. The use of emergency forecasting technique in real time mode as part of the software platform for the interface of monitoring and emergency warning systems can significantly improve the accuracy and reliability of forecasting results for any emergency calculation model for the purpose of population emergency warning, as well as to expand the capabilities of operational management and potentially dangerous processes and phenomena control.

Key words: integration platform, CAP Protocol, forecasting technique, correlation matrix, visualization of calculations.

Introduction

According to the Decree of the President of the Russian Federation on November 13, 2012 No. 1522 "On the creation of a comprehensive system of emergency notification of the population about the threat or occurrence of emergencies" and the minutes of the meeting of the Government Commission for the Prevention and Elimination of Emergencies and Fire Safety dated June 18, 2013 No. 4, the Concept of creating an integrated system for informing and alerting the population in the event of a threat of emergencies was adopted, on the basis of which methodological recommendations were developed for the creation of an integrated system for emergency alerting the population about the threat or occurrence of emergencies.

According to this concept, an integrated system of emergency warning of the population (KSEON) about the threat or occurrence of emergencies (ES) is understood as a complex of software and hardware tools for monitoring systems for hazardous natural phenomena and man-made processes and alerts to bring signals and emergency alert information to the authorities. management, forces of the unified state system for the prevention and elimination of emergency situations (RSChS) and the population in automatic mode. In accordance with this, the CSEON has fundamental differences from the already existing systems for alerting the population in that such a system must be integrated with systems for monitoring and forecasting emergencies, i.e. based on the measurement information coming from the sensors, while notifying the appropriate control body of the RSChS.

It is important to note that at present each monitoring system solves only its own narrow range of tasks and, as a rule, has limited possibilities for integration with other systems, as well as with emergency warning systems. This significantly complicates the construction of CSEON on the basis of existing warning and monitoring systems without special subsystems that integrate and process data from various subsystems to make an informed decision on notification. Otherwise, unjustified evacuation of the population can lead to significant unjustified costs.

To solve the problems of developing technologies for integrating heterogeneous information systems on the basis of a single information integrating platform for interfacing laboratory control and monitoring systems with centralized warning and information systems, which would expand the capabilities of monitoring emergencies and threats that can lead to them, as well as realize the possibilities on timely forecasting of possible dangerous states of objects of observation for the purpose of emergency notification of the population, as well as to expand the possibilities of operational management and control of potentially dangerous processes and phenomena, while significantly reducing the time for integrating existing information systems into a single integrated system [1].

The software integration platform includes a number of subsystems, each of which implements the corresponding functionality. Interaction between subsystems occurs at the message level, thereby making it possible to get away from the strong coherence of the solution and at the same

time use the advantages of event interaction, bypassing the need for each module of the subsystem to periodically check for new tasks.

One of the most important subsystems is the modeling and forecasting of emergency situations. It can be divided into long-term forecasting technologies and short-term forecasting technologies. Technologies for long-term and short-term forecasting are based on computational models, the input data of which are data from measuring sensors, data from monitoring systems, Earth remote sensing and aerial photography.

Examples of such models are:

- a model for analyzing the consequences of emergency situations at chemical industry facilities;
- model of early fire detection;
- a model for simulating possible earthquake scenarios;
- model for assessing gas leakage;
- a model for forecasting river flows.

Forecasting technologies based on long-term and short-term forecasting models are part of software systems that use GIS to visualize modeling results [2-5], for example, displaying on a map the territory of areas affected by emergencies, areas with an increased likelihood of emergencies, as well as various scenarios of emergencies. The visualization of forecasting results helps to more effectively use the notification of the population in the event of a threat and the development of emergency situations, to carry out timely evacuation of the population from the areas of the expected emergency.

A feature of short-term forecasting is the ability to analyze fast processes in real time. Short-term forecasting models perform the task of determining the probability of an emergency threat or assess and predict the consequences of an incident or accident that has already occurred. At the same time, short-term forecasting models, in contrast to long-term forecasting models, are mainly used to calculate the current data coming from various sensors and monitoring systems. In the Russian Federation, calculation models are used based on methods (hereinafter referred to as basic models) developed by sectoral government bodies and approved by the Ministry of Emergency Situations, for example:

- methodology for calculating flooding zones during hydrodynamic accidents [6];
- methodology for predicting the scale of contamination with potent toxic substances in accidents (destruction) at chemically hazardous facilities and transport [7];
- methodology for assessing the consequences of emergency explosions of fuel-air mixtures [8].

In this article, the authors propose to consider the logical architecture of the integration platform, which makes it possible to describe the interaction of the system modules, as well as the developed forecasting methodology, which makes it possible to increase the accuracy and reliability of forecasting results for any computational model of emergency situations, which is intended for use within the software integration platform.

Description of the logical architecture of the software integration platform

Within the framework of the integration platform, each of the modules performs a specific function, all modules have access to a central database, which allows the modules to operate both their own and common data structures. Direct interaction of modules with each other is reduced to the transfer of control actions, while the data is consolidated in a common base and is available for each of the modules. The control action acts as a notification for the module about the need to perform a data processing task.

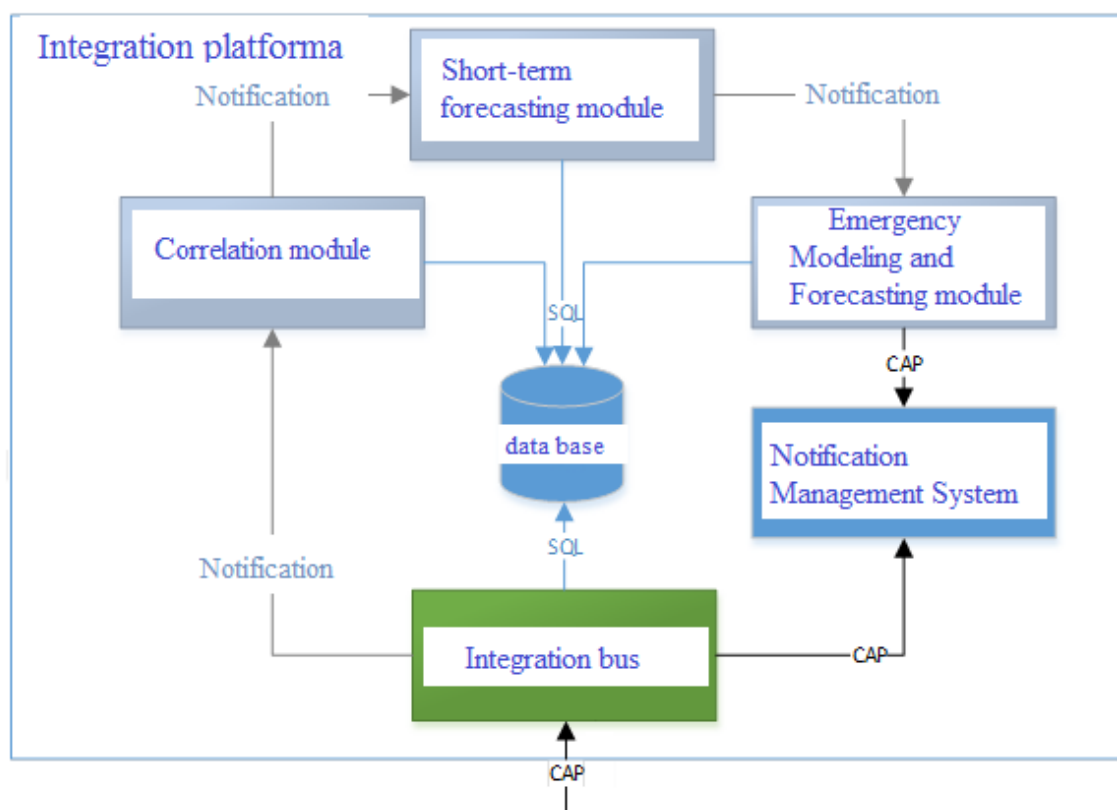


Fig 1. Logical architecture of the integration platform

The integration bus is the main switching element within the integration solution. Information received from various systems is converted and stored in the integration platform.

Incoming data are packets in the format of the international open protocol CAP (Common Alerting Protocol). Information exchange between the integration bus and third-party systems using the CAP protocol is carried out using various interfaces. The CAP format contains alarm data that is sent directly from the integration bus to the notification management system. Also, when receiving readings from monitoring systems, a notification is sent to the correlation module to start the process of processing the received information.

The alert management system is the link between the integration platform and alert systems. For abstraction from the implementation features of various notification systems, the CAP protocol is used. The use of a generalized notification protocol makes it possible to transmit information about the need to start an notification both as a result of analyzing monitoring data and from monitoring systems directly via the integration bus.

Each of the modules in the presented architecture is made on the basis of a single platform with support for receiving notifications about the need to start data processing from a common database. The correlation module, the short-term forecasting module, as well as the emergency modeling and forecasting module are based on the developed forecasting methodology, which is described below.

Forecasting technique

The proposed technique solves the following tasks:

- filtration of unreliable primary data received from measuring sensors;
- short-term forecasting of time series of primary data received from sensors;
- performing emergency forecasting, based on basic models with current and predicted primary data;
- visualization of modeling results using current and predicted primary monitoring data.

At the first stage of the methodology, primary data are collected from various measuring sensors and monitoring systems, for example, water level sensors, pressure sensors, gas analyzers, weather stations.

At the second stage, unreliable data are identified using the methods of correlation analysis (correlation module). The need to identify inaccurate data is due to the fact that the collection of measurement information is performed from remote systems, as a rule, without the possibility of monitoring their health, while there is also a problem of distortion of primary data during transmission over unstable communication channels.

At the third stage, the forecasting of short time series of the obtained values from the measuring sensors is carried out. The obtained forecasting data allows you to track the trend of the measured value and prevent going beyond the permissible values.

At the fourth stage, emergency situations or accident consequences are simulated in accordance with the basic design models with current measurement data and predicted primary data.

At the fifth stage, the simulation results are visualized, as a result of which a graphical situational model is built that displays the emergency zones on the map - polygons, in which the current and predicted (for different time intervals) emergency zones are displayed in separate layers.

Let us consider in more detail the mathematical models used within the framework of this technique.

Revealing inaccurate data using correlation analysis methods

In this case, the input data of the correlation processing model are the values of the sensors. $d_i(z_1, \dots, z_j)$. From the set of obtained heterogeneous values of Z , a set of input parameters P is formed, on the basis of which it is possible to determine the presence or absence of an emergency situation, as well as to assess the consequences and possible development.

To determine the reliability of the Z values, the present study used correlation analysis methods, which make it possible to identify the relationship between the values of various information sensors. For this, the sensors are combined into groups $G(d_1, \dots, d_i)$, in which the sensor values $d_1, \dots, d_i$ correlate with each other. For the values of a group of homogeneous sensors, the strength of the connection between the values of Z is estimated by the value of the Pearson pair correlation coefficient r_{yx} . Relationship between Z values of sensors $d_1, \dots, d_i$ is identified on the basis of preliminary observation data and recorded in the form of a correlation matrix.

$\begin{matrix} Y \\ X \end{matrix}$	z_1	$\dots$	z_i	$\dots$	z_j
z_1	1	$\dots$	-	$\dots$	-
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
z_i	r_{yx}	$\dots$	1	$\dots$	r_{yx}
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
z_j	r_{yx}	$\dots$	r_{yx}	$\dots$	1

Fig 2. Correlation matrix

Before assessing the reliability of the values, the process of aggregating the time series of the obtained values is performed, that is, their time series lead to uniform intervals of reference points, while the time series with smaller intervals is taken as a basis.

For this, smaller intervals are consolidated into large intervals and the values of the time series are aggregated in these enlarged intervals. To recover the missing values of the time series, linear interpolation by neighboring points is used. Next, the Pearson pair correlation coefficient r_{yx} is calculated for each of the pairs of the correlation matrix. In case if $r_{yx} > 0.3$, then such a pair is excluded from the matrix. The values included in the remote pairs are unreliable and indicate the presence of an anomaly, and are not used in emergency modeling.

Short time series forecasting

For forecasting, it is proposed to use the refined Brown's method developed by the authors for short time series with the persistence property [9].

The developed method of analysis and short-term forecasting of data obtained from information sensors consists of the following steps:

- analysis of stationarity / nonstationarity of the time series;
- estimation of the maximum time forecasting radius;
- forecasting the time series of the observed process for a given time radius.

The analysis of stationarity / nonstationarity of the time series is carried out by dividing the time series into segments and identifying the fulfillment of the conditions under which for each segment $\tau = \overline{2, n}$ the equalities hold:

- average size: $\bar{z}(2) = \bar{z}(3) = \dots \bar{z}(n)$;
- variances: $D(2) = D(3) = \dots D(n)$.

The admissible limit of deviation of the mean and variance from their previous values for stationary processes is 5%.

When assessing the maximum time radius for predicting the observed parameters of a critical situation, a method is proposed that matches the forecasting radius to the depth of long-term memory, described in [10].

Forecasting the time series of the observed process for a given time radius is performed according to the calculation formula of the improved Brown's method [9]:

$$\hat{z}_i = (2 - \tilde{H}) \cdot z_{i-1} + (\tilde{H} - 1) \cdot z_{i-2}, \quad (1)$$

where $\tilde{H}$ – average value of the Hurst exponent.

Predictive modeling and visualization of simulation results

Basic models represent a complex function of parameter values obtained from information sensors or monitoring systems, which determines the presence or absence of emergency situations, or calculates the damage caused as a result of emergency situations:

$$f(P) = \{y \in Y\}, \quad (2)$$

where P is a vector of monitoring data values obtained as a result of filtering unreliable primary data Z (see clause 3), y is the state of the observed object, for example, "NORM", "ATTENTION", "ALARM", or y is a vector of values, received when calculating damage or possible threat $y(y_1, \dots, y_n)$.

In the event that the base model calculates the emergency area (for example, the probability of a dam break and the area of possible flooding [6]), then the visualization of the modeling results can be represented as a set of polygons $S(s_1, \dots, s_n)$, formed by the GIS, that is, as a function of the calculated data:

$$S = f(y). \quad (3)$$

In addition, the basic model can form a forecast of the development of the situation, reflecting the scenario of the development of emergency situations for a certain period of time. In this case, the vector y includes a plurality of states of the object of observation over the predicted time intervals. The visualization of the results of such a model will be represented by a vector M , which includes various states t of the observed object $M(S_1, \dots, S_t)$. An example of such a model is the model for assessing contamination during the destruction of a chemically hazardous object, which predicts the affected areas for different periods of time after the accident [7].

The sequence of actions for predictive modeling and visualization of results can be represented in the form of a diagram (see Figure

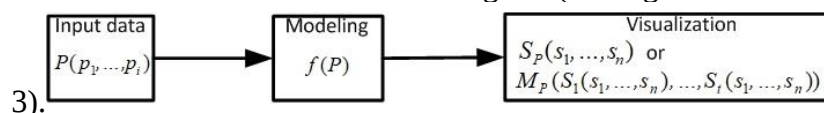


Fig 3. Predictive modeling and visualizing results diagram

Let us consider various ways to refine predictive modeling, taking into account the forecasting data of the time series of monitoring data values. As a result of short-term forecasting of time series using the refined Brown's method, we obtain the set $\hat{P}_1, \dots, \hat{P}_k$, each element of which corresponds to the predicted time interval. For basic models that form a calculation only for the current state of the object of observation, modeling is performed both using the current values of P as initial data, and using each element $\hat{P}$. Visualization of the results of predictive modeling and visualization of the results, taking into account the forecasting data of time series, in this case, will be represented by a vector M , which includes the current state of the object of observation S_p and various predicted states of the object of observation $M_{\hat{P}}(S_{\hat{P}_1}, \dots, S_{\hat{P}_k})$, each of which is formed by the predicted value of the primary data $\hat{P}$.

For basic models capable of forming a forecast of the development of emergency situations for a certain period of time, preliminary preparation of forecast data is performed $\hat{P}$. For this, the time series $\hat{P}_1, \dots, \hat{P}_k$ is reduced to report intervals corresponding to the time intervals for which the base model generates a forecast for the development of the situation, that is – $\hat{P}_1, \dots, \hat{P}_t$. As well as at the stage of filtering unreliable primary data to bring time series $\hat{P}$ to uniform intervals of reference points, coarsening of smaller intervals or restoration of missing values by the method of linear interpolation is used. Next, simulation is performed, the results of which will contain the current state of the observed object S_p and various predicted states of the observed object $M_1, \dots, M_t$, from which is formed the vector $M_{\hat{P}}$, containing states $S_{\hat{P}_t}$, related to the corresponding reference interval t . As a result, the visualization of the results of such a model will be represented by the vector $M(S_p, M_{\hat{P}}(S_{\hat{P}_1}, \dots, S_{\hat{P}_t}))$.

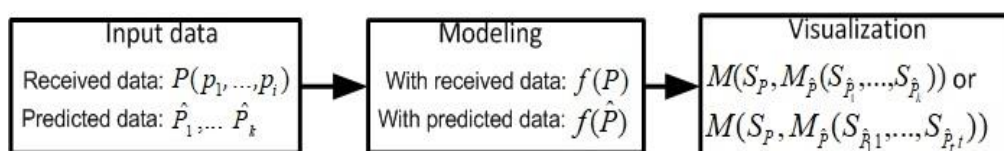


Fig 4. Predictive modeling and visualizing results diagram in terms of time series forecasting data

The sequence of actions of predictive modeling and visualization of results, taking into account the data of forecasting time series, can be represented in the form of a diagram (see Figure 4).

Conclusion

The presented logical architecture of the integration platform makes it possible to combine monitoring and forecasting systems that are heterogeneous in composition and principles of operation, with centralized warning and information systems to increase the efficiency of the functioning of complex systems for emergency warning of the population about the threat of occurrence or about emergencies, into a single complex.

The use of the methodology, which is implemented as part of the software platform for interfacing monitoring and emergency warning systems, allows timely fulfillment of tasks to identify threats of emergencies, their modeling and forecasting, as well as to develop an informed decision on the use of warning and information systems, as well as visualize the forecasting results on a single geoinformation basis, which allows interactively displaying on the map the current and forecasted areas of emergency action, depending on the changing input measurement data received from sensors and external monitoring systems.

Финансирование статьи

** Работа выполнена в рамках реализации научного проекта по теме «Разработка средств высокоскоростной обработки данных информацион-ных сенсоров в системах ситуаци-онного управления» в рамках ФЦПР 2014-2020 (уникальный идентификатор прикладных науч-ных исследований RFMEFI57916X0135) при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ./ The work was carried out within the framework of the scientific project on the topic "Devel-opment of high-speed data processing tools for information sensors in situational control systems" within the framework of the Federal Target Program 2014-2020 (unique identifier of applied scientific research RFMEFI57916X0135) with the financial support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation.*

Вклад авторов

Копытов Владимир Вячеславович: разработка концептуальной архитектуры про-граммной платформы сопряжения систем лабораторного контроля и мониторинга с си-стемами централизованного оповещения и информирования.

Науменко Владимир Викторович: разработка методики прогнозирования чрезвычай-ных ситуаций в режиме реального времени.

Третьяк Роман Сергеевич: разработка математических моделей, используемых в со-ставе методики прогнозирования чрезвычайных ситуаций.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of authors

Kopytov Vladimir Vyacheslavovich: development of a conceptual architecture of a software platform for interfacing laboratory control and monitoring systems with centralized warning and information systems.

Naumenko Vladimir Viktorovich: development of a methodology for forecasting emergency situations in real time.

Roman Sergeevich Tretyak: development of mathematical models used as part of the emergency fore-casting methodology.

Conflict of interest

The authors declare that they have no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Науменко, В.В. Исследование применимости существующих систем мониторинга для управления экстренным оповещением населения / С. А. Федоров, А. С. Москаленко, Р. И. Касимов // Современная наука и инновации. – №3. – 2016. – С. 73-79.
2. Карманова, М.В. Применение ГИС-модели территории для комплексного анализа условий возникновения природных пожаров на примере территории Алтайского края / С. Ю. Гортман // Интерэкспо Гео-Сибирь. – №7. – 2017. – С. 33-37.
3. Павличенко Е. А., Иванов В. В., Миськив С. И. Использование геоинформацион-ных систем при анализе и прогнозе природных чрезвычайных ситуаций на примере монито-ринга лесных пожаров // Технологии гражданской безопасности. – 2004. – №4. – С.46-51.
4. AbdelhamidHamani, LabbaciBoudjema 2013 A Generic Model Helps to Transit from Crisis Management to Natural Disasters Risk Management and Stabilize Sustainable Development Energy Procedia 36 977-984
5. Yikang Rui, Dingtao Shen, Shoaib Khalid, Zaigui Yang, Jiechen Wang 2015 GIS-based emergency response system for sudden water pollution accidents Physics and Chemistry of the Earth 79-82 115-121
6. РД 09-391-00. Методика расчета зон затопления при гидродинамических авариях на хранилищах производственных отходов химических предприятий.

7. РД 52.04.253-90. Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте.

8. РД 03-409-01. Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей (с изменениями и дополнениями).

9. Kopytov V.V., Petrenko V.I., Tebueva F.B., Streblianskaia N.V. 2016 An improved Brown's method applying fractal dimension to forecast the load in a computing cluster for short time series Indian Journal of Science and Technology 9(19) 93909.

10. Тебуева Ф.Б., Перепелица В.А. Разработка методики количественной оценки долговременной памяти эволюционных дискретных процессов // Вестник Ставропольского государственного университета. – Вып. 75 (4), 2011. – С. 39-43.

REFERENCES

1. Naumenko, V.V. Issledovaniye primenimosti sushchestvuyushchikh sistem monitoringa dlya upravleniya ekstremnym opoveshcheniyem naseleniya / S. A. Fedorov, A. S. Moskalenko, R. I. Kasimov // Sovremennaya nauka i innovatsii. – №3. – 2016. – S. 73-79.
2. Karmanova, M.V. Primeneniye GIS-modeli territorii dlya kompleksnogo analiza usloviy vozniknoveniya prirodnkh pozharov na primere territorii Altayskogo kraya / C. YU. Gortman // Interekspo Geo-Sibir'. – №7. – 2017. – S. 33-37.
3. Pavlichenko Ye. A., Ivanov V. V., Mis'kiv S. I. Ispol'zovaniye geoinformatsionnykh sistem pri analize i prognoze prirodnkh chrezvychaynykh situatsiy na primere monitoringa lesnykh pozharov // Tekhnologii grazhdanskoй bezopasnosti. – 2004. – №4. – S.46-51.
4. Abdelhamid Hamani, Labbaci Boudjema 2013 A Generic Model Helps to Transit from Crisis Management to Natural Disasters Risk Management and Stabilize Sustainable Development Energy Procedia 36 977-984
5. Yikang Rui, Dingtao Shen, Shoaib Khalid, Zaigui Yang, Jiechen Wang 2015 GIS-based emergency response system for sudden water pollution accidents Physics and Chemistry of the Earth 79-82 115-121
6. RD 09-391-00. Metodika rascheta zon zatopleniya pri gidrodinamicheskikh avariakh na khranilishchakh proizvodstvennykh otkhodov khimicheskikh predpriyatiy.
7. RD 52.04.253-90. Metodika prognozirovaniya masshtabov zarazheniya sil'nodeystvuyushchimi yadovitymi veshchestvami pri avariakh (razrusheniyakh) na khimicheski opasnykh ob'yektakh i transporte.
8. RD 03-409-01. Metodika otsenki posledstviy avariynykh vzryvov toplivno-vozdushnykh smesey (s izmeneniyami i dopolneniyami).
9. Kopytov V.V., Petrenko V.I., Tebueva F.B., Streblianskaia N.V. 2016 An improved Brown's method applying fractal dimension to forecast the load in a computing cluster for short time series Indian Journal of Science and Technology 9(19) 93909.
10. Tebuyeva F.B., Perepelitsa V.A. Razrabotka metodiki kolichestvennoy otsenki dolgovremennoy pamyati evolyutsionnykh diskretnykh protsessov // Vestnik Stavropol'skogo gosudarstvennogo universiteta. – Vyp. 75 (4), 2011. – S. 39-43.

ОБ АВТОРАХ | ABOUT AUTHORS

Копытов Владимир Вячеславович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры организации и технологии защиты информации, Институт информационных технологий и телекоммуникаций ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, + 7-918-751-33-43, E-mail: v.kopytov@infocom-s.ru, Scopus Author ID: 57082676700.

Kopytov Vladimir Vyacheslavovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Organization and Technology of Information Security, Institute of Information

Technologies and Telecommunications FSAEI HE "North-Caucasus Federal University", Stavropol + 7-918-751-33-43, E-mail: v.kopytov@infocom-s.ru, Scopus Author ID: 57082676700.

Науменко Владимир Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры организации и технологии защиты информации, Институт информационных технологий и телекоммуникаций ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, + 7-928-634-86-20, E-mail: v.naumenko@infocom-s.ru, Scopus Author ID: 57188731646

Naumenko Vladimir Vicktorovich, Candidate of Technical Sciences, Docent of the Department of Organization and Technology of Information Security, Institute of Information Technologies and Telecommunications FSAEI HE "North-Caucasus Federal University", Stavropol + 7-928-634-86-20, E-mail: v.naumenko@infocom-s.ru, Scopus Author ID: 57188731646.

Третьяк Роман Сергеевич, аспирант кафедры организации и технологии защиты информации, Институт информационных технологий и телекоммуникаций ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, + 7-918-769-83-10, E-mail: r.tretyak@infocom-s.ru.

Tretiak Roman Sergeevich, Graduate student, Department of Organization and Technology of Information Security, Institute of Information Technologies and Telecommunications FSAEI HE "North-Caucasus Federal University", Stavropol, + 7-918-769-83-10, E-mail: r.tretyak@infocom-s.ru.

Дата поступления в редакцию: 02.04.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 03.06.2021

Н.О. Уханов [N. O. Ukhanov]
К.Г. Ященко [K. G. Yachshenkov],
К.С. Дымко [Ks. S. Dymko],
А.В. Хныкин [A.V. Khnykin]

УДК: 004.93`1 + 004.912 + 004.048

DOI:10.37493/2307-910X.2021.2.6

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

APPLICATION OF THE TEXTUAL INFORMATION ANALYSIS METHOD FOR THE PROBLEM OF CLASSIFICATION OF SCIENTIFIC ARTICLE

Сибирский федеральный университет, Институт космических и информационных технологий, г. Красноярск, Россия/ Siberian Federal University, Institute of Space and Informational Technology, Krasnoyarsk, Russia, e-mail: nukhanov-ki19@stud.sfu-kras.ru

Аннотация

Рассматривается задача классификации научных статей.

Материалы, методы, результаты и обсуждения

Для решения предлагается использовать метод, основанный на совместном применении модели мешка слов и модели логистической регрессии. Сначала производится токенизация корпуса текстов, рассчитываются веса терминов (TF-IDF) и на основании полученных весов строится матрица признаков. Затем настраивается алгоритм обучения модели логистической регрессии, оптимизирующей функцию потерь кросс-энтропию методом стохастического градиентного спуска. Эксперимент проводится на наборе данных, состоящем из 2825 текстов, опубликованных в научных журналах. В ходе исследования была проведена оценка влияния типа токена на точность классификации модели, а также сравнивалась точность модели логистической регрессии, оптимизирующей функцию кросс-энтропии с разными видами классификаторов, использующих метод опорных векторов, и классификатором, использующим метод k-ближайших соседей.

Заключение

Предложенный метод предполагается использовать при создании рекомендательной системы, которая будет анализировать содержимое научной статьи и предлагать подходящие коды УДК или коды паспортов специальностей ВАК.

Ключевые слова: категоризация текстов, классификация текстов, классификация научных статей, логистическая регрессия, перекрестная энтропия, кросс-энтропия, TF-IDF, машинное обучение, обработка естественного языка

Abstract

The problem of classification of scientific articles is considered.

Materials and methods

For the solution, it is proposed to use a method based on the combined application of the bag of words model and the logistic regression model. First, the text corpus is tokenized, the term weights (TF-IDF) are calculated, and a feature matrix is constructed based on the weights obtained. Then the training algorithm of the logistic regression model is tuned, which optimizes the cross-entropy loss function by the method of stochastic gradient descent. The experiment is carried out on a dataset of 2825 texts published in scientific journals. In the course of the study, the influence of the token type on the classification accuracy of the model was assessed, and the accuracy of

the logistic regression model that optimizes the cross-entropy function was compared with different types of classifiers using the support vector machine, and the classifier using the k-nearest neighbors method.

Conclusion

The proposed method is supposed to be used to create a recommendation system that will analyze the content of a scientific article and offer appropriate UDC codes or codes of passports of the specialties of the Higher Attestation Commission.

Key words: categorization of texts, classification of texts, classification of scientific articles, logistic regression, cross-entropy, TF-IDF, machine learning, natural language processing

Introduction

Classification of scientific articles is an urgent task for a wide range of specialists and scientists who write and publish their works in scientific journals. For example, when writing a scientific article (or theses), the problem arises of assigning a certain UDC code to the work. To solve this problem, the teacode service [1] is currently actively used, it greatly simplifies the solution of the problem of determining the UDC, but still requires considerable effort in the search and does not exclude the high probability of an erroneous choice. Another example of the problem of classifying a scientific article is the problem of correctly correlating a scientific article to one of the specialties of the Higher Attestation Commission, recorded in the corresponding passports. In this article, we will consider the solution of only the second problem.

Setting up the classification algorithm

The above problems can be automated and solved using machine learning methods to classify the content of a scientific article. In this regard, the purpose of this study is to adapt the logit model to classify scientific articles using the bag-of-words model. In the bag of words model, the text is presented as an unordered set of all words included in it, without taking into account information about grammar, word order or relationships between them, but taking into account information about their number. For each word, the term frequency is calculated, and for each document, the inverse document frequency is calculated, after which the term frequency is multiplied by the inverse document frequency. The resulting statistical measure (TF-IDF) is used to assess the importance of a term in the context of a document. To train a logistic regression model, a feature matrix with TF-IDF values for each word in each document is fed into the input. For one epoch, the model alternately makes predictions for a fixed number of documents, and if any of the predictions is wrong, the cost / loss function and new gradient values are calculated for it, then a gradient step is made. After the end of the epoch, the model makes predictions for all documents from the test sample. The average value of the loss function is calculated and if it is less than the best value calculated in previous epochs, the current version of the model is saved. If the value of the loss function does not change for a given number of iterations, we conclude that further improvement of the model is impossible and stop training.

Let's consider in more detail the stage of preparing the matrix of features. A bag of words can be represented as a matrix, the rows of which correspond to individual documents or texts, and the columns to the token. The cell value at the intersection will be the number of occurrences of the word in the document. When preparing a bag of words, the text is broken up into tokens using a lexer (tokenizer, segmenter), which can be words, numbers and punctuation marks, as well as other tokens or character sets that the lexer can recognize. Of all the tokens, only the tokens of the words of the Russian language are selected, which are further lemmatized, i.e. are reduced to dictionary form. For each token, the number of occurrences in the document is counted and, based on this data, a bag of words matrix is created. Matrix rows correspond to documents, and columns correspond to tokens. Tokens and documents in the matrix should not be repeated.

The next step is to calculate the TF-IDF statistical measure for each token and document pair. To find out the frequency of a term, it is necessary to calculate the ratio of the number of occurrences of the token in the document to the total number of words in the document [2]:

$$tf(t, d) = \frac{n_t}{\sum_k n_k}, \quad (1)$$

where n_t – the number of occurrences of the token t in the document, and the denominator is the total number of words in the document.

In order to calculate the reciprocal frequency of a document, it is necessary to calculate the ratio of the total number of documents in the collection to the number of documents in which the token is encountered [2]:

$$idf(t, D) = \log \left(\frac{|D|}{|\{d_i \in D | t \in d_i\}|} \right), \quad (2)$$

where $|D|$ – the number of documents in the collection, $|\{d_i \in D | t \in d_i\}|$ – the number of documents from collection D in which the token t occurs (when $n_t \neq 0$). Next, we multiply the TF and IDF values and build a matrix of features, where the rows correspond to individual documents or texts, and the columns correspond to the token. The cell at the intersection will contain the TF-IDF value for the corresponding token in the corresponding document [2]:

$$tfidf(t, d, D) = tf(t, d) \times idf(t, D). \quad (3)$$

Consider the learning process of a logistic regression model. Since the data represents estimates of the importance of terms in the context of documents, assume that the relationship between the input data and the classes is linear. The model can be defined by the following formula [3, 4]:

$$\hat{y}(x) = \sigma(\omega^T x + b), \quad (4)$$

$$\sigma(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}, \quad (5)$$

where $\hat{y}(x)$ – is a model output, $x \in R^d$ – feature vector supplemented with a fictitious single feature $\omega \in R^d$ – weight vector, $\sigma(x)$ – logistic function b – bias.

Before training, the sample with examples must be divided into training and test. This is necessary so that after training the model on the training set, it is possible to check the quality of the model on the test set. The model is trained iteratively, one iteration is called an epoch. For one epoch, the model receives a batch of a certain fixed number of training examples, called a batch. For each training example, the model makes a prediction. For incorrect predictions, the average value of the loss function (binary cross-entropy) is calculated [5]:

$$BCE(\hat{y}, y) = -y \log(\hat{y}) - (1 - y) \log(1 - \hat{y}) \rightarrow \min, \quad (6)$$

where y – the class of the training example, and $\hat{y}$ – the calculated value of the logistic regression function. In order to understand where to shift the weight in order to minimize the error for a specific training example, it is necessary to take the derivative of the loss function with respect to this weight.

Let's calculate the average values of the gradients for each weight and use them to adjust the weights. After the end of the training epoch of the model, the model makes predictions for each example from the test sample. For mispredictions, the average of the loss function is calculated. If the value of the loss function has decreased in comparison with the value calculated for the previous epoch, it is necessary to save a copy of the model, since further training does not guarantee the im-

provement of the model. The training of the model stops when the value of the loss function has not decreased for a certain fixed number of epochs, set at the beginning of the training process. The given model is capable of predicting belonging to two classes. In order for the model to predict belonging to more than two classes, the vector of weights must be replaced by a matrix of weights, and the cross-entropy (cross-entropy) must be used as the loss function [6]:

$$CE(\hat{y}, y) = -\sum_{i=1}^c y_i \log(\hat{y}_i). \quad (7)$$

Instead of the logistic function, it is necessary to use the Softmax function [7]:

$$\sigma(z)_i = \frac{e^{z_i}}{\sum_{k=1}^K e^{z_k}}. \quad (8)$$

Implementation and evaluation of the accuracy of the classification algorithm

When implementing the algorithm for the classification of scientific articles, the programming language "Python" [8] and the modules "torch" [9], "numpy" [10], "scipy" [11], "natasha" [12] were used.

To assess the accuracy of the classifier, a corpus of 2825 texts published in scientific journals was assembled. All texts are assigned a passport code of the scientific specialty of the Higher Attestation Commission, the corpus contains texts related to 7 sciences (Table 1): biological sciences (03.00.00), technical sciences (05.00.00), economic sciences (08.00.00), philological sciences (10.00.00), medical sciences (14.00.00), psychological sciences (19.00.00), sociological sciences (22.00.00).

Table 1- Class distribution

Class	1	2	3	4	5	6	7
Number of texts	615	1143	243	219	170	280	155

7 experiments were carried out (Table 2), in which the accuracy of the model with different types of tokens was checked. Dictionaries were compiled with tokens consisting of 1 word, 2 words, 3 words, 4 words, 3 characters, 4 characters and 5 characters.

Table 2 - Results of experiments with types of tokens

	Number of unique tokens	Number of unique tokens after decimation of the dictionary	Proportion of correct predictions of the best model	Average value of the learning loss function	Average value of the loss function during validation
Token from 1 lemma	114304	20362	0.86614	0.24047	0.40865
Token of 2 lemmas	1267086	69421	0.84645	0.97052	0.48109
Token of 3 lemmas	2409446	25198	0.84251	0.05909	0.40843
Token of 4 lemmas	2677090	7379	0.81496	0.12485	0.59561
3 character token	35912	18070	0.83070	0.19970	0.52240
4 character token	264916	109481	0.81496	0.91202	0.57146
5 character token	1080037	294957	0.84251	0.79328	0.39698

When training a logistic regression model, the accuracy of the model weakly depends on the selected type of token, but when using other models, the correct choice of the tokenizer can significantly reduce the number of features and increase the accuracy of the classifier.

Then, 8 experiments were carried out, in which the accuracy of the operation of different models was compared (Table 3). During the experiments, a dictionary with tokens consisting of 3 characters was used. The software implementation of the models is taken from the sklearn module [13]. The model was trained and evaluated using two different datasets. The volumes of the training and validation sample were 90% and 10% of the text corpus, respectively.

Since the imbalance of the classes in the dataset can greatly affect the studied models, for each class the weights of the classes were calculated, which were used to train the models.

Table 3-Results of experiments with different types of models

№	Model	Proportion of correct predictions of the best model.
1	Logistic regression with stochastic gradient descent based on adaptive estimation of the 1st and 2nd order moments (LogisticRegression Adam, own implementation)	0.83070
2	Support Vector Machine Classification with Stochastic Gradient Descent (SVM SGD)	0.68110
3	Support Vector Machine Classification with Radial Basis Function Kernel (SVC RBF)	0.58267
4	Support Vector Classification with Linear Kernel (SVC Linear)	0.54330
5	Support Vector Machine Classification with Linear Kernel and SVC Linear Crammer and Singer	0.64173
6	Support Vector Machine Classification with Polynomial Function Kernel (SVC Polynomial)	0.12204
7	K-Nearest Neighbor Classification	0.40551
8	Multilayer perceptron with stochastic gradient descent based on adaptive estimates of the 1st and 2nd order moments. Model optimizes cross-entropy function (MLP Adam)	0.82677

Models optimizing the cross-entropy function performed better than support vector machines and k-nearest neighbors.

Conclusion

The application of the proposed algorithm, which includes the joint implementation of the bag of words and logistic regression methods, allowed the development of a classifier of scientific articles. The scientific article coming into the input of the developed software, passing the classification stage, is correlated with the well-known scientific specialties approved by the Higher Attestation Commission. Further work will be aimed at complicating the classifier so that it will automatically assign the UDC index to an incoming scientific article. In addition, a graphical interface of the program will be developed for a more convenient user experience.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник кодов УДК и ВАК. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://teacode.com/online/udc/> (Дата обращения: 24.05.2021).
2. Осипова, Ю.А. Применение кластерного анализа методом К-средних для классификации текстов научной направленности. / Ю.А. Осипова, Д.Н. Лавров // Математические структуры и моделирование. – 2017. – № 3 (43). – С. 108-121.
3. Таскин, А.С. Линейная регрессия с кластеризацией по признаку на данных с действительными величинами / А.С. Таскин, Е.М. Миркес // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. – 2012. – № 3 (43). – С. 71-76.

4. Жамалова, Г.Б. Информационное моделирование с применением искусственных нейронных сетей // Academic Research in Educational Sciences. – 2020. – № 1 (3). – С. 730-742.
5. Козлова, Ю.А. Метод идентификации пользователей по рукописному кодовому слову / Ю.А. Козлова, К.А. Майков // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. – 2019. – № 22. – С. 19-20.
6. Бабичев, С.А. Оптимизация процесса предобработки информации в системах кластеризации высокоразмерных данных // Радиоэлектроника, информатика, управление [Радиоэлектроника, информатика, управление]. – 2014. – № 2. – С. 135-142
7. Харламов, А.А. Нейросетевые подходы к классификации текстов на основе морфологического анализа / А.А. Харламов, Ле Мань Ха // Труды МФТИ. – 2017. – № 9 (2). – С. 143-150.
8. Язык программирования Python. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.python.org/> (Дата обращения: 24.05.2021).
9. Программный модуль PyTorch. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pytorch.org/> (Дата обращения: 24.05.2021).
10. Программный модуль NumPy. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://numpy.org/> (Дата обращения: 24.05.2021).
11. Программный модуль SciPy. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.scipy.org/> (Дата обращения: 24.05.2021).
12. Github репозиторий программного модуля Natasha. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://github.com/natasha/natasha/> (Дата обращения: 24.05.2021).
13. Программный модуль scikit-learn. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sklearn.org/> (Дата обращения: 24.05.2021).

REFERENCES

1. *Spravochnik kodov UDK i VAK* [Reference book of UDC and VAK codes]. Available at: <https://teacode.com/online/udc/>. (Accessed 24 May 2021).
2. Osipova, Yu.A. Primenenie klasterного analiza metodom K-srednikh dlya klassifikatsii tekstov nauchnoy napravlenosti [The use of cluster analysis by the K-means method for the classification of scientific texts] / Yu.A. Osipova, D.N. Lavrov // Matematicheskie struktury i modelirovanie [Mathematical structures and modeling]. – 2017. – No 3 (43). – P. 108-121.
3. Taskin, A.S. Lineynaya regressiya s klasterizatsiey po priznaku na dannykh s deystvitel'nyimi velichinami [Linear regression with clustering by attribute on data with real values] / A.S. Taskin, E.M. Mirkes // Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo aerokosmicheskogo universiteta imeni akademika M. F. Reshetneva [Bulletin of the Siberian State Aerospace University named after Academician M.F. Reshetnev]. – 2012. – No 3 (43). – P. 71-76.
4. Zhamalova, G.B. Informatsionnoe modelirovanie s primeneniem iskusstvennykh neyronnykh setey [Information modeling using artificial neural networks] // Academic Research in Educational Sciences. – 2020. – No 1 (3). – P. 730-742.
5. Kozlova, Yu.A. Metod identifikatsii pol'zovateley po rukopisnomu kodovomu slovu [Method of user identification by handwritten code word] / Yu.A. Kozlova, K.A. Maykov // Novye informatsionnye tekhnologii v avtomatizirovannykh sistemakh [New information technologies in automated systems]. – 2019. – No 22. – P. 19-20.
6. Babichev, S.A. Optimizatsiya protsessa predobrabotki informatsii v sistemakh klasterizatsii vysokorazmernykh dannykh [Optimization of information preprocessing in high-dimensional data clustering systems] // Radioelektronika, informatika, upravlinnya [Radioelectronics, informatics, control]. – 2014. – No 2. – P. 135-142.
7. Kharlamov, A.A. Neyrosetevye podkhody k klassifikatsii tekstov na osnove morfologicheskogo analiza [Neural network approaches to the classification of texts based on morphological analysis] / A.A. Kharlamov, Le Man' Kha // Trudy MFTI [Proceedings of MIPT]. – 2017. – No 9 (2). – P. 143-150.

8. Python programming language website. Available at: <https://www.python.org/>. (Accessed 24 May 2021).
9. PyTorch software module website. Available at: <https://pytorch.org/>. (Accessed 24 May 2021).
10. NumPy software module website. Available at: <https://numpy.org/>. (Accessed 24 May 2021).
11. SciPy software module website. Available at: <https://www.scipy.org/>. (Accessed 24 May 2021).
12. Github repository of the Natasha software module. Available at: <https://github.com/natasha/natasha/>. (Accessed 24 May 2021).
13. Scikit-learn software module website]. Available at: <https://sklearn.org/>. (Accessed 24 May 2021).

ОБ АВТОРАХ | ABOUT AUTHORS

Уханов Никита Олегович, студент Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета, 660074, Красноярск, Академика киренского 26 к1, +7-(391)-291-23-33, uhanov.nikita1997@gmail.com

Ukhanov Nikita Olegovich, student of SibFU, 660074, Krasnoyarsk, Akademika Kirenskogo, Krasnoyarsk Region, Russian Federation, uhanov.nikita1997@gmail.com +73912912333

Ященков Кирилл Геннадьевич, студент Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета, 660074, Красноярск, Академика киренского 26 к1, +7-(391)-291-23-33, kirillyashenkov@gmail.com

Yachshenkov Kirill Gennadievich, student of SibFU, 660074, Krasnoyarsk, Akademika Kirenskogo, 26 k1, Krasnoyarsk Region, Russian Federation, kirillyashenkov@gmail.com +73912912333

Дымко Ксения Сергеевна, студент Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета, 660074, Красноярск, Академика киренского 26 к1, +7-(391)-291-23-33, ksenija.dym@ya.ru

Dymko Ksenija Sergeevna, student of SibFU, 660074, Krasnoyarsk, Akademika Kirenskogo, 26 k1, Krasnoyarsk Region, Russian Federation, ksenija.dym@ya.ru +73912912333

Хныкин Антон Владимирович, канд. техн. наук, доцент базовой кафедры «Интеллектуальные системы управления» Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета, 660074, Красноярск, Академика киренского 26 к1, +7-(391)-291-23-33, akhnykin@sfu-kras.ru

Khnykin Anton Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the base Department «Intelligent management systems» of SibFU Institute of space and information technologies, 660074, Krasnoyarsk, Akademika Kirenskogo, 26 k1, Krasnoyarsk Region, Russian Federation

Дата поступления в редакцию: 02.04.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 03.06.2021

Е. П. Грабчак [Ev. P. Grabchak]¹
В. В. Григорьев [Vl. V. Grigoriev]²
Е.Л. Логинов [Ev. L. Loginov]³

УДК 658

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.7

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАБЛЮДАЕМОСТИ И
УПРАВЛЯЕМОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ
СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В
УСЛОВИЯХ ПОСТУПЛЕНИЯ
ЦИФРОВЫХ КОМАНД С БОЛЬШОЙ
КОМПОНЕНТОЙ ИСКАЖЕНИЙ В
СЛОЖНЫХ НЕСТАНДАРТНЫХ
СИТУАЦИЯХ**

**PROVISION OF OBSERVABILITY AND
CONTROLLABILITY OF COMPLEX
TECHNICAL SYSTEMS UNDER THE
CONDITIONS OF RECEIVING
COMMANDS WITH A LARGE
COMPONENT OF DISTORTION UNDER
DIFFICULT AND IRREGULAR
SITUATIONS**

¹Минэнерго России/ Ministry of Energy of Russia, e-mail: grabchak.eug@gmail.com.

²МГИМО МИД России/ MGIMO (University) of the Ministry of Foreign Affairs of Russia

³Институт экономических стратегий/ Institute for Economic Strategies

Аннотация

В статье рассматриваются проблемы развития автоматизированной информационной системы мониторинга и управления техническим состоянием оборудования сложных технических систем (АЭС и ТЭС).

Материалы, методы, результаты и обсуждения

Для улучшения управления в условиях получения искаженного командного сигнала обоснована необходимость автоматического распознавания и синтеза данных, осложненных компонентой «белого» шума. Предлагается создание программного комплекса, обеспечивающего мониторинг и анализ команд, запросов, сигналов для замены сомнительных или нераспознанных командных сигналов, полученных от неидентифицированного абонента по незащищенному каналу связи. Осуществляется подборка наиболее похожей команды из накопленной библиотеки команд с учетом обоснованной степени вероятности совпадения и возможного ущерба системе в случае ошибочной замены команды.

Заключение

Сформулированы мероприятия по повышению надежности программного комплекса с использованием нейронных технологий.

Ключевые слова: управляющие команды, информационная система, каналы связи, распознавание, синтез, нейронные технологии.

Abstract

The article deals with the problem of development of the automated system of monitoring and control of the technical conditions of complex technical systems (NPP and TPP).

Materials, methods, results and discussions

It proves the necessity of automatic recognition and synthesis of data complicated because of the component of “white” noise for the sake of improvement of control under the conditions of receiving distorted command signal. It offers the development of a software complex providing monitoring and analysis of commands, requests, signals for substitution of questionable and unrec-

ognized command signals received from an unidentified caller via the unprotected communication channel. The most similar command from the library of commands is chosen taking into account the probability of the coincidence and probable damage caused by erroneous replacement of the command.

Conclusion

The article offers actions to raise the level of safety of the software complex with the use of neural technologies.

Key words: control commands, information system, communication channel, recognition, synthesis, neural technologies.

Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-010-00956 А «Стратегия внедрения элементов цифровой экономики России для оптимизации взаимодействия агрегированных групп экономических агентов на основе развития логистики цифровых активов и интеллектуальной мобильности»/ The article is prepared with the financial support from the Russian Fundamental Research Foundation (project № 19-010-00956 А «The strategy for the implementation of the digital economy of Russia for the optimization of the interaction of the aggregated groups of economic agents on the base of the development of digital assets' logistics and intelligent mobility»

Introduction

The development of modern computer technologies, the empowerment of software, the optimization of the architecture of hardware-based computational tools, the increase of sensitivity of sensors, the integration of various computational frameworks into the system of ACS TP (Automated control system of technological process) at nuclear power plants (NPP) and thermal power plants (TPP) has enabled us to control complex equipment maintenance processes in an on-line real-time mode [8;20].

At the same time the development of technology that would provide improvement of control under the conditions of receiving the distorted command signal taking into account special semantic features of the process of recognition of algorithmic commands by managing the equipment of nuclear power plants (NPP) and thermal power plants (TPP) is a relevant and practically significant issue [3;11].

The probable solution of this problem could make it possible to expand the characteristic profile of means of denoising for a substantial improvement of control of a distorted control signal taking into account special semantic features of recognition of algorithmic commands by management of equipment of NPP and TPP.

Functional characteristics of an automated information system of monitoring and control of the technical condition of equipment

The installation of the automated info system of monitoring and control of technical condition of equipment has made it possible to detect the parameter deviations in the operation of NPP and TPP [5-7]. On the base of analysis of equipment exploitation processes, described in the mathematical model of an automated system of monitoring and control of technical condition of equipment the system enables us to predict the emergence of defects that influence the technical condition of equipment [1;15]. The workplans are formed for priority repair works according to predicted category of the condition of equipment [4; 10].

Modern automated system of monitoring of and control of the technical condition of NPP and TPP equipment implements the following major functions:

- collecting of data containing technological parameters of the process of control of the condition of equipment;
- processing of current parameters with the use of various mathematic models;
- analysis of the results of processing, modelling and displaying results of the level of equipment condition index (recognition of the category of the equipment condition);
- representation and provision of information in the system of planning and managing of control settings as well as that of forecast of equipment condition.

The central core of the whole system is the sub-system carrying out the assessment of the level of equipment condition index. In the system is implemented the combination of the various types of digital monitoring of technical condition of equipment and mathematic approaches to their processing and analysis of the results for the optimization of technological regimes [13–14; 16].

On the base of set indexes of the influence of parameters on the index of technical condition of equipment is assessed the probability of the emergence of a defect [9; 22].

In addition to the shown sub-systems is also implemented the process of the digital monitoring of technical condition of equipment. As a result of collection and processing of from the sensors detecting abnormal situations, that can result into the emergence of defects, the process identifies the defects caused by the breaking of the normative rules of exploitation [17–19]. The procedure specifies the causes of their emergence and assesses the likelihood of spillover of the situation beyond the controllable technological regimes [12; 21].

The objectives of the system development

For the further development we must resolve the following problems, the successful solution of which is mostly vital:

- to develop the automated command management info system based on the technology of the recognition and synthesis of date including “white” noise by receiving algorithmic commands of management of equipment of NPP and TPP;
- to develop the automated system on the base of technology of the identification of authenticity of the source of controlling commands according to a group of settings defined with the use of neural network-based methods to provide the safety of NPP and TPP operation;
- to develop the system of recognition of ultralow command message transmission based on the technology of recognition and synthesis of algorithmic commands by management of NPP and TPP;
- to develop the system of command verification for the equipment management system.

Moreover, for the effective solution of these issues it’s necessary to implement the following supporting tasks:

- to develop methods of creation of a system that would recognize key command signals and technical commands for a certain technical sub-system that enables to build monitoring systems for various directions of activity by means of the change of recognition criteria;
- to create a technology improving management and legibility of overnoised command signals taking into account the major special semantic features of recognition of algorithmic commands by management of NPP and TPP;
- to develop an algorithmic language for the solution of the tasks of development of systems of automatic recognition and computer synthesis of commands by management of equipment with certain components making it more difficult to get inside (“to hack”) the system for outsiders and to intercept the control of the whole system;
- to develop a technology of the automatic preliminary processing of commands and of assessment of commands being received in terms of stability of control under the circumstances of complicated non-standard and sometimes extreme situations by management of NPP and TPP. The aim is to improve the stability of control on the base of identification that is immune to interference by a group parameters defined by neural network-based technologies.

The structure of the constructed software complex

The program complex being developed should include the following program components:

1. The section of preliminary processing providing the decrease in the number of distortions of the command signal caused by imperfection of the recognition program complex and transmission channel.
2. The section of extraction of parameters of the command signal transforming the distorted command signals into a set of parameters suitable for recognition and immune identification according to a group of settings defined by neural network-based technologies.

3. The program complex providing the definition of commands, requests and signals inter alia with choosing the most similar command from the library of commands for the substitution of command signals received from an unidentified user via an unprotected communication channel.

4. The program complex carrying out the routing of received command signals inside digital communication center NPP and TPP using the information with a filtrated component of "white" noise.

5. The program sector giving a command response with the use of technology of synthesis of the distorted received algorithmic commands by management of equipment via all possible communication channels.

The constructed program complex must provide:

- 1) The recognition of algorithmic commands by management of equipment of NPP and TPP.
- 2) A quick definition of setting of recognized technical commands.
- 3) The management of the speed and reliability of recognition.
- 4) The highlighting of the informative part in the information flow with a filtrated component of "white" noise.
- 5) Development of a set of commands that with probability at least 90% would be able to substitute correctly the unidentified and questionable commands (according to the criteria of comparability with the library of standard commands). Meanwhile are used the technologies of synthesis of the distorted received algorithmic commands of management of NPP and TPP via all possible communication channels in real time and with the minimum retardation.

Characteristics of the constructed program complex

The output data of the developed program complex must be the result of substitution of unidentified commands with the use of technology of synthesis of the distorted algorithmic commands compared with those from the library of commands taking into account the highest probability of coincidence and the criteria of potential damage to the system in case of an erroneous substitution of a command [2].

The system must include the possibility of processing of command signals of low quality (the decrease of the level of interference, the compensation of distortions) with the aim of providing the possibility for the further recognition of algorithmic commands by management of equipment of NPP and TPP.

The system being developed must incorporate the automatic program complex for the recording the command signal, for keeping the command signal and for users identification from the samples of his algorithmic commands by management of equipment.

The program complex being constructed must also include the following program components:

- the storage unit for recording and keeping the command signal providing the record with minimum distortion of the signal;
- the unit of preliminary processing providing the decrease of distortions of the command signal caused by the imperfection of the recognizing program complex and transmission channel;
- the highlighter of parameters of the command signal transforming the distorted command signal into a set of parameters suitable for identification;
- program complex providing the automated identification of the user by the processing of algorithmic commands received via any possible communication channel.

The constructed system will allow:

- to transmit command messages via reliable communication channels with an extremely inadequate off-take capacity and with a high level of noise interference and distortion;
- to increase the quantity of transmission channels for command messages through an extreme lowering of the requirement to speed of the transmission.

The special features of the development of digital info services used for the needs of management of NPP and TPP

According to the experience of some European countries we must take into consideration that the hopes concerning the intelligent energy, intelligent networks, smart grid, active-adaptive networks and other similar technologies as universal systems making it possible to optimize any processes at NPP and TPP haven't yet proven successful in our country.

The increase of the number of intellectual elements of energy systems with a significant component of autonomous adaptive behavior gives possibility to the narrow segment optimization which has been recently widely advertized. And at the same time it creates, which is lesser-known, the risks of cascade blackouts thanks to the features of the present structure of extremely large energy systems one of which is the united Russian energy system in contrast to a small segmented network-based economies of the EU-countries and of that of the USA.

For instance, these are the risks of a sudden rapid gliding trend of energy system under the conditions of peak consumption exceeding the normative limit values embedded into the every single intelligent device which leads to the self-blackout along the chain of the regulating devices in case of a major accident, especially under the conditions of increase in the consumption of power in winter.

The approach outlined above makes it possible to identify in realtime the vulnerabilities of under the information attack and other emergency situations with digital equipment of the nuclear and thermal power plants, which finally contribute to the strengthening of stability of the operation of the Russian energy system.

The offered analytic methods of the identification of vulnerability make it possible to implement proactive cascade blackouts of the local control units as a part of clusters maintaining the stable work of the whole system and to apply relevant measures for the reconstruction of the information subsystems of the objects of plants. It gives a possibility to calculate the intended transmission matrices for the regulation of dynamism of the objects' operation when integrating them into synchronous groups for the class of complex nonlinear objects with a time lag when scalar input and output signals of the local subsystems are countable.

As a result, we preserve the process of taking decisions determined by functional objectives of individual NPP and TPP facilities and thus is maintained the stability of the system to some list of variations of disturbance from the predictable area.

Features in the energy sector of Russia

In Russia, taking into account the economic and political realities of recent years, there is an increasing need to improve the efficiency of the processes of preparation of critical infrastructure systems to complex or extreme conditions of the impact of negative factors, when the targeted damage of one or more nodes with a large number of connections (degree centrality) leads to the disintegration of the entire fuel and energy super system.

A model of self-organization and decay of functional neural network structures (with a large similarity in relation to electric power networks) can be applied to TER transportation systems.

The United States has adopted a «National infrastructure protection plan», which includes an Annex on the protection of power system facilities (Energy Sector-Specific Plan). The main purpose of this document is to plan measures to prevent, neutralize or reduce the consequences of terrorist phenomena of natural or man-made nature on the elements of the energy infrastructure of the country and to carry out practical measures to prepare the nation for action in the event of terrorist attacks or emergencies at energy facilities.

Conclusions

Through the construction in a single complex of the monitoring system and system of management of technical conditions of equipment of as well as the system of self-training and optimization of technological parameters of the digital support of the safety of operating of equipment for optimization of the technological regimes.

For the further development of the system the following steps are to be performed:

- 1) The construction of methods of the recognition of key command signals and technical commands for a certain technical sub-system that would allow to create the monitoring sub-systems for various directions of activity through the change of the recognition criteria.
- 2) The creation of technology of improvement of management and recognition of the over noised command signals taking into account the major semantic features of recognition of algorithmic commands by management of equipment of NPP and TPP;
- 3) The investigation of the features of an algorithmic language with components making it more difficult to get inside ("to hack") the system for outsiders and to intercept the control of the whole system.
- 4) The construction of technology of automatic preliminary processing and assessment in terms of the stability of control of nonlinearly received algorithmic commands in complex non-standard inter alia extreme situations by management of equipment of NPP and TPP for the improvement of the stability of control on the base of methods of noise-immune identification on a group of parameters defined by the neural network-based methods.
- 5) The construction of automated command control info services on the base of recognition technology and data synthesis complicated by the component of "white" noise when receiving algorithmic commands for the management of equipment.
- 6) The creation of automated services on the base of technology that recognizes the authenticity of the source of control commands according to a group of settings defined by the neural network-based methods for the provision of the security of operating of NPP and TPP.
- 7) The creation of technology of extremely low-speed transmission of command messages on the base of recognition technology and synthesis of algorithmic commands by management of equipment.
- 8) The construction of automated command services on the base of automatic recognition technology and data synthesis complicated by the component of "white" noise when receiving algorithmic commands for the management of NPP and TPP for the optimization of the process of monitoring of received commands.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агеев А.И. Информационные системы управления в чрезвычайных ситуациях // Экономические стратегии. 2019. Т. 21, №2 (160). – С. 20-29.
2. Андранович Б.С. Организация противоаварийного управления при аварийном дефиците мощности в изолированной энергосистеме // Известия НТЦ Единой энергетической системы. 2019. №2 (81). – С. 6-13.
3. Bahtizin A.R. Using artificial intelligence to optimize intermodal networking of organizational agents within the digital economy // Journal of Physics: Conference Series 5, Advanced Systems and Technologies in Non-Destructive Testing (NDT); Methods and Diagnostic Tools for Medical Application; Materials Science and Electronics. Сер. "V International Conference on Innovations in Non-Destructive Testing SibTest". 2019. – С. 12042.
4. Бойко П.А. Повышение эффективности защиты систем энергетической инфраструктуры России от сетевых атак в условиях расширения сектора интеллектуальных систем управления // Образование. Наука. Научные кадры. 2018. №4. – С. 222-228.
5. Борталевич С.И. Проблемы прогнозирования критических технических ситуаций в ЕЭС России с учетом SMART GRID // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2018. №1. – С. 30-37.
6. Воропай Н.И. Проблемы развития цифровой энергетики в России // Проблемы управления. 2019. №1. – С. 2-14.
7. Грабчак Е.П. Повышение устойчивости работы АСУ ТП в условиях нелинейной динамики технологических процессов, приводящих к самоорганизованной критичности работы ТЭС и АЭС // Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно

- развитых регионах. Материалы XIII Международной научно-практической конференции (г. Кемерово). – Кузбасский государственный технический университет. 2019. – С. 117.1-117.5.
8. Grabchak E.P. Problems of standardizing and technical regulation in the electric power industry // Thermal Engineering. 2016. Т. 63, №14. – С. 971-977.
9. Грабчак Е.П. Цифровая трансформация электроэнергетики. Основные подходы // Энергия единой сети. 2018. №4 (40). – С. 12-26.
10. Грабчак Е.П. Цифровые подходы к управлению объектами электро- и теплоэнергетики с применением интеллектуальных киберфизических систем // Надежность и безопасность энергетики. – 2019. – Т. 12, № 3. – С. 172-176.
11. Lepskiy V.E. Disruptive situation management in digital economy // Proceedings of 2018 11th International Conference "Management of Large-Scale System Development", MLSD 2018. – С. 8551949.
12. Loginov E.L. Intelligent monitoring, modelling and regulation information traffic to specify the trajectories of the behaviour of organizational agents in the context of receipt of difficult-interpreted information // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. – С. 012015.
13. Loginov E.L. Network information attacks on the control systems of power facilities belonging to the critical infrastructure // Thermal Engineering. 2015. Т. 62. №4. – С. 233-239.
14. Логинов Е.Л. Сетецентрическое управление объектами атомного энергопромышленного комплекса России как многоагентной системы с большим числом квази-автономных организационных и технических элементов с собственными управленческими траекториями // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2017. №1. – С. 112-119.
15. Loginov E.L. The use of artificial intelligence's elements to block the manifestations of individuals' behavioral activity going beyond the quasi-stable states // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 019. – С. 012028.
16. Логинов Е.Л. Управление экономикой России в условиях с предельно большой компонентой неопределенности развития чрезвычайных ситуации и критического недостатка информации // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2019. №4. – С. 104-110.
17. Медведева Е.А. Проблемы управления производственными активами и подходы к их разрешению // Аудитор. 2016. Т. 2. №4. – С. 27-33.
18. Raikov A.N. Optimization of the introduction of end-to-end technologies to the energy critical infrastructure on the basis of cognitive simulation // Proceedings of 2018 11th International Conference "Management of Large-Scale System Development", MLSD, 2018. – С. 8551883.
19. Soldatov A.I. Controlling the operation of the intelligent generator and energy translator integrated from space and planetary objects as the elements of a power plants in space (in orbit) // Journal of Physics: Conference Series. 2019. – С. 12040.
20. Chinaliev V.U. Strategic planning of integrated development in the field of science and technology of the enterprises of the machine-building production // Journal of Physics: Conference Series. 2019. – С. 12041.
21. Чиналиев В.У. Управление сложными человеко-машинными системами с расширенной интеллектуальной компонентой при работе ТЭС в условиях нелинейной динамики воздействия неучтенных факторов, приводящих к аварийным возмущениям. // Искусственные общества. 2019. Т. 14. №4. – С. 13-18.
22. Шкута А.А. Развитие интеллектуальных сервисов в автоматизированных информационных системах управления. –М.: Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. 2018. – 214 с.

REFERENCES

1. Ageev A.I. Information management systems in emergency situations // Economic strategies. 2019.Vol. 21, No. 2 (160). -P. 20-29.
2. Andranovich B.S. Organization of emergency control in case of emergency power shortage in an isolated power system. Izvestiya NTC of the Unified Energy System. 2019. No. 2 (81). -P. 6-13.
3. Bahtizin A.R. Using artificial intelligence to optimize intermodal networking of organizational agents within the digital economy // Journal of Physics: Conference Series 5, Advanced Systems and Technologies in Non – Destructive Testing (NDT); Methods and Diagnostic Tools for Medical Application; Materials Science and Electronics. Ser. «V International Conference on Innovations in Non-Destructive Testing SibTest».2019 .- P. 12042.
4. Boyko P.A. Increasing the efficiency of protection of energy infrastructure systems in Russia from network attacks in the context of expanding the sector of intelligent control systems // Education. The science.Scientific personnel.2018. No. 4. -P. 222-228.
5. Bortalevich P.I. Problems of forecasting critical technical situations in the UES of Russia taking into account SMART GRID // Problems of safety and emergency situations. 2018. No. 1. -P. 30-37.
6. Voropay N.I. Problems of development of digital energy in Russia // Problems of management. 2019. No. 1. -P. 2-14.
7. Grabchak E.P. Increasing the stability of the APCS operation in the conditions of nonlinear dynamics of technological processes leading to self-organized criticality of the operation of TPPs and NPPs // Life safety of enterprises in industrially developed regions. Materials of the XIII International Scientific and Practical Conference (Kemerovo).- Kuzbass State Technical University.2019 .- P. 117.1-117.5.
8. Grabchak E.P. Problems of standardizing and technical regulation in the electric power industry // Thermal Engineering. 2016.Vol. 63, No. 14. -P. 971-977.
9. Grabchak E.P. Digital transformation of the electric power industry. Basic approaches // Energy of a single network. 2018. No. 4 (40). -P. 12-26.
10. Grabchak E.P. Digital approaches to the management of electrical and heat energy facilities using intelligent cyber-physical systems // Reliability and Safety of Energy. 2019. - T. 12, No. 3. -P. 172-176.
11. Lepskiy V.E. Disruptive situation management in digital economy // Proceedings of 2018 11th International Conference «Management of Large-Scale System Development», MLSD 2018. - P. 8551949.
12. Loginov E.L. Intelligent monitoring, modeling and regulation information traffic to specify the trajectories of the behavior of organizational agents in the context of receipt of difficult-interpreted information // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019 .- P. 012015.
13. Loginov E.L. Network information attacks on the control systems of power facilities belonging to the critical infrastructure // Thermal Engineering. 2015. T. 62. No. 4. -P. 233-239.
14. Loginov E.L. Network-centric control of objects of the nuclear power-industrial complex of Russia as a multi-agent system with a large number of quasi-autonomous organizational and technical elements with their own management trajectories // Problems of safety and emergency situations. 2017. No. 1. -P. 112-119.
15. Loginov E.L. The use of artificial intelligence's elements to block the manifestations of individuals' behavioral activity going beyond the quasi-stable states // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 019 .- P. 012028.
16. Loginov E.L. Management of the Russian economy in conditions with an extremely large component of uncertainty in the development of emergency situations and a critical lack of information // Problems of safety and emergency situations. 2019. No. 4. -P. 104-110.

17. Medvedeva E.A. Problems of management of production assets and approaches to their resolution // Auditor. 2016. Т. 2. No. 4. -P. 27-33.
18. Raikov A.N. Optimization of the introduction of end-to-end technologies to the energy critical infrastructure on the basis of cognitive simulation // Proceedings of 2018 11th International Conference «Management of Large-Scale System Development», MLSD, 2018. - P. 8551883.
19. Soldatov A.I. Controlling the operation of the intelligent generator and energy translator integrated from space and planetary objects as the elements of a power plants in space (in orbit) // Journal of Physics: Conference Series. 2019.- P. 12040.
20. Chinaliev V.U. Strategic planning of integrated development in the field of science and technology of the enterprises of the machine-building production // Journal of Physics: Conference Series. 2019.- P. 12041.
21. Chinaliev V.U. Management of complex human-machine systems with an extended intellectual component during the operation of TPPs under conditions of nonlinear dynamics of the impact of unaccounted factors leading to emergency disturbances. // Artificial societies. 2019.Vol. 14.No.4. -P. 13-18.
22. Shkuta A.A. Development of intelligent services in automated information management systems. – М.: Financial University under the Government of the Russian Federation. 2018.- 214 p.

ОБ АВТОРАХ | ABOUT AUTHORS

Грабчак Евгений Петрович, кандидат экономических наук, заместитель Министра энергетики Российской Федерации, Минэнерго России, 107996, г. Москва, Щепкина, д.42, 8-495-631-89-59, grabchak.eug@gmail.com.

Григорьев Владимир Викторович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики, эконометрики и информационных технологий факультета международных экономических отношений, МГИМО (У) МИД России, 119454, Москва, пр. Вернадского, 76, 8- 985-997-07-44, grigorievv@mail.ru

Логинов Евгений Леонидович, доктор экономических наук, профессор РАН, дважды лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, заместитель директора, Институт экономических стратегий, 101000, Москва, Сретенский б-р, 6/1 строение 1, 8-903-100-78-24, loginovel@mail.ru.

Grabchak Evgeny Petrovich, Candidate of Economic Sciences, Deputy Minister of Energy of the Russian Federation, Ministry of Energy of Russia, 107996, Moscow, Schepkina, 42, 8-495-631-89-59, grabchak.eug@gmail.com.

Grigoriev Vladimir Viktorovich, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, Econometrics and Information Technologies of the Faculty of International Economic Relations, MGIMO (University) of the Ministry of Foreign Affairs of Russia, 119454, Moscow, Vernadsky Ave., 76, 8- 985-997-07-44, grigorievv@mail.ru

Loginov Evgeniy Leonidovich, Doctor of Economics, Professor of the Russian Academy of Sciences, twice laureate of the RF Government Prize in Science and Technology, Deputy Director, Institute for Economic Strategies, 101000, Moscow, Sretenskyblvd., 6/1 building 1, 8-903-100-78-24, loginovel@mail.ru.

Дата поступления в редакцию: 02.04.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 03.06.2021

В.И. Петренко [V.I. Petrenko]

УДК: 004.852

DOI:10.37493/2307-910X.2021.2.8

**МЕТОД СОВМЕСТНОЙ
ОПТИМИЗАЦИИ ВЕСОВ И
СТРУКТУРЫ ИСКУССТВЕННЫХ
НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРЯМОГО
РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРИ ГЛУБОКОМ
МУЛЬТИАГЕНТНОМ ОБУЧЕНИИ С
ПОДКРЕПЛЕНИЕМ**

**METHOD FOR JOINT OPTIMIZATION
FEEDFORWARD ARTIFICIAL NEURAL
NETWORKS WEIGHTS AND
STRUCTURE IN DEEP MULTI-AGENT
REINFORCEMENT LEARNING**

*Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия /
North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia
E-mail: viptrenko@ncfu.ru*

Аннотация

Увеличение интеллектуальности задач, решаемых с помощью мобильных киберфизических систем (МКФС), требует применения искусственных нейронных сетей (ИНС) и методов глубокого мультиагентного обучения с подкреплением (ГМОП).

Материалы, методы, результаты и обсуждения

Целью работы является уменьшение вычислительной сложности инференса ИНС прямого распространения за счет: 1) перехода от полносвязной структуры ИНС к разреженной; 2) разработки метода ГМОП совместной оптимизации весов и структуры ИНС. В качестве основы для разработки использовались методы MADDPG и SET. С помощью предлагаемого метода были достигнуты следующие результаты: 1) вычислительная сложность инференса ИНС снижена на 12%; 2) обученная МКФС демонстрирует такую же эффективность, как при обучении с помощью метода-аналога MADDPG.

Ключевые слова. Глубокое мультиагентное обучение с подкреплением, искусственные нейронные сети, мобильные киберфизические системы, оптимизация структуры.

Abstract

Increasing the intelligence of tasks solved using mobile cyber-physical systems (MCPS) requires the use of artificial neural networks (ANNs) and methods of multi-agent deep reinforcement learning (MDRL).

Materials, methods, results and discussions

The aim of the work is to reduce the computational complexity of the feed forward ANN inference due to: 1) transition from a fully connected ANN structure to a sparse one; 2) development of the MDRL method for joint optimization of the ANN weights and structure. The MADDPG and SET methods were used as a basis for the development.

Conclusion

Using the proposed method, the following results were achieved: 1) the computational complexity of the ANN inference is reduced by 12%; 2) the trained MCPS demonstrates the same efficiency as when teaching using the MADDPG method.

Key words. multi-agent deep reinforcement learning, artificial neural networks, mobile cyber-physical systems, structure optimization.

Введение

Искусственные нейронные сети (ИНС) зарекомендовали себя как эффективное средство решения интеллектуальных задач и нашли своё применение для управления, распознавания объектов, прогнозирования, оптимизации, обработки сигналов в следующих областях: производство, робототехника, электроэнергетика, банковское дело, медицина и др. [1]. В случае решения задач управления оптимизация весов используемых ИНС осуществляется методами обучения с подкреплением (ОП, англ. reinforcement learning). Несмотря на давность первых работ, новая волна популярности ОП обусловлена появлением методов глубокого обучения с подкреплением (ГОП, англ. deep reinforcement learning), основанных на использовании ИНС.

В данной работе для описания ИНС вводятся следующие термины:

- конфигурация ИНС – количество слоёв и нейронов в каждом слое ИНС (согласно определению общего назначения конфигурация – взаимное расположение каких-либо предметов или соотношение отдельных частей сложных предметов);
- структура ИНС – совокупность связей между нейронами ИНС (согласно определению общего назначения структура – совокупность связей между частями объекта);
- топология ИНС – совокупность конфигурации и структуры ИНС (по аналогии с топологией коммуникационных сетей), являющаяся полным описанием нейронов и связей ИНС.

Одним из важных вопросов ГОП является выбор топологии используемой ИНС. Неудачный выбор топологии ИНС может привести к проблемам недообучения (англ. underfitting) или переобучения (англ. overfitting) [2]. Также избыточность топологии ИНС увеличивает вычислительную сложность (ВС) инференса ИНС, что в свою очередь приводит к увеличению необходимых вычислительных ресурсов на стадии функционирования. Увеличение требований к вычислительным ресурсам может быть критически важным для таких областей применения, как мобильные роботы и БПЛА. Особую актуальность ВС инференса ИНС приобретает в такой разновидности мультиагентных систем (МАС), как мультиагентные мобильные киберфизические системы (МКФС). Методы ГОП получили дальнейшее развитие для применения в МКФС, в виде методов глубокого мультиагентного обучения с подкреплением (ГМОП) МАС. Интерес к МАС обусловлен следующими причинами: применение МАС из более простых агентов вместо одного более сложного агента является экономически более эффективным [3]; децентрализованное решение задач с помощью МАС характеризуется более высокой эффективностью по сравнению с аналогичными централизованными методами [4]; повышается вероятность выполнения целевой задачи за счет более высокой устойчивости функционирования МАС по сравнению с единичным агентом. Важными вопросами исследования МАС являются вопросы управления поведением [5,6], коллективного принятия решений [3], распределения ресурсов [7] и обеспечения безопасности [8]. Мощным и универсальным средством решения интеллектуальных задач является использование искусственных нейронных сетей (ИНС) и глубокого одноагентного обучения с подкреплением [9,10]. Как следует из излагаемого далее обзора, в некоторых методах ГМОП сложность топологии ИНС растёт с увеличением количества агентов.

Таким образом, актуальной задачей является оптимизация не только весов ИНС при ГМОП, но также и топологии используемых ИНС, в том числе и их структуры. Для решения данной задачи в работе предложен метод совместной оптимизации весов и структуры ИНС прямого распространения при ГМОП.

Современное состояние проблемы

Существующие методы ГМОП могут быть разделены по объекту аппроксимации на ценностные (value-based) и градиентные (policy gradient); по условиям обучения на совместные и независимые.

В ценностных методах объектом аппроксимации является функция ценности Q_i , в градиентных методах объектом аппроксимации является политика принятия решений π_i без/с функцией ценности Q_i . Ценностные методы представлены в основном методами на основе алгоритма обучения DQN (deep Q-network) [11] и его модификации DRQN (deep recurrent Q-network) [12]. Основными недостатками ценностных методов являются: сравнительно низкая эффективность обучения [13]; ориентированность на работу с дискретным пространством действий.

К градиентным методам независимого обучения относится метод FTW [14]. Метод FTW представляет собой адаптацию одноагентного метода глубокого обучения с подкреплением на основе структуры actor-learner IMPALA [15]. В работе [16] показано, что адаптированные одноагентные градиентные методы в мультиагентной среде обладают слабой сходимостью. Для решения данной проблемы в работе [16] предложен градиентный метод совместного обучения MADDPG (MultiAgent Deep Deterministic Policy Gradient). В работе [16] показано, что метод MADDPG обладает большей эффективностью, чем методы независимого обучения на основе алгоритмов DQN, DDPG и TRPO.

Ценностные методы ГМОП применимы только для задач с дискретным множеством действий. Градиентные методы ГМОП с совместным обучением агентов применимы к задачам с непрерывным множеством действий и имеют хорошую сходимость, однако обладают плохой масштабируемостью при увеличении количества агентов в МКФС. Градиентные методы ГМОП с независимым обучением агентов обеспечивают высокую устойчивость функционирования, однако испытывают проблемы с преодолением нестационарности среды [17]. В данной работе за основу взят метод ГМОП MADDPG вследствие его высокой сходимости. Важной задачей является улучшение масштабируемости метода MADDPG за счет оптимизации структуры ИНС. Решение данной задачи позволит повысить применимость метода MADDPG в реальных МКФС.

Несмотря на практические результаты, получаемые с помощью ИНС, состояние ИНС в процессе обучения остаётся неинтерпретируемым вследствие большого количества элементов и сложной структуры. Понимание того, как ИНС обучается остаётся одной из центральных проблем в машинном обучении [18]. Данная проблема усложняет выбор оптимальных конфигурации и структуры ИНС. На практике конфигурация ИНС обычно определяется опытным путем. Выбирается некоторое начальное значение на основе экспертных оценок, затем выполняется обучение. Если обнаруживаются специфические признаки, текущая конфигурация признаётся неподходящей и изменяется необходимым образом [19]. Существуют методы для автоматизированного синтеза не только конфигурации, но и архитектуры используемой ИНС [20], однако данные методы требуют больших вычислительных затрат на стадии обучения.

Методы оптимизации структуры ИНС получили широкое распространение в таком виде машинного обучения, как обучение с учителем. Актуальной является задача исследования их применимости и эффективности при использовании в ГМОП. Обзор по различным методам оптимизации структуры ИНС представлен в работе [21]. Также в работе [21] показаны сложности прямого сравнения множества существующих методов между собой. В данной статье используется метод SET оптимизации структуры ИНС, предложенный в работе [22]. Суть метода заключается в использовании эволюционного алгоритма для динамического изменения структуры ИНС в процессе обучения, вместо использования неизменной заранее определенной структуры ИНС. Для этого вместо полносвязной структуры ИНС используется разреженная. За счет разреженности используемая структура ИНС обладает возможностью к изменению (эволюции), требует хранения меньшего количества весов в памяти и выполнения меньшего количества операций. В процессе обучения периодически выполняется модификация структуры ИНС, в ходе которой удаляется часть связей, имеющих веса близкие к нулю, а вместо них случайным образом создаются новые. В работе показано, что несмотря на упрощение структуры ИНС, её производительность остаётся на том же уровне, по

сравнению с полносвязной ИНС, а в некоторых случаях даже обладает большей сходимостью обучения.

В отличие от такой отрасли глубокого обучения, как распознавание образов, где используется большое количество различных архитектур [23], в методах глубокого обучения с подкреплением в основном используются ИНС прямого распространения (англ. feedforward neural networks) [24] и рекуррентные ИНС (англ. recurrent neural network) [25]. В данной работе рассматриваются только ИНС прямого распространения. Предлагаемый в разделе 3 метод обладает потенциалом для его последующей адаптации к использованию с другими архитектурами ИНС.

Методы и материалы

Подход ГМОП подразумевает наличие некоторой среды E (англ. environment), МКФС S , функции награды r и метода ГМОП M (рис. 1). ГМОП осуществляется методом проб и ошибок в ходе взаимодействия МКФС S со средой E . В качестве среды E используется реальная среда или симуляционная. Среда E в процессе обучения является источником информации о законах собственного функционирования. МКФС S в ГМОП моделируется как набор политик μ_i принятия решений i -ми агентами. Политики μ_i аппроксимируются с помощью ИНС, параметризуемыми наборами весов θ_i и структурой w_i . Назначением метода ГМОП M является оптимизация наборов весов θ_i и структур w_i в процессе ГМОП. Назначение МКФС S в данной структуре отражается с помощью функции награды r , оценивающей полезность достигнутых с помощью МКФС S результатов, с точки зрения разработчика системы. Перечисленные сущности изображены на рисунке 1 прямоугольниками. Линиями обозначены переменные, передаваемые между сущностями. Нумерация перед переменными отражает последовательность их вычисления/передачи.

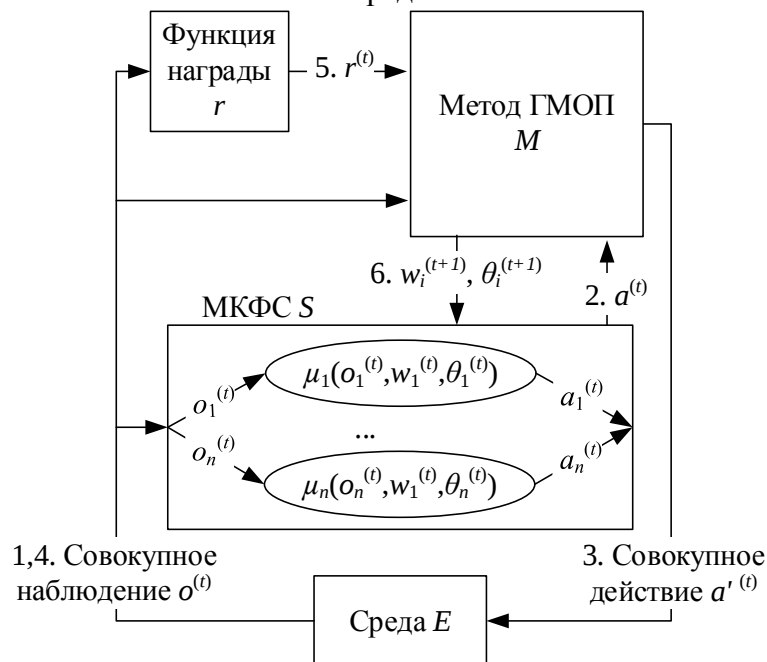


Рис. 1. Схема взаимодействия сущностей ГМОП

Взаимодействие МКФС S со средой E рассматривается как итеративный Марковский процесс принятия решения (МППР). В ходе каждой итерации в момент времени t выполняются следующие действия (нумерация действий соответствует нумерации на рисунке 1).

1. Агенты МКФС S наблюдают некоторое состояние $s^{(t)}$ (англ. state) среды E в виде совокупного наблюдения $o^{(t)} = \{o_i^{(t)} | i = \overline{1, n}\}$ (англ. observation), где $o_i^{(t)}$ – наблюдение, доступное i -му агенту, n – количество агентов.

2. Каждый i -й агент МКФС S вычисляет предполагаемое действие $a_i^{(t)}$ (англ. action) согласно политике (англ. policy) μ_i принятия решений:

$$a_i^{(t)} = \mu_i(o_i^{(t)}, w_i^{(t)}, \theta_i^{(t)}), \quad (1)$$

где $w_i^{(t)}, \theta_i^{(t)}$ – текущая структура и веса ИНС, аппроксимирующей политику μ_i .

3. Предполагаемое совокупное действие агентов МКФС S $a^{(t)} = \{a_i^{(t)} | i = \overline{1, n}\}$ при необходимости корректируется методом ГМОП. Скорректированное совокупное действие агентов $a'^{(t)}$ передаётся среде E .

4. В результате действия $a'^{(t)}$ среда E переходит в состояние $s^{(t+1)}$. Функция перехода $\mathcal{s}$ среды из состояния $s^{(t)}$ в следующее состояние $s^{(t+1)}$ определяется законами функционирования среды E :

$$s^{(t+1)} = \mathcal{s}(s^{(t)}, a'^{(t)}). \quad (2)$$

На основе следующего состояния $s^{(t+1)}$ среды E формируется следующее совокупное наблюдение $o^{(t+1)}$ агентов МКФС S .

5. Вычисляется награда $r^{(t)}$ (англ. reward) с помощью функции награды $\mathcal{r}$, отражающей полезность совершаемых агентами МКФС S действий с точки зрения разработчика системы:

$$r^{(t)} = \mathcal{r}(s^{(t)}, a'^{(t)}, s^{(t+1)}). \quad (3)$$

6. Метод ГМОП M при необходимости выполняет шаг оптимизации и вычисляет обновлённые веса $\theta_i^{(t+1)}$ и структуры $w_i^{(t+1)}$ для политик μ_i агентов МКФС S . Обновлённые веса $\theta_i^{(t+1)}$ и структуры $w_i^{(t+1)}$ используются агентами МКФС S на $(t+1)$ итерации процесса ГМОП.

Новизна предлагаемого метода заключается в комбинированной оптимизации весов и структуры ИНС в процессе ГМОП. Научная гипотеза исследования заключается в возможности уменьшения вычислительной сложности инференса ИНС за счет перехода от полностью связанной структуры ИНС к разреженной, при сохранении той же эффективности управления агентами МКФС. Как следует из приведенного описания, назначением предлагаемого метода ГМОП является оптимизация весов θ_i и структур w_i ИНС, используемых для аппроксимации политик μ_i агентов МКФС S . Веса θ_i и структуры w_i являются варьируемыми параметрами МКФС S . Входной переменной МКФС S является совокупное наблюдение o всех агентов. Выходной переменной МКФС S является совокупное действие всех агентов a . В результате обучения МКФС S метод ГМОП M должен обеспечить максимизацию по критерию результативности q_r , равного среднему значению суммарной дисконтированной награды:

$$q_r = \mathbb{E}[\sum_t \gamma^t r^{(t)}], \quad (4)$$

где $\mathbb{E}[x]$ – математическое ожидание величины x ;

$\gamma \in (0, 1)$ – коэффициент дисконтирования.

Связь между критерием q_r и методом ГМОП M заключается в следующем. После ГМОП значение $r^{(t)}$ и q_r зависит от совокупного действия $a^{(t)}$, совершаемого агентами

МКФС на основе совокупного наблюдения $o^{(t)}$ и политик μ_i , параметризуемых весами θ_i и структурами w_i :

$$q_r = \mathbb{E}[\sum_t \gamma^t r(s^{(t)}, \mu_i(o^{(t)}, w_i, \theta_i) s(s^{(t)}))]. \quad (5)$$

Веса θ_i и структуры w_i варьируются методом ГМОП в процессе обучения, и не изменяются после обучения. В выражении (5) у w_i и θ_i отсутствует зависимость от времени в виде верхнего индекса « (t) ».

Вследствие зависимости значения критерия результативности q_r от метода M , предлагаемый метод M_1 должен обеспечивать значение критерия результативности q_r , сопоставимое со значением, обеспечиваемым методом-аналогом MADDPG M_0 .

Целью разработки предлагаемого метода M_1 является упрощение структур w_i с целью уменьшения значения критерия q_c , равного суммарному количеству связей в структурах w_i .

Обозначим наборы весов θ_i и структур w_i как Θ и W . Вербальная постановка задачи разработки метода совместной оптимизации весов и структур ИНС имеет следующий вид: необходимо разработать метод M_1 для повышения эффективности функционирования МКФС S по критерию количества связей q_c в диапазоне значений входных и выходных переменных системы (O, A) , за счет варьирования значений весов Θ и структур W используемых ИНС при ограничении на минимальное значение критерия результативности q_r и функционировании в среде E .

Формальная постановка научной задачи имеет следующий вид. Необходимо найти метод M_1 такой, что:

$$M_1: \langle S, O, A, S, \Theta, W, E, Q \rangle \rightarrow \Delta q_i \geq 0, q_i \in Q, \quad (6)$$

где $O = \{o\}$ – множество возможных значений совокупного наблюдения агентов o ;

$A = \{a\}$ – множество возможных значений совокупного действия агентов a ;

$\Theta = \{\theta_i | i = \overline{1, n}\}$ – множество весов политик агентов μ_i ;

$W = \{w_i | i = \overline{1, n}\}$ – множество структур политик агентов μ_i ;

$Q = \{q_r, q_c\}$ – множество рассматриваемых критериев эффективности;

$\Delta q_i = q_i^{\pi} - q_i^{\pi_0}$, где индекс «д» значит «до использования метода» M_1 , индекс «п» – «после использования метода» M_1 ;

при ограничениях на варьируемые переменные: $w_i \in W \subseteq W_{\text{доп}}, i = 1, \dots, |W|$, где $W_{\text{доп}}$ – множество допустимых значений W ; $\theta_j \in \Theta \subseteq \Theta_{\text{доп}}$, где $\Theta_{\text{доп}}$ – множество допустимых значений Θ ;

ограничения на неварьируемые переменные: $o_i \in O \subseteq O_{\text{доп}}, i = 1, \dots, |O|$, где $O_{\text{доп}}$ – множество допустимых значений O ; $a_j \in A \subseteq A_{\text{доп}}, j = 1, \dots, |A|$, где $A_{\text{доп}}$ – множество допустимых значений A .

Для математической формализации структуры ИНС в работе используется нотация, предложенная в [22]. ИНС представляется как множество двудольных графов, частями которых являются слои ИНС. Пример такого представления приведен на рисунке 2.

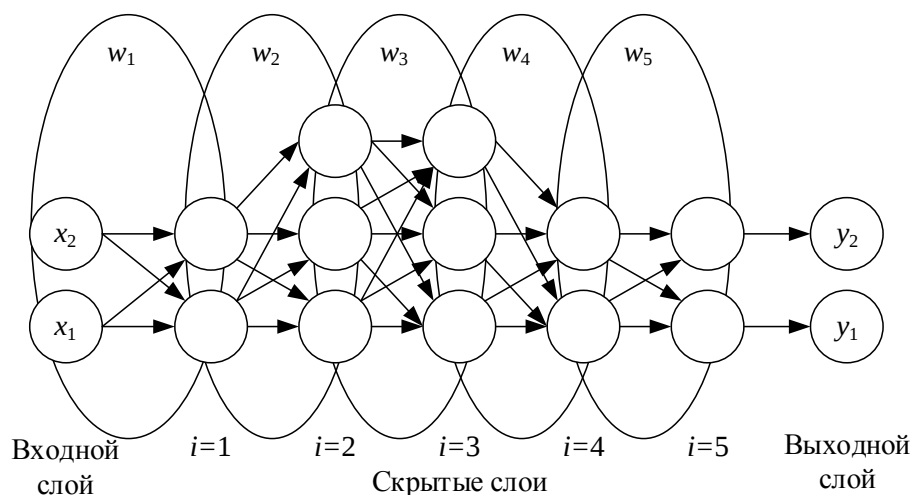


Рис. 2. Представление структуры ИНС в виде множества двудольных графов

Двудольный граф, включающий $(i-1)$ -й и i -й слои может быть описан матрицей w_i :

$$w_i = \{w_{i,j,k} | j = 1, n^{(i-1)}, k = 1, n^{(i)}\}, \quad (7)$$

где i – номер слоя, $i \geq 1$;

$w_{i,j,k}$ – вес связи (синапса) между j -м нейроном $(i-1)$ -го слоя и k -м нейроном i -го слоя, нулевым слоем ИНС считается её входной слой;

n^i – количество нейронов в i -м слое.

Для решения поставленной задачи предлагается метод совместной оптимизации весов и структуры ИНС ГМОП, включающий следующую последовательность шагов (рис. 3).

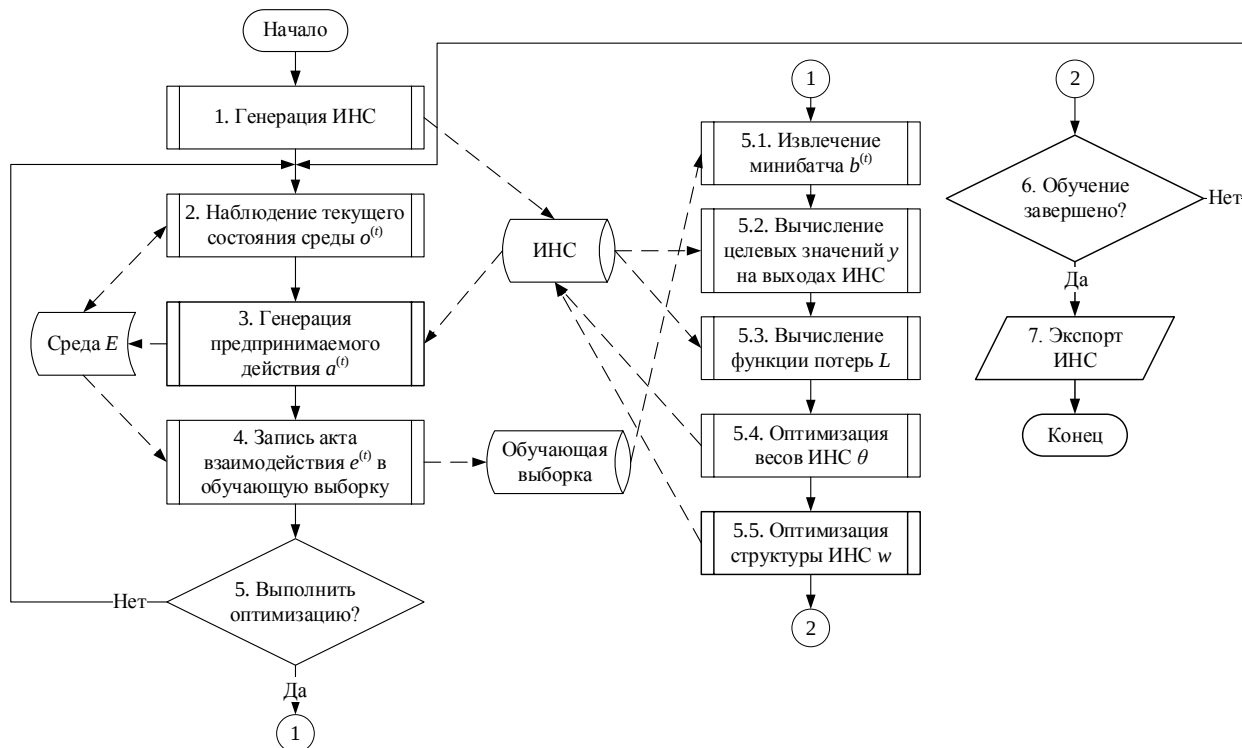


Рис. 3. Обобщённый алгоритм предлагаемого метода

Шаг 1. Выполняется генерация ИНС с заданной конфигурацией и полносвязной структурой. Затем для каждого i -го двудольного графа, частями которого являются соседние слои ИНС (рис. 2), выполняется генерация начальной структуры w_i с топологией Эрдёша-Реньи заданной разреженности ε согласно следующему уравнению:

$$p(w_{i,j,k}) = \frac{\varepsilon(n^{i-1} + n^i)}{n^{i-1}n^i}, \quad (8)$$

где $p(w_{i,j,k})$ – вероятность образования связи между j -м нейроном в $(i-1)$ -м слое и k -м нейроном в i -м слое.

Шаг 2. Выполняется наблюдение $o^{(t)}$ текущего состояния $s^{(t)}$ среды E .

Шаг 3. Выполняется генерация совокупного действия $a^{(t)}$ агентами МКФС S на основе политик принятия решения $\mu_i^{(t)}$:

$$a^{(t)} = \left\{ \mu_i^{(t)} \left(o^{(t)}, w_i^{(t)}, \theta_i^{(t)} \right) \mid i = \overline{1, n} \right\}. \quad (9)$$

Шаг 4. На основе совокупного действия $a^{(t)}$ моделируется следующее состояние среды $s^{(t+1)}$ и определяется награда $r^{(t)}$. Акт опыта взаимодействия $e^{(t)}$ (англ. *experience*) в виде кортежа:

$$e^{(t)} = (s^{(t)}, a^{(t)}, s^{(t+1)}, r^{(t)}), \quad (10)$$

записывается в обучающую выборку $B^{(t)}$:

$$B^{(t)} = \{B^{(t)}; e^{(t)}\}. \quad (11)$$

Шаг 5. С заданной периодичностью выполняется оптимизация весов и структуры используемых ИНС, включающая следующие действия.

Шаг 5.1. Из обучающей выборки $B^{(t)}$ извлекается минибатч $b^{(t)}$ размерности d :

$$b^{(t)} \sim_d B^{(t)}, \quad (12)$$

где « $\sim_d$ » обозначает операцию извлечения случайной выборки размерности d .

Шаг 5.2. Для каждого элемента минибатча $b_j^{(t)}$ вычисляется уточненное значение y_j для Q -функции на основе уравнения Беллмана:

$$\begin{aligned} y_j &= r_j^{(t)} + \gamma Q(s_j^{(t+1)}, a_j^{(t+1)}) = \\ &= r_j^{(t)} + \gamma Q(s_j^{(t+1)}, \mu_i^{(t)}(s_j^{(t+1)}, w_i^{(t)}, \theta_i^{(t)})). \end{aligned} \quad (13)$$

Шаг 5.3. Вычисляется функция потерь, общая для всего минибатча $b^{(t)}$:

$$\mathcal{L} = \frac{1}{d} \sum_j (y_j - Q(s_j^{(t)}, a_j^{(t)}))^2. \quad (14)$$

Шаг 5.4. Выполняется оптимизация весов ИНС с целью минимизации функции потерь $\mathcal{L}$ методом градиентного спуска.

Шаг 5.5. В каждом двудольном графе w_i заданная доля ζ наиболее слабых связей удаляется, вместо них добавляются такое же количество новых случайных связей.

Шаг 6. При достижении максимального значения по критерию q_r выполняется выход из цикла обучения и экспорт обученных ИНС на шаге 7.

Результаты

Для проверки выдвинутой научной гипотезы было проведено экспериментальное исследование эффективности предложенного метода M_1 . В ходе исследования было выполнено обучение MCPS для задачи кооперативной навигации, изложенной в [16], с помощью предложенного метода M_1 и метода MADDPG M_0 .

В ходе эксперимента варьировалось значение степени разреженности ε , с целью выявления зависимости значения ограничивающего критерия q_r от значения целевого критерия q_c . Соответствующая зависимость приведена на рисунке 4.

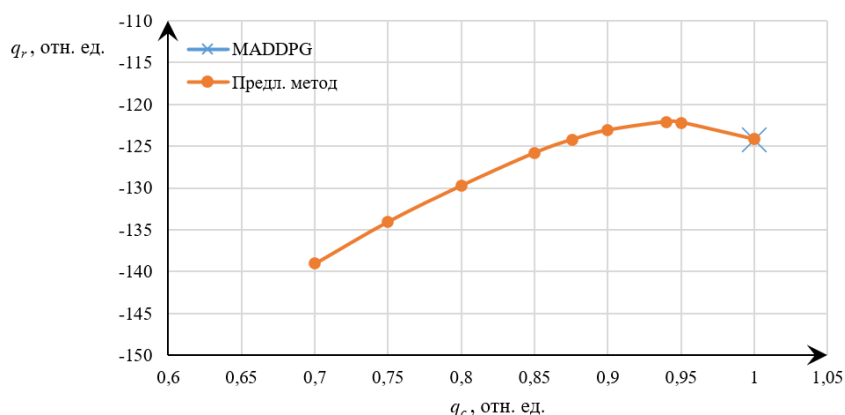


Рисунок 4 – Зависимость критерия q_r от критерия q_c

Как следует из рисунка 4, при значении $q_c = 0,94$ может быть достигнута даже большая результативность q_r функционирования обученной ИНС, чем при использовании полностью связанных ИНС. При заданном ограничении на эффективность МКФС по критерию $q_r = 124,2$, по критерию q_c может быть достигнуто снижение на 12%. Таким образом, цель разработки метода совместной оптимизации весов и структуры ИНС при ГМОП можно считать достигнутой.

Выводы

В статье предложен метод совместной оптимизации весов и структуры ИНС прямого распространения при ГМОП. Новизна предлагаемого метода заключается в совместной оптимизации весов и структуры ИНС в процессе ГМОП. В качестве основы для разработки использовались метод MADDPG оптимизации весов ИНС при ГМОП и метод SET оптимизации структуры ИНС при обучении с учителем. В ходе экспериментов с предлагаемым методом были достигнуты следующие результаты: 1) вычислительная сложность инференса ИНС в результате оптимизации структуры ИНС снижена на 12%; 2) МКФС, обученная с помощью предлагаемого метода, демонстрирует такую же эффективность, как и МКФС, обученная с помощью метода-аналога MADDPG. Ожидается что предложенный метод будет полезен при реализации ГМОП в МКФС с малой вычислительной мощностью агентов.

REFERENCES

1. Abiodun O.I. et al. State-of-the-art in artificial neural network applications: A survey // Heliyon. 2018. Vol. 4, № 11.
2. Zhang C., Vinyals O., Munos R., Bengio S. A study on overfitting in deep reinforcement learning // arXiv. 2018.
3. Petrenko V.I., Tebueva F.B., Ryabtsev S.S., Gurchinsky M.M., Struchkov I. V. Consensus achievement method for a robotic swarm about the most frequently feature of an environment // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 919, № 4.
4. Kovács G., Yussupova N., Rizvanov D. Resource management simulation using multi-agent approach and semantic constraints // Pollack Period. 2017. Vol. 12, № 1.
5. Pshikhopov V.KH., Medvedev M.YU. Gruppovoye upravleniye dvizheniyem mobil'nykh robotov v neopredelennoy srede s ispol'zovaniyem neustoychivyykh rezhimov // Trudy SPIIRAN. 2018. T. 60, № 5. S. 39–63.
6. Tugengol'd A.K., Luk'yanov Ye.A. Intellektual'nyye funktsii i upravleniye avtonomnymi tekhnologicheskimi mekhatronnymi ob'yektami. Rostov-na-Donu: Donskoy gosudarstvennyy tekhnicheskyy universitet, 2013. 203 s.
7. Darintsev O.V., Migranov A.B. Raspredeleonnaya sistema upravleniya gruppami mobil'nykh robotov // Vestnik UGATU. 2017. T. 2, № 76.
8. Petrenko V.I., Tebuyeva F.B., Gurchinskiy M.M., Ryabtsev S.S. Analiz tekhnologiy obespecheniya informatsionnoy bezopasnosti mul'tiagentnykh robototekhnicheskikh sistem s royevym intellektom // Nauka i biznes puti razvitiya. 2020. № 4 (106). S. 96–99.

9. Munasypov R.A.A., Masalimov K.A.A. Neural network models for diagnostics of complex technical objects state by example of electrochemical treatment process // Proceedings - 2017 2nd International Ural Conference on Measurements, UralCon 2017. 2017. Vol. 2017-Novem. P. 156–160.
10. Mironov K.V. Pongratz M.U. Applying neural networks for prediction of flying objects trajectory // Vestn. UGATU. 2013. № 6.
11. Mnih V. et al. Human-level control through deep reinforcement learning // Nature. Nature Publishing Group, 2015. Vol. 518, № 7540. P. 529–533.
12. Hausknecht M., Stone P. Deep recurrent q-learning for partially observable MDPs // AAAI Fall Symposium - Technical Report. 2015.
13. Matignon L., Laurent G.J., Le Fort-Piat N. Independent reinforcement learners in cooperative Markov games: A survey regarding coordination problems // Knowledge Engineering Review. 2012. Vol. 27, № 1.
14. Jaderberg M. et al. Human-level performance in 3D multiplayer games with population-based reinforcement learning // Science. 2019. Vol. 364, № 6443.
15. Espeholt L. et al. IMPALA: Scalable Distributed Deep-RL with Importance Weighted Actor-Learner Architectures // 35th International Conference on Machine Learning, ICML 2018. 2018. Vol. 4.
16. Lowe R. et al. Multi-agent actor-critic for mixed cooperative-competitive environments // Advances in Neural Information Processing Systems. 2017. Vol. 2017-December.
17. Hernandez-Leal P., Kartal B., Taylor M.E. A survey and critique of multiagent deep reinforcement learning // Auton. Agent. Multi. Agent. Syst. 2019. Vol. 33, № 6.
18. Gabella M., Ebli S., Afambo N., Spremann G. Topology of learning in artificial neural networks // arXiv. 2019.
19. Pérez-Espinoza H. et al. Tuning the Parameters of a Convolutional Artificial Neural Network by Using Covering Arrays // Res. Comput. Sci. 2016. Vol. 121, № 1.
20. Pham H., Guan M.Y., Zoph B., Le Q. V., Dean J. Efficient Neural Architecture Search via parameter Sharing // 35th International Conference on Machine Learning, ICML 2018. 2018. Vol. 9.
21. Blalock D., Ortiz J.J.G., Frankle J., Gutttag J. What is the state of neural network pruning? // arXiv. 2020.
22. Mocanu D.C. et al. Scalable training of artificial neural networks with adaptive sparse connectivity inspired by network science // Nat. Commun. 2018. Vol. 9, № 1.
23. Canziani A., Culurciello E., Paszke A. Evaluation of neural network architectures for embedded systems // Proceedings - IEEE International Symposium on Circuits and Systems. 2017.
24. Ma Y., Ping B., Liu G., Liao Y., Zeng D. Feedforward Feedback Control Based on DQN // Proceedings of the 32nd Chinese Control and Decision Conference, CCDC 2020. 2020.
25. Han D., Doya K., Tani J. Self-organization of action hierarchy and compositionality by reinforcement learning with recurrent neural networks // Neural Networks. 2020. Vol. 129.

ОБ АВТОРЕ | ABOUT AUTHOR

Петренко Вячеслав Иванович, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой организации и технологии защиты информации ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, г. Ставрополь, пр-т Кулакова, 2, корпус 9, ауд. 329; тел.: +7(8652)956988; e-mail: vipetrenko@ncfu.ru.

Petrenko Vyacheslav Ivanovich, Ph.D. of Tech. Sc.; docent; Head of the Department of Organization and Technology of Information Security, Federal State Autonomous Educational Institution for Higher Education «North-Caucasus Federal University», room 329, building 9, 2, Kulakov Ave., Stavropol, Russia, 355029; phone: +7(8652)956988; e-mail: vipetrenko@ncfu.ru.

Дата поступления в редакцию: 02.04.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 03.06.2021

Г.С. Алиев [G. Aliev]

УДК: 681.327.67

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ИДЕНТИФИКАЦИИ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ФНФ В КРИСТАЛЛАХ СОЗУ В КАЧЕСТВЕ ИДЕНТИФИКАТОРА

DEVELOPMENT OF METHOD FOR IMPROVING IDENTIFICATION SYSTEMS RELIABILITY USING SRAM PUF AS IDENTIFIER

Институт информационных технологий и телекоммуникаций, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет»/North-Caucasus Federal University,
e-mail: georgyaliev@gmail.com

Аннотация

В статье приведены результаты проведения исследования деградационного воздействия на ячейки памяти в процессе использования в качестве носителя ФНФ. Для его снижения были предложены и экспериментально оценены методы восстановления ячеек, которые повышают надежность систем идентификации, использующих в качестве носителя идентификатора стабильные значения ФНФ в кристаллах СОЗУ.

Материалы, методы, результаты и обсуждения

Проведен анализ результатов исследования повышения надежности системы идентификации, использующей в качестве носителя аппаратного идентификатора стабильные значения неинициализированной памяти микросхем СОЗУ, с помощью методов восстановления ячеек кристаллов памяти. Разработаны методы восстановления ячеек с помощью алгоритмов восстановления ячеек, отличающиеся от известных уменьшением времени работы.

Заключение

В результате применения алгоритма частичного восстановления 10% значений блока памяти надежность системы возрастает в 1,37 раз по сравнению с системой, где старение происходит естественным образом, время на восстановление используется в 10 раз меньше, чем при применении алгоритма полного восстановления, однако, надежность применения выше на 0.24.

Ключевые слова физически неклонированная функция, статические оперативно запоминающие устройства, система идентификации, стабильные и нестабильные ячейки. системный анализ, оценка надежности, деградация микросхем.

Abstract

The article presents the research results of degradation effect on memory cells while used as PUF carrier. To reduce degradation, author proposed and experimentally evaluated new cell recovery methods which increases reliability of identification systems that use SRAM PUF stable cells as an identifier carrier.

Materials, methods, results and discussions

Method increasing reliability was described in identifications systems that using SRAM PUF stable cells by developed cells recovery methods. Methods of cell recovery using cell recovery algorithms have been developed, which differ from the known ones by reducing the operating time.

Conclusion

As a result of using the algorithm for partial recovery of 10% of the values of the memory block, the system reliability increases by 1.37 times compared to the system where aging occurs naturally, the recovery time is used 10 times less than when using the full recovery algorithm, however, the reliability of it application is higher by 0.24.

Key words. *physical unclonable function, static random-access memory, identification system, stable and unstable cells, system analysis, chip degradation.*

Введение

По данным статистики, представленной порталами «We are social» и «Hootsuite» на начало 2021 года, доступ к сети интернет имеет 4,66 млрд человек, что составляет 59,5% от общего населения планеты, зарегистрировано 5,22 млрд уникальных пользователей мобильной связи, пользователями социальных сетей являются 53,6% от мирового населения. В конце 2020 года Правительственная комиссия по цифровому развитию утвердила дорожную карту развития технологии интернета вещей, которую подготовила российская государственная корпорация «Ростех». Согласно ее планируется к 2024 году выделить субсидий на развитие 41,6 млрд рублей, в результате чего доля компаний на мировом рынке вырастет более чем в 3 раза. Дорожную карту поддерживали следующие представители отрасли производства и внедрения технологии интернета вещей: РАКИБ, S7Techlab, Ассоциация ФинТех, Sberbank, Blockchain Lab, Блокчейн-платформы IZZZIO, ГК «Основа», АО «НПП Исток им. Шокина», Qmodule Lab и другие.

Технология интернета вещей используются в таких областях как: носимые устройства, умный дом, умная одежда, Smart TV, умные девайсы для животных, умный транспорт, умный город, страховая телематика, умные рабочие места, умные электросети, умные заводы, точное земледелие, умные скважины, геолокационный маркетинг, умные склады и другие.[1]

Во всех областях применения технологии интернета вещей и устройств, подключенных к сети интернет и сотовой сети, используются различные технологические решения для идентификации субъектов системы. Ввиду широкого распространения технологии, в том числе в таких стратегических отраслях, как: электроэнергетике и добыча полезных ископаемых – критерий надежности является очень важным параметром. Таким образом, системы идентификации и проблема их организации становится все более актуальной.

В настоящее время построение систем идентификации основывается на двух различных подходах, в рамках первого используется программируемые идентификаторы, система идентификации записывает в устройство уникальный идентификатор, который в процессе идентификации в последующем будет сравниваться с эталонным, хранимым в системе, например, мас-адреса сетевых карт, идентификаторы устройств интернета вещей, IMEI сотовых телефонов и др. Альтернативным подходом в данной области является применение аппаратных идентификаторов, их особенностью является невозможность их изменения. Одним из методов организации аппаратных идентификаторов является применение технологии физически неклонируемых функций (ФНФ), особенности этой системы базируются на неконтролируемом формировании уникальных свойств внутри носителя, таким образом, что невозможно создать точную математическую модель системы и физическую копию.

Существующие системы идентификации, построенные на базе программируемых идентификаторов, не являются надежными, потому что существует возможность компрометации, подмены и уничтожения идентификатора.

В ходе разработки метода были исследованы ФНФ на основании кристаллов микросхем статического оперативно запоминающего устройства (СОЗУ), в котором формирование уникального идентификатора происходит на протяжении всех технических процессов производства, от формирования кристалла до последующей литографии. Так каждая микросхема памяти внутри в момент подачи напряжения формирует уникальное значение неинициализированной памяти в ячейках СОЗУ[3]. В зависимости от симметрии транзисторов, формирующих ячейку памяти, будет появляться два вида значений – стабильные и нестабильные. В стабильных ячейках наблюдается сильная асимметрия транзисторов, в результате чего будет формироваться одно и тоже значение от измерения к измерению. Нестабильные ячейки имеют слабовыраженную асимметрию ячеек, такие ячейки будут изменять свое значения при различных экспериментах, такие значения являются «непредсказуемыми». В качестве идентификаторов могут применяться значения стабильных ячеек и их адреса.

Преимуществом применения ФНФ в микросхемах СОЗУ в качестве аппаратного идентификатора является их повсеместное применение во всех электронных устройствах в качестве оперативной памяти, в которой хранятся такие данные как:

- Выполняемый машинный код;
- Входные и выходные данные, обрабатываемые процессором;
- Временные данные программ.

Материалы и методы

Разработка математических методов оценки степени деградации ячеек памяти микросхем СОЗУ

В исследуемой системе деградация ячеек влечет за собой появление битовых ошибок в следствии изменения физических свойств транзисторов, из которых состоит ячейка памяти, состояния которых формирует значения неинициализированной памяти, изменение симметрии в схеме ячейки памяти. В задаче идентификации основополагающую роль играют значения стабильных значений неинициализированной памяти.

Так как с течением времени и при использовании в различных электрических и физических условиях кристаллы и микросхемы имеют свойство деградировать, что снижает надежность системы, следовательно, необходимо разработать математический метод оценки степени деградационного воздействия на систему. Причинами деградации кремния современных КМОП–транзисторов являются: сдвиг порогового напряжения (NBTI – Negative–bias temperature instability), электромиграция, электростатические разряды, термическое сопряжение[2, 4].

Поскольку для обеспечения достаточной надежности ФНФ должны быть непредсказуемыми и легко воспроизводимыми с допустимым уровнем шума при любых условия эксплуатации, был разработан и проведен эксперимент по тестировании СОЗУ в отличных от нормальных электрических условий. Цель эксперимента – определить надежность системы при различных условиях эксплуатации.

В этой связи на первом этапе был поставлен и проведен эксперимент на модельной системе, в которой ускоренное старение микросхем СОЗУ, было вызвано высокими нагрузками и нерегламентированным напряжением. Таким образом стрессовые воздействия на систему позволили в достаточно короткие сроки получить эффект деградации кремния, смоделировав тем самым длительный период эксплуатации, и определить пограничные состояния системы.

Эффекты старения на кремниевом устройстве значительно ускоряются, когда устройство работает при повышенной температуре и / или напряжении питания по сравнению с его номинальными условиями[5]. Величина ускорения определяется коэффициентом ускорения (AF), который зависит от условий проведения эксперимента. Эксперимент проводился в условиях повышенной температуры и напряжении, в условиях которых коэффициент имеет значение 18,6. Таким образом, один час на модельной установке имитирует 18,6 часов работы.

Перед началом проведения эксперимента были получены эталонные значения неинициализированной памяти, которые будут считаться эталонными для выбранных микросхем.

Для оценки степени деградации микросхемы использовалась формула, которая имеет вид (1):

$$d = \frac{H_d}{H} \quad (1)$$

где H – это расстояние Хемминга на этапе регистрации слепка системы, а H_d – это расстояние Хемминга после проведения экспериментов.

Для оценки средней степени сохраняемости по формуле определения среднего математического получим формулу (2):

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d}{n} \quad (2)$$

где p – количество микросхем, а d – значение степени сохраняемости каждой микросхемы.

Проведенные эксперименты продемонстрировали, что ячейки СОЗУ под воздействием ненормированных стрессовых факторов деградируют, в результате чего уменьшает количество стабильных значений. Средним показателем для всех представленных микросхем является уменьшение внутреннего расстояния Хемминга на 38,84%. Таким образом, система ФНФ становится менее надежной для применения в системах идентификации из-за старения кремния и изменения физических характеристик ячеек памяти, что приведет к ошибкам идентификации в дальнейшем.

Разработка математических методов оценки надежности систем идентификации

В качестве показателя качества, с помощью которого будет оцениваться эффективность разработанных математических и структурных алгоритмов, будет использоваться математические методы теории надежности.

Так как показатель надежности является комплексным критерием, который состоит из: безотказности, ремонтпригодности, восстанавливаемости, долговечности, сохраняемости и готовности – проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что характеристикой объекта, которая в результате работы ухудшается, является сохраняемость, от которой зависит критерий долговечности, потому что в качестве идентификатора используются значения неинициализированной памяти микросхем статического ОЗУ, которые формируются случайным образом на этапе производства кремниевой пластины и последующей литографии, следовательно, изменение физических и электрических свойств объекта приведет к ошибкам идентификации субъекта.

Согласно теории надежности, которая является основой инженерной практики в области надежности технических изделий, безотказность определяется как вероятность того, что изделие будет выполнять свои функции на определенном периоде времени при заданных условиях, таким образом, формула имеет вид (3):

$$R(t) = \Pr\{T > t\} = \int_t^{\infty} f(x) dx \quad (3)$$

где $f(x)$ – функция плотности времени наработки до отказа, а t – продолжительность периода времени функционирования изделия.

Критериями надежности системы идентификации, использующей ФНФ в кристаллах СОЗУ в качестве носителя идентификатора, которые ухудшаются с течением времени, являются долговечность и сохраняемость, которые взаимосвязаны между собой. Так при ухудшении сохраняемости уменьшается долговечность.

Для оценки эффективности применения алгоритмов восстановления ячеек неинициализированной памяти микросхем СОЗУ, получим формулу (4):

$$d_{aa} = \frac{H_{aa}}{H} \quad (4)$$

где H – расстояние Хемминга до проведения экспериментов, а H_{aa} – значение расстояния Хемминга после применения различных алгоритмов восстановления.

Таким образом для оценки степени увеличения показателя качества и надежности получим формулу (5):

$$R(t) = \frac{d_{aa}}{d} \quad (5)$$

где d_{aa} – это критерий эффективности применения алгоритмов восстановления ячеек памяти, а d – критерий оценки степени деградации микросхем.

Разработка методов восстановления ячеек памяти микросхем СОЗУ при использовании их в качестве носителя ФНФ

Учеными была выдвинута, а потом доказана, теория о восстанавливаемости памяти с помощью записи данных в ячейки неинициализированной памяти, таким образом, чтобы транзисторы изменяли свое состояние. Известным методом является полное восстановление,

когда после получения значения неинициализированной памяти в него записывается значение из эталонного слепка всего блока. Однако, этот метод затрачивает очень много времени.

Были разработаны алгоритмы антивозрастного воздействия на платы памяти, такие как:

- Полное воздействие
- Частичное восстановление различной степени;
- Случайно распределенное;

Для оценки антивозрастных первоначально были проведены исходные измерения без применения антивозрастных воздействий, алгоритм которых представляет собой сбор данных неинициализированной памяти микросхем СОЗУ при включении питания, которые появляются и формируются случайным. Алгоритм проведения эксперимента имеет вид:

- Подача питания
- Считывание всего банка памяти
- Отключение питания

Данный сценарий демонстрирует тенденцию деградирования кремния в микросхемах кремния и как следствие снижения надежности системы, в которой применяются ФНФ.

В последствии для оценки алгоритмов восстановления ячеек микросхем СОЗУ применялся следующий алгоритм проведения эксперимента:

- Подача питания;
- Считывание блока данных;
- Применение алгоритма восстановления ячеек;
- Отключение питания.

Таким образом, в результате проведения серии экспериментов будет получено значение, которое в последствии будет сравниваться с изначальным. После сравнения значений до и после проведения серии экспериментов будут оценены статистические свойства микросхем СОЗУ и оценен эффект применения алгоритмов восстановления на ячейки памяти.

Стратегия полного восстановления предполагает после использования значений неинициализированной памяти, восстановить битовые ошибки стабильных значений всего используемого блока с использованием методов коррекции ошибок.

Стратегия частичного восстановления представляет собой вариант полного восстановления, только объем восстанавливаемых данных являются вариативной составляющей. Были выбраны следующие номиналы вариативной составляющей – 10%, 30%, 60%, 80%, 90% для оценки уровня восстановления системы в зависимости от объема восстанавливаемых данных.

Стратегия случайного восстановления представляет собой восстановление случайного размера блока данных с помощью случайных величин. Преимуществом данной стратегии является отсутствие необходимости использования кодов обнаружения и исправления ошибок.

Проведя серию экспериментов, можно сделать вывод о том, что эффективность различных алгоритмов имеет различное влияние на ячейки микросхем памяти статического ОЗУ. Алгоритм полного восстановления, который является наиболее эффективным, но требует больших временных затрат имеет значения эффективности от 1 до 1,17. Критерий эффективности алгоритма частичного восстановления 10% блока памяти не является полностью эффективным, а лишь снижает деградиационное воздействие на ячейки памяти и его критерий находится в значениях от 0,7 до 0,98, преимуществом данного алгоритма является в 10 раз меньшие временные затраты на восстановление, однако, результат воздействия не является полностью эффективным, данный алгоритм может применяться для замедления старения и увеличения срока эксплуатации и наработки на отказ аппаратного идентификатора. При восстановлении уже 60% значений блока происходит улучшения показателя качества надежности в пределах от 1 до 1,12, что позволяет сделать вывод о том, что время на восстановление может быть уменьшено в 1,66 раза по сравнению с алгоритмом полного восстановления и значительно увеличить время наработки на отказ. Алгоритм случайного вос-

становления не показал своей эффективности и имеет среднее значения эффективности 0,74, что не позволяет применять данный алгоритм для восстановления.

Применив формулу (5) для оценки степени увеличения надежности системы были получены следующие результаты:

1. Стратегия полного восстановления – 1,61;
2. Частичное восстановление (10%) – 1,37;
3. Частичное восстановление (30%) – 1,42;
4. Частичное восстановление (60%) – 1,53;
5. Частичное восстановление (80%) – 1,56;
6. Частичное восстановление (90%) – 1,59;
7. Восстановление случайными данными – 1,16.

Проанализировав полученные данные можно сделать вывод о неэффективности алгоритма случайного восстановления, методы частичного восстановления экспериментально доказали свою эффективность, так при восстановлении 60% значений статистические свойства ячеек микросхем СОЗУ улучшаются, увеличивается внутреннее и взаимное расстояние Хемминга, что позволяет сделать вывод об увеличении количества стабильных значений и улучшении взаимной уникальности исследуемых микросхем.

Заключение

Анализ результатов проведенного нами исследования показывает повышение надежности системы идентификации, использующей в качестве носителя аппаратного идентификатора стабильные значения неинициализированной памяти микросхем СОЗУ, с помощью методов восстановления ячеек кристаллов памяти. В зависимости от требований системы к наработке на отказ могут применяться различные методы из разработанных. Преимуществом разработанных методов является уменьшение времени восстановления ячеек. В результате применения алгоритма частичного восстановления 10% значений блока памяти надежность системы возрастает в 1,37 раз по сравнению с системой, где старение происходит естественным образом, время на восстановление используется в 10 раз меньше, чем при применении алгоритма полного восстановления, однако, надежность применения выше на 0.24. Для всестороннего изучения представляет интерес возможность применения автокорреляционной функции в качестве метода идентификации, а также изучение статистических свойств нестабильных значений, которые могут применяться в качестве генераторов псевдослучайных последовательностей, источников зашумления и др.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Golanbari M. S. [и др.]. Reliable memory PUF design for low-power applications IEEE Computer Society, 2018.C. 207–213.
2. Karimi N. [и др.]. Impact of the switching activity on the aging of delay-PUFs Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2017.
3. Maes R. Physically unclonable functions: Constructions, properties and applications / R. Maes, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013. 1–185 с.
4. Maes R., Leest V. Van Der Countering the effects of silicon aging on SRAM PUFs IEEE Computer Society, 2014.C. 148–153.
5. Wang R. [и др.]. Long-term Continuous Assessment of SRAM PUF and Source of Random Numbers Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2020.C. 7–12.

ОБ АВТОРЕ | ABOUT AUTHOR

Алиев Георгий Самедович, студент аспирантуры ФГАОУ ВПО СКФУ, e-mail: georgyaliev@gmail.com, тел. +79054654826

Aliev Georgii, Phd student of NCFU, e-mail: georgyaliev@gmail.com, tel.: +79054654826

Дата поступления в редакцию: 02.04.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 03.06.2021

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ | TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS

Н.А. Кольберг [N. A. Kolberg],
С.Л. Тихонов [S. L. Tikhonov],
Н.В. Тихонова [N. V. Tikhonova]
С.А. Леонтьева[S.A. Leontyeva]

УДК 636.03

DOI:10.37493/2307-910X.2021.2.10

**КОРРЕКЦИЯ ИММУНОДЕФИЦИТА
МЫШЕЙ БИОЛОГИЧЕСКИ
АКТИВНЫМ ВЕЩЕСТВОМ
ТКАНЕВОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

**CORRECTION OF IMMUNODEFICIENCY
IN MICE WITH A BIOLOGICALLY
ACTIVE SUBSTANCE OF TISSUE ORIGIN**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный экономический университет» г. Екатеринбург, Россия, kolberg_na@usue.ru

Аннотация

Иммунодефицитные состояния, при которых возникает иммунная недостаточность или формируется как слабый иммунный ответ на внедрение антигена. Первичное иммунодефицитное состояние (ПИД) – это заболевания иммунной системы, которые передаются по наследству. Известно более 400 таких заболеваний. Своевременная информативность о наличии ПИД позволяет своевременно проводить профилактику рецидивов и лечение. Поэтому, зная этиологию ПИД так как он является приобретенным клиничко-иммунологическим синдромом, его можно устранить путем ликвидации вызывающих его причин, на развитие ПИД влияет возраст, несбалансированное питание, нарушение обмена веществ (сахарный диабет), внешние факторы, способные вызвать стрессовое состояние, воздействие радиоактивного, ультрафиолетового излучения, и т..д.

В связи с этим существует необходимость поиска рациональной профилактики ПИД, путем ликвидации причин возникновения и восстановления иммунного статуса организма с помощью биологически активных веществ иммуномодулирующего действия с отсутствием побочных эффектов.

Материалы и методы, результаты и обсуждения

На основании исследований цитотоксичности тканевого препарата (ТП) - экстракта фабрициевой сумки цыплят-бройлеров на перевиваемых культурах клеток (мышинные фибробласты L929, макрофагоподобная мышинная клеточная линия J774.1A, человеческая линия эпителиальных клеток матки HeLaS3, человеческая линия эпителиальных клеток карциномы кишечника HCT116, человеческая эритромиелобластоидная линия K562), полученных из коллекции клеточных культур Института цитологии Российской академии наук установлено, что ТП в концентрациях 0,02 до 10 мг/мл не нарушал жизнеспособность клеточного монослоя вне зависимости от видовой принадлежности и типа клеточной линии. При оценке влияния ТП на пролиферативную активность лимфоцитов на мышах линии BALb/c установлено, что у здоровых мышей, получавших ТП повышается пролиферативная активность лимфоцитов селезёнки, что свидетельствует о стимуляции лимфоцитарного звена иммунной системы. Доказано, что внутрижелудочное введение иммунодепрессивным

мышам ТП выводило иммунную систему из состояния угнетения. На фоне применения ТП свидетельствует повышение количества активных Т-клеток до 78,5 %. Функциональная активность лимфоцитов (их способность к бласттрансформации и пролиферации) у иммуносупрессивных мышей была ниже, чем у тех же мышей, но получавших испытуемый препарат. Аналогичные результаты были получены и в случае интактных животных. Два из трёх показателей функциональной активности лимфоцитов были выше у животных получавших испытуемый тканевый препарат (ТП).

Заключение

Полученные данные свидетельствует о безопасности и эффективности использования экстракта фабрициевой сумки цыплят-бройлеров в составе биологически активных добавок иммуномодулирующего действия.

Ключевые слова: биологически активное вещество, тканевый препарат, экстракт фабрициевой сумки цыплят бройлеров, цитотоксичность, иммунитет, пролиферативная активность лимфоцитов.

Abstract

Immunodeficiency conditions in which immune deficiency occurs or is formed as a weak immune response to the introduction of an antigen. Primary immunodeficiency (PID) is a disease of the immune system that is inherited. More than 400 such diseases are known. Timely information about the presence of PID allows timely prevention of relapses and treatment. Therefore, knowing the etiology of PID, since it is an acquired clinical and immunological syndrome, it can be eliminated by eliminating the causes that cause it, the development of PID is influenced by age, unbalanced nutrition, metabolic disorders (diabetes mellitus), external factors that can cause stress, exposure to radioactive, ultraviolet radiation, etc..d.

In this regard, there is a need to search for a rational prevention of PID, by eliminating the causes of the occurrence and restoring the immune status of the organism with the help of biologically active substances of immunomodulatory action with the absence of side effects.

Materials, methods, results and discussions

Based on studies of the cytotoxicity of a tissue preparation (TP) - an extract of the bursa of broiler chickens on transplanted cell cultures (mouse fibroblasts L929, macrophage-like mouse cell line J774.1A, human uterine epithelial cell line HeLaS3, human line of epithelial cells of intestinal carcinoma HCT116 erythromyeloblastoid line K562), obtained from the collection of cell cultures of the Institute of Cytology of the Russian Academy of Sciences, it was found that TP at concentrations of 0.02 to 10 mg / ml did not disturb the viability of the cell monolayer, regardless of the species and type of cell line. When assessing the effect of TP on the proliferative activity of lymphocytes in BALB / c mice, it was found that in healthy mice receiving TP, the proliferative activity of spleen lymphocytes increases, which indicates the stimulation of the lymphocytic link of the immune system. It was proved that intragastric administration of TP to immunosuppressive mice brought the immune system out of the state of suppression. Against the background of the use of TP, the number of spontaneous proliferating lymphocytes significantly increased, as evidenced by an increase in the number of active T cells to 78.5%. The functional activity of lymphocytes (their ability to blast transformation and proliferation) in immunosuppressive mice was lower than in the same mice, but treated with the test drug. Similar results were obtained in the case of intact animals. Two of the three indicators of the functional activity of lymphocytes were higher in animals treated with the test tissue preparation (TP).

Conclusion

The data obtained indicates the safety and effectiveness of using the extract of the fabricium bag of broiler chickens as part of biologically active additives of immunomodulatory action.

Key words: biologically active substance, tissue preparation, bursa extract of broiler chickens, cytotoxicity, immunity, proliferative activity of lymphocytes.

Введение

Выделяют первичные и вторичные иммунодефицитные состояния, при которых возникает иммунная недостаточность или формируется слабый иммунный ответ на внедрение антигена [1,2]. Первичное иммунодефицитное состояние (ПИД) – это заболевания иммунной системы, которые передаются по наследству. Известно более 400 таких заболеваний [3]. Своевременная информативность о наличии ПИД позволяет своевременно проводить профилактику рецидивов и лечение [4]. К вторичным иммунодефицитам (ВИД) относятся заболевания, связанные с нарушением иммунного ответа у нормально сформированной иммунной системы на фоне длительного отрицательного воздействия факторов (социальных, природных, болезней) на организм человека [5]. Поэтому, зная этиологию ПИД так как он является приобретенным клинико-иммунологическим синдромом, его можно устранить путем ликвидации вызывающих его причин [6].

На развитие ПИД влияет возраст (биологический возраст), несбалансированное питание, нарушение обмена веществ (сахарный диабет), внешние факторы, способные вызвать стрессовое состояние, воздействие радиоактивного, ультрафиолетового излучения, употребление иммуносупрессивных препаратов, развитие инфекционных болезней, онкологические заболевания и другие. Проявляются ПИД в виде частого возникновения рецидивирующих инфекций, аллергий [7], что в дальнейшем может привести к развитию хронической патологии и инвалидизации. [8-9].

В связи с этим существует необходимость поиска рациональной профилактики ПИД, путем ликвидации причин возникновения и восстановления иммунного статуса организма с помощью биологически активных веществ иммуномодулирующего действия с отсутствием побочных эффектов. Автором [10] рекомендовано использование латексных экстрактов: *Ficus Carica* (Fce), *Ficus Sycomorus* (Fse) и *Euphorbia Tirucalli* (Ete) в качестве иммуномодулятора при лечении онкологических заболеваний.

В исследованиях [11] изучалось иммуномодулирующее действие трех тритерпеноидов, полученных из этилацетатного экстракта *Cassia Fistula* L.. тритерпеноиды оказались нетоксичными для нормальных клеток wego, но цитотоксичными для раковых клеток. Анализ РТ-ПЦР показал, что тритерпеноиды продуцировали повышенную регуляцию экспрессии P53 и пониженную экспрессию ERK2. Скорость инвазии и метастазирования значительно снижалась при их воздействии. Кроме того, антиоксидантная активность проявлялась в разрушении раковых клеток. Результаты докинга показали стабильные взаимодействия между тритерпеноидов и мишенями рака (P53 и ERK2). Полученные данные свидетельствуют о том, что тритерпеноиды опровергают высокий антипролиферативный эффект в клетках HT-29 и перспективны в качестве альтернативной терапии онкологических заболеваний.

Препарат, полученный ферментативным гидролизом мышечного белка *O. Woodmasoni* с использованием термолизина и пепсина с последующей ультрафильтрацией на мембранной установке, очисткой с помощью гель-фильтрационной хроматографии (GFC) и быстрой белковой жидкостной хроматографии (FPLC) имеет высокую антиоксидантную активность и обладает иммунопротекторным действием [12].

Изначально бактериальные иммуномодуляторы создавались как «вакцины» для выработки стойкого иммунитета против бактерий. Они представляют собой препараты, содержащие фрагменты бактерий-патогенов (клеточные стенки, рибосомы бактерий) [13]. В терапии при лечении аутоиммунных заболеваний применяются моноклональные антитела (МАТ). Препараты ингибируют важные провоспалительные цитокины – ФНО-α, IL-1, IL-6, а также гиперактивацию Т- и В-лимфоцитов. Тем не менее, ведутся исследования связанные с клиническим использованием МАТ, поскольку возможны проявления нежелательной иммуногенности [14].

Широкое применение в качестве иммуномодуляторов находят тканевые препараты и биологически активные вещества, выделенные из органов иммунной системы животных и птицы.

Нами получен тканевой препарат (ТП) - экстракт фабрициевой сумки цыплят-бройлеров, который предполагается использовать в составе биологически активных добавок (БАД) иммуномодулирующего действия. Все используемые биологически активные вещества в составе БАД должны быть безопасны в рекомендуемых дозах и режиме употребления и их эффективность должна быть подтверждена доклиническими и клиническими исследованиями. В связи с этим целью исследований является оценка цитотоксичности экстракта фабрициевой сумки цыплят-бройлеров и его влияние на функциональную активность нейтрофилов.

Материалы и методы

Для оценки возможного токсического влияния ТП на метаболизм клеток млекопитающих использовали перевиваемые культуры клеток человека и мыши (таблица 1), полученные из коллекции клеточных культур Института цитологии Российской Академии наук. Перед использованием в экспериментах культуры клеток были тестированы на жизнеспособность и функциональную активность согласно соответствующим стандартам.

При изучении общей токсичности используются различные тесты для оценки общей жизнеспособности клеточного монослоя, использующие различные маркеры повреждения клеток в культуре. Нарушение любой из жизненно важных клеточных функций неминуемо влечет за собой через определенное время снижение жизнеспособности и гибель клетки, поэтому все эти тесты в своей основе используют регистрацию либо количества погибших, либо количество живых клеток в испытываемой культуре.

Таблица 1. - Перечень использованных в исследованиях клеточных линий и первичных культур клеток экспериментальных животных

Название клеточной линии	Дифференцировочные признаки
Мышинные фибробласты L929	Фибробласты мыши, адгезивная культура с образованием монослоя
Макрофагоподобная мышьяная клеточная линия J774.1A	Макрофаги мыши, адгезивная культура с образованием монослоя
Человеческая линия эпителиальных клеток матки HeLaS3	Клетки эпителия человека, адгезивная культура с образованием монослоя
Человеческая линия эпителиальных клеток карциномы кишечника HCT116	Клетки эпителия человека, суспензионная культура
Человеческая эритромиелобластоидная линия K562	Эритромиелобластные клетки крови человека, суспензионная культура

Изменения метаболического состояния клеток оценивали по снижению суммарной активности митохондриальных дегидрогеназ в микротетразолиевом тесте (МТТ), который является одним из наиболее общепринятых методов оценки цитотоксичности [15] и основан на способности дегидрогеназ митохондрий восстанавливать желтую растворимую соль МТТ (3-(4,5-диметитиазол-2-ил)-2,5-дифенилтетразолий бромид) до синего нерастворимого формазана, который накапливается в цитоплазме клеток. Реакция происходит только в живых клетках с активными митохондриальными ферментами. Таким образом, количество окрашенных клеток и степень фиолетово-синего окрашивания их цитоплазмы коррелирует с общей жизнеспособностью клеточного монослоя.

ТП в различных концентрациях добавляли к кондиционированным клеткам и инкубировали в течение 48 ч. После окончания периода инкубации с тестируемым препаратом в лунки добавляли раствор МТТ до конечной концентрации 500 мкг/мл и инкубировали еще 4 ч в стандартных условиях. Затем аккуратно убрали питательную среду и растворяли клеточный монослой в 10% растворе додецилсульфата натрия в 0,01 М соляной кислоте. После полного растворения клеток измеряли оптическую плотность растворов при длине волны 595 на многоканальном спектрофотометре (Пикон, Россия). Оптическая плотность раствора в контрольных лунках, содержащих клетки без добавления ТП, принималась за 100%. Про-

цент жизнеспособных клеток в лунках с ТП рассчитывался как отношение их оптической плотности к оптической плотности контрольных лунок без ТП, умноженной на 100. В каждом отдельном эксперименте все пробы готовили в триплетах. По изменению оптической плотности в лунках с клетками, содержащих ТП, делали заключения о цитотоксической активности препарата.

Исследуемый ТП добавляли к клеткам-мишеням в концентрации от 10 мг/мл до 0,02 мг/мл. Разведения исходного образца ТП готовили на питательной среде для культивирования клеток. Период инкубации препарата с клетками составлял 48 часов. По истечении этого периода производили оценку жизнеспособности клеток, подвергавшихся действию препарата. Было проведено три отдельных эксперимента с каждой линией клеток.

Оценку влияния ТП на пролиферативную активность лимфоцитов проводили на мышах линии BALb/c. У части экспериментальных животных была индуцирована иммунодепрессия с помощью цитостатика «Циклофосфан» (Fluka, Китай). Циклофосфан (циклофосфамид моногидрат) вводили однократно за сутки до проведения экспериментов. Животные из первой (контрольной) группы получали регос физиологический раствор как плацебо, а из второй - исследуемый препарат. В третью и четвертую экспериментальные группы были взяты иммунодефицитные животные, принимавшие и не принимавшие ТП. Препарат вводили животным ежедневно на протяжении 7 дней.

Исследования проводили на 14-е сутки.

Принцип метода исследования пролиферативной активности лимфоцитов основан на способности окрашенных карбоксифлуоресцеином лимфоцитов делиться под влиянием митогена и из одной клетки с большей (исходной) интенсивностью свечения образуются две дочерние, интенсивность свечения каждой из которых примерно в два раза ниже исходной и так далее. На цитометрической гистограмме окрашенные КФДАСЭ (5-, 6-карбоксифлуоресцеиндиацетат-сукцинилмидил эфир) клетки располагаются в виде ряда последовательных пиков с уменьшающейся интенсивностью свечения. С помощью цитометрического метода можно проследить до 8 митозов.

Лимфоциты селезёнки экспериментальных и контрольных мышей получали *extempore*, после эвтаназии животных ингаляцией углекислым газом. В качестве митогена для неспецифической активации Т-лимфоцитов использовали конканавалин А (Кон А) в конечной концентрации 2 мкг/мл.

Цитометрический анализ проводили на основе определения трех параметров: малого углового светорассеяния (FCS) и бокового светорассеяния (SSC) и одного показателя флуоресценции зеленой (КФДАСЭ).

Для оценки пролиферирующей активности лимфоцитов использовали три критерия:

1) процент бласттрансформации (% БТ). Обозначает, сколько лимфоцитов перешло из покоейшей фазы в фазу деления (превратилось в бласты).

$$\% \text{ БТ} = 100,$$

где M_{1-8} - процент клеток в пиках на цитометрической гистограмме,

100 – коэффициент пересчета в проценты;

2) митотическую активность бластов (МAB %) – процент активно делящихся бластов (сколько всего бластов претерпело дальнейшие деления), при этом все лимфоциты, вышедшие из фазы покоя, принимаются за 100%, соответственно этому рассчитывается процент бластов по пикам.

$$\text{МAB \%} =$$

где M_{2-8} - процент бластов в пиках на цитометрической гистограмме,

100 – коэффициент пересчета в проценты;

3) индекс деления (ИД), обозначающий, количество митозов каждого лимфоцита в процессе культивирования. При этом все лимфоциты, вышедшие из фазы покоя, принимаются за 100 %.

$$\text{ИД} = \frac{100 - Y}{Y}, \quad (1)$$

где $Y = M_2 + M_3/2 + M_4/4 + M_5/8 + M_6/16 + M_7/32 + M_8/64$, где M_{2-8} - процент бластов в пиках на цитометрической гистограмме.

Если ИД = 1, то соответственно каждый лимфоцит претерпел (в среднем) 1 деление, больший или меньший ИД свидетельствует о соответственно большей или меньшей митотической активности бластов.

Для анализа были использованы образцы селезёночных лимфоцитов, отобранных на 14 сутки после окончания курса внутрижелудочного введения ТП в дозе 750 мг/кг.

Результаты исследований

В таблице 2 представлены сводные данные трех экспериментов о жизнеспособности всех используемых клеточных линий после их обработки ТП.

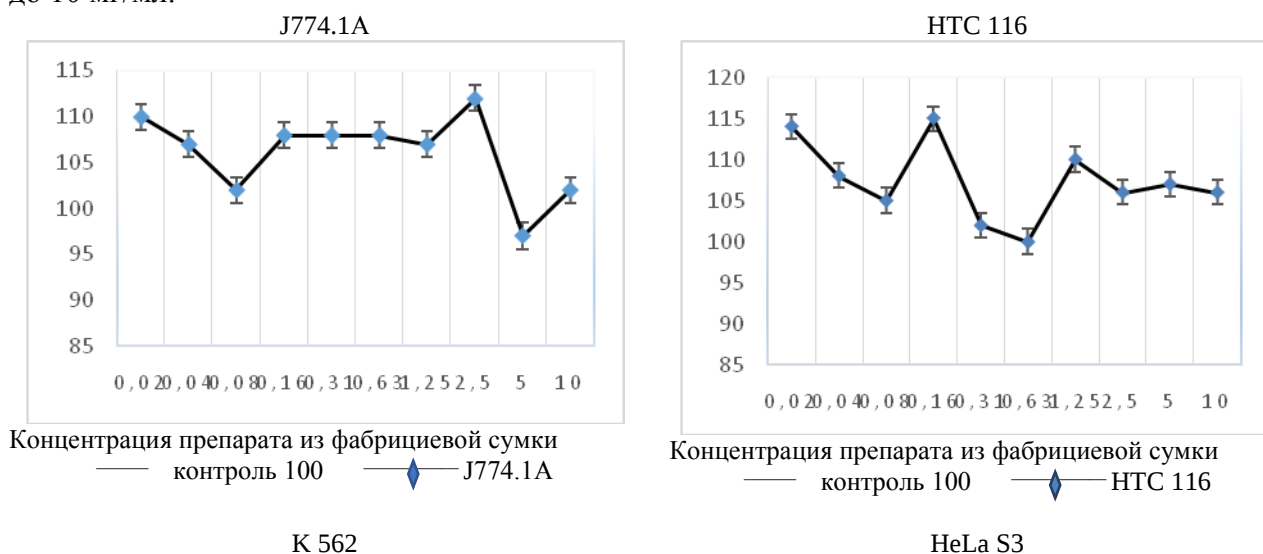
Таблица 2 - Процент жизнеспособных клеток после 48 часовой инкубации с ТП в различных концентрациях

Линия клеток	Концентрация ТП, мг/мл									
	0,02	0,04	0,08	0,16	0,31	0,63	1,25	2,5	5,0	10,0
L929	99,3±8,1	105,9±1,9	99,2±4,1	106,3±9,7	102,8±4,8	106,3±11,3	106,8±5,2	109,1±5,9	110,2±11,6	99,7±4,4
J774.1A	111,2±8,8	106,9±2,7	103,0±3,6	108,6±12,4	108,1±13,2	108,9±7,6	107,5±12,6	112,7±12,3	98,1±13,7	103,0±16,5
HeLa S3	104,2±4,4	103,4±8,6	100,0±11,2	100,7±11,7	97,1±13,0	92,6±11,3	97,7±11,5	96,4±4,9	104,3±6,0	104,4±7,2
K562	99,8±8,3	103,7±2,3	101,8±1,3	106,3±4,7	107,0±7,5	104,7±2,0	104,9±3,8	104,3±1,7	105,1±6,6	103,3±2,7
HCT116	112,8±7,1	108,6±8,4	104,1±10,1	114,0±5,8	101,9±10,3	100,6±4,1	109,8±8,0	106,2±5,0	107,8±4,0	105,5±4,1

*В таблице представлены средние значения и доверительные интервалы ($p \leq 0,05$).

На рисунке 1 представлены диаграммы жизнеспособности каждой из использованных клеточных линий после их обработки ТП, которые демонстрируют отсутствие цитотоксического действия испытуемого препарата.

Таким образом, в ходе исследования было установлено отсутствие метаболического ответа клеток в культуре на воздействие различных концентраций ТП. Вне зависимости от видовой принадлежности и типа клеточной линии, ТП не нарушал жизнеспособности клеток млекопитающих и не проявлял цитотоксических свойств в диапазоне концентраций от 0,02 до 10 мг/мл.



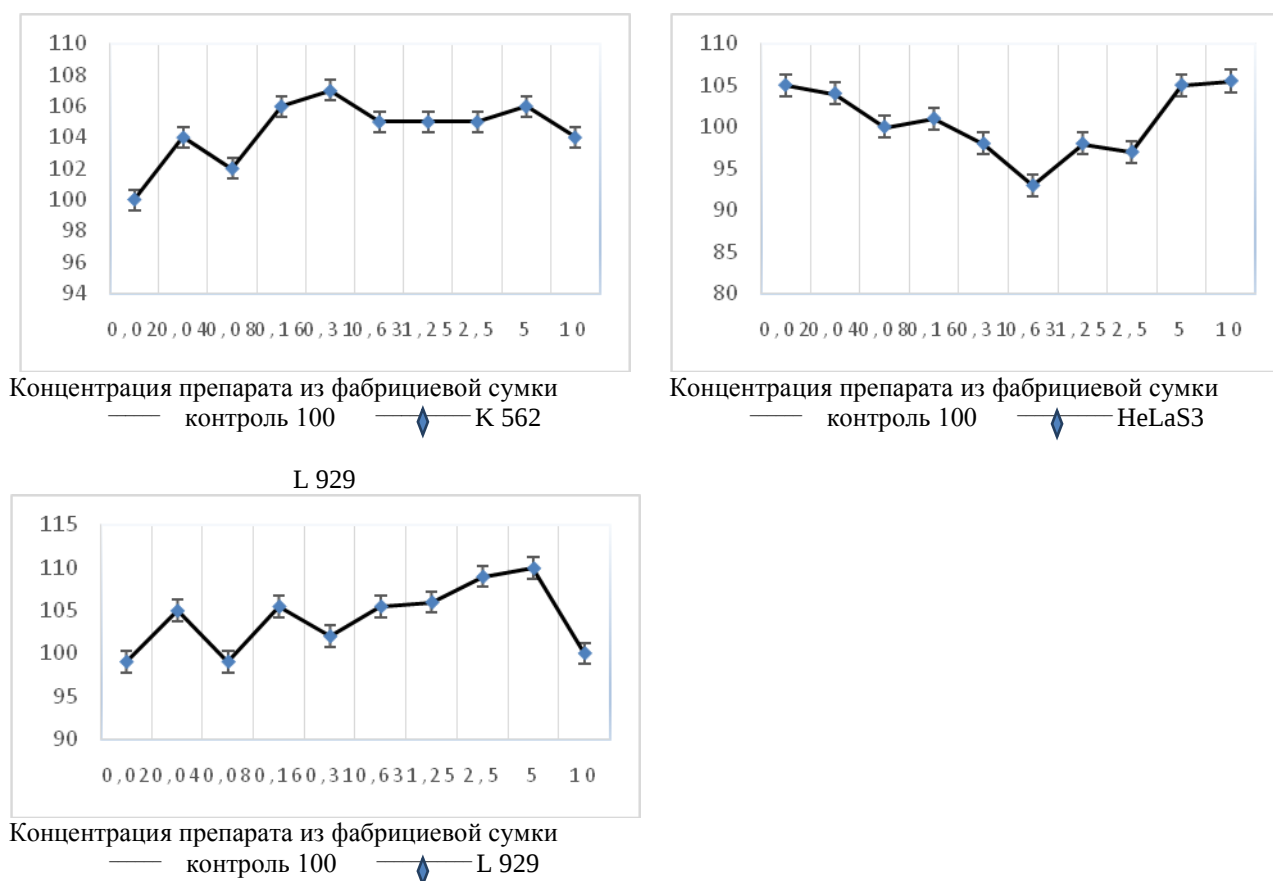


Рис. 1. Жизнеспособность различных клеточных линий клеточных линии J774.1A,

НСТ116, HeLaS3, L929 и K562 после воздействия различных концентраций ТП

На рисунке 2 представлены цитофлюорограммы приборного анализа функциональной активности лимфоцитов селезёнки здоровых (интактных) мышей линии Balb/c. Полученные результаты показали, что доля лимфоцитов с исходной интенсивностью свечения в интервале M1 составляла 1,9 % после инкубации в течение 72 часов без стимуляции. Под воздействием митогенов каннавалина А и липополисахаридом (ЛПС) количество активных клеток составила 46,9 % и 2,3 %, соответственно. Известно, что КонА стимулирует Т-клетки, а ЛПС *E.coli* – В-клетки.

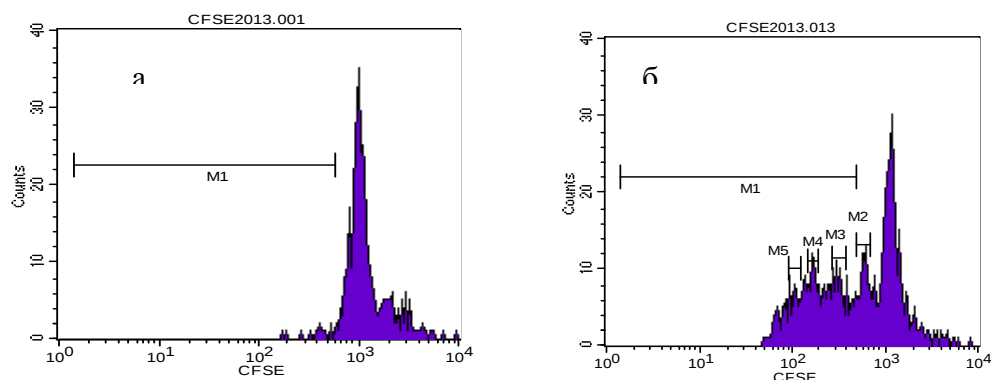


Рис. 2. Количество (%) активных селезёночных лимфоцитов, полученных от интактных мышей: после инкубации в течение 72 часов без стимуляции митогенами (а), после стимуляции КонА (б).

У здоровых (контрольных) мышей, получавших в течение недели терапевтические дозы испытуемого препарата, отмечалось повышение пролиферативной активности лимфоцитов селезёнки по сравнению с интактными животными за счет однократной пролиферации 80,8 % лимфоцитов, а количество индуцированных Кон А возросло до 84,74 % (Рис. 3). Таким образом, скормливание здоровым мышам исследуемого ТП стимулировало лимфоцитарное звено иммунной системы.

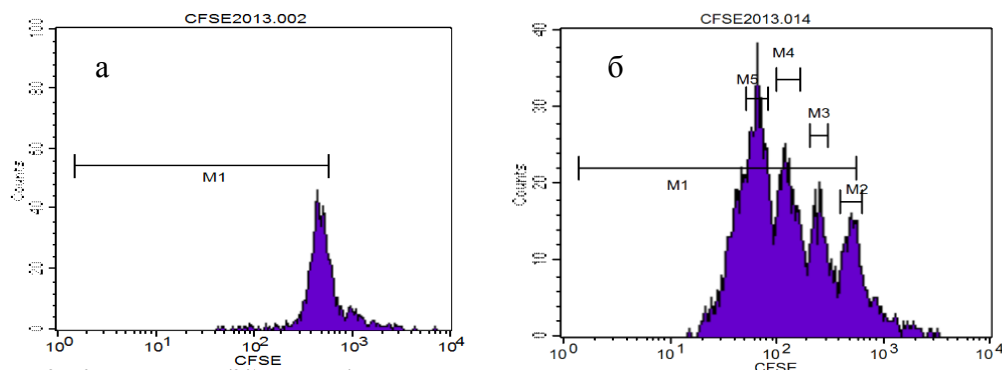


Рис. 3. Количество (%) пролифилирующих селезеночных лимфоцитов, полученных от здоровых мышей, получавших ТП: без стимуляции митогенами (а), после стимуляции КонА (б).

Функциональная активность лимфоцитов у мышей, получавших цитостатический препарат циклофосфамид, была несколько снижена по сравнению со здоровыми животными. Уровень спонтанной пролиферации клеток составлял не более 0,9 %, а индуцированной стимуляторами Кон А и ЛПС - 40,8 % и 3,4 %, соответственно (Рис. 4). Таким образом, у животных данной группы выявлялась иммунодепрессия лимфоцитарной системы.

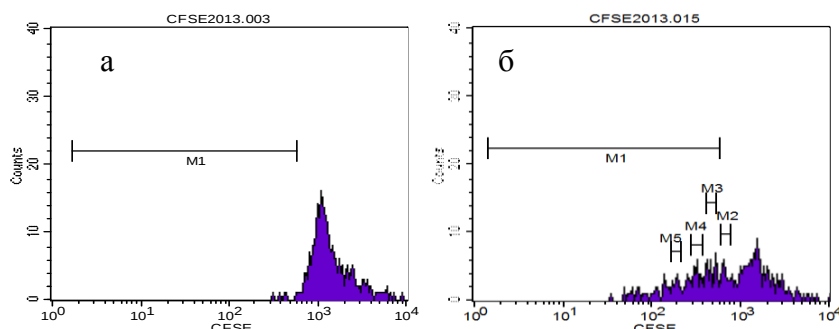


Рис. 4. Количество (%) пролифилирующих селезеночных лимфоцитов, полученных от иммунодепрессивных мышей, не получавших ТП: без стимуляции митогенами (а), после стимуляции КонА (б) и ЛПС (в).

Недельное внутрижелудочное введение иммунодепрессивным мышам ТП выводило иммунную систему из состояния угнетения (не отмечалось снижения спонтанной и индуцированной пролиферации лимфоцитов). Количество спонтанных пролифилирующих лимфоцитов увеличивалось более чем в 11 раз (10,6 %). Стимуляция лимфоцитов митогенами КонА приводила к повышению количества активных Т-клеток до 78,5 % (Рис. 5).

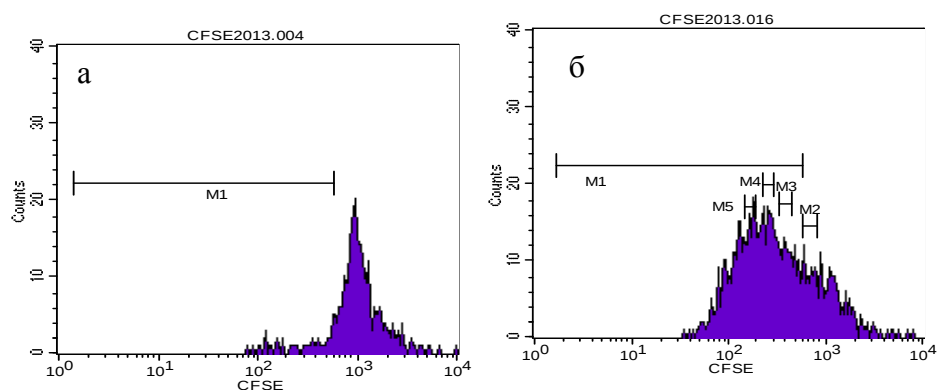


Рис. 5. Количество (%) пролифилирующих селезёночных лимфоцитов, полученных от иммунодепрессивных мышей, получавших ТП: без стимуляции митогенами (а), после стимуляции КонА (б).

В таблице 3 представлены обобщённые данные о влиянии ТП на пролиферативную активность лимфоцитов мышей *in vivo*.

Таблица 3 - Проллиферативная активность лимфоцитов мышей различных опытных групп под воздействием стимуляторов и без них (%).

Группы мышей	Без стимулятора	Стимулятор КонА
Интактные (здоровые) мыши	1,9	46,9
Интактные мыши + ТП	80,8	95,1
Иммунодепрессивные мыши	0,9	40,8
Иммунодепрессивные мыши + ТП	10,4	78,5

На рисунке 6 представлена диаграмма, отображающая влияние ТП на пролиферативную активность лимфоцитов у здоровых мышей и мышей с индуцированной иммуносупрессией.

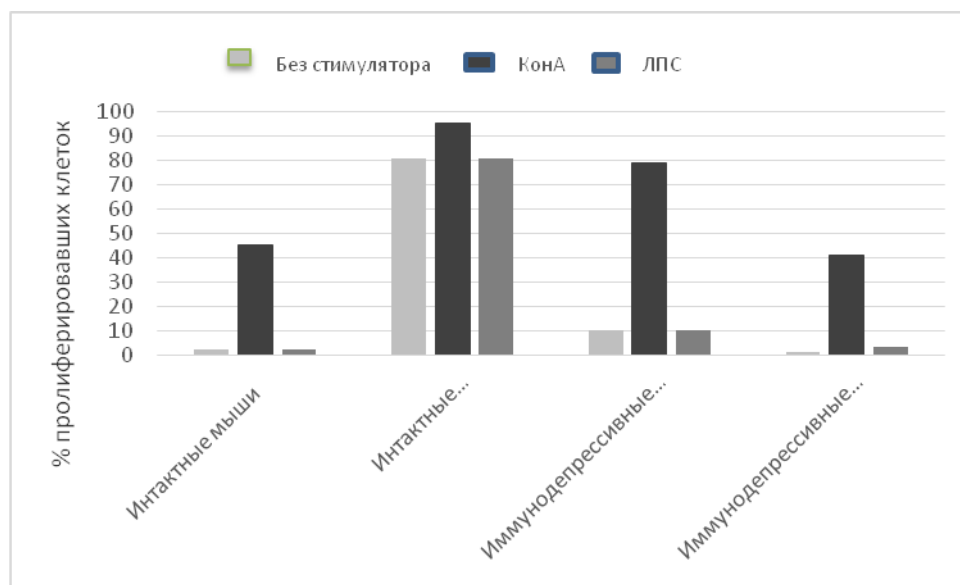


Рис. 6. Проллиферативная активность лимфоцитов (%), полученных от интактных и иммунодепрессивных мышей на 14 сутки после окончания недельного курса ТП.

Оценивалась спонтанная и индуцированная митогенами КонА и ЛПС активность лимфоцитарных клеток. В диаграмме указаны стандартные отклонения средних значений.

Показатели пролиферативной активности лимфоцитов мышей с использованием стимулятора конканавалина А продемонстрировали повышение функциональной активности ТП при внутрижелудочном введении животным.

В таблице 4 представлены основные показатели функциональной активности лимфоцитов (процент бласт трансформации, митотическая активность бластов, индекс деления) мышей из различных экспериментальных и контрольных групп.

Таблица 4 - Показатели функциональной активности лимфоцитов

Группы	% БТ	% МАБ	ИД
Интактные мыши	40,7	39,0	5,3
Интактные мыши + ТП	36,2	52,9	7,4
Иммунодепрессивные мыши	36,5	51,3	5,1
Иммунодепрессивные мыши + ТП	41,6	46,5	5,9

Функциональная активность лимфоцитов (их способность к бласттрансформации и пролиферации) у иммуносупрессивных мышей была ниже, чем у тех же мышей, но получавших испытуемый препарат. Аналогичные результаты были получены и в случае интактных животных. Два из трёх показателей функциональной активности лимфоцитов были выше у животных получавших испытуемый тканевый препарат (ТП).

Выводы

На основании исследований цитотоксичности тканевого препарата (ТП) - экстракта фабрициевой сумки цыплят-бройлеров на перевиваемых культурах клеточного монослоя независимо от видовой принадлежности и типа клеточной линии. При оценке влияния ТП на пролиферативную активность лимфоцитов на мышах линии BALB/c установлено, что он стимулирует активность перитонеальных нейтрофилов и селезённых лимфоцитов как у здоровых, так и у иммунодепрессивных мышей. Полученные данные свидетельствуют о безопасности и эффективности использования экстракта фабрициевой сумки цыплят-бройлеров в составе биологически активных добавок иммуномодулирующего действия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bousfiha A.A., Jeddane L., Ailal F. et al. Primary immunodeficiency diseases worldwide: more common than generally thought // J. Clin. Immunol. 2013. Vol. 33, N 1. P. 1-7.
2. Boyarchuk O., Lewandowicz-Uszynska A., Kinash M. et al. Physicians' awareness concerning primary immunodeficiencies in the Ternopil Region of Ukraine // PEDIATRIA POLSKA (Polish J. Paediatr). 2018. Vol. 93, N 3. P. 221-228.
3. Кинаш М.И., Боярчук О.Р., Гариян Т.В., Добровольская Л.И. Вопросы совершенствования знаний о первичных иммунодефицитах // Вопросы практической педиатрии. 2019. Т. 14, № 6. С. 55-62. DOI: 10.20953/1817-7646-2019-6-55.
4. Boyarchuk O., Kinash M., Hariyan T., Bakalyuk T. Evaluation of knowledge about primary immunodeficiencies among postgraduate medical students // Arch. Balkan Med. Union. 2019. Vol. 54, N 1. P. 11-19.
5. Чернишова Л.1., Волоха А.П., Костюченко Л.В. та ш. Дитяча імунологія. Кшв : Медицина, 2013. 720 с.
6. Самсыгина Г.А., Выжлова Е.Н. Еще раз о проблемах понятия "часто болеющие дети" // Педиатрия. 2016. Т. 95, № 4. С. 209-215.
7. Boyarchuk O., Volokha A., Hariyan T. et al. The impact of combining educational program with the improving of infrastructure to diagnose on early detection of primary immunodeficiencies in children // Immunol. Res. 2019. Vol. 67, N 4-5. P. 390-397. DOI: 10.1007/s12026-019-09103-w.]

8. Slatter M.A., Gennery A.R. Clinical immunology review series: an approach to the patient with recurrent infections in childhood // Clin. Exp. Immunol. 2008. Vol. 152, N 3. P. 389-396. DOI: 10.1111/j.1365- 2249.2008.03641.x.

9. Boyarchuk O., Dmytrash L. Clinical manifestations in the patients with primary immunodeficiencies: data from One Regional Center // Turk. J. Immunol. 2019. Vol. 7, N 3. P. 113-119.

REFERENCES

1. Bousfiha A.A., Jeddane L., Ailal F. et al. Primary immunodeficiency diseases worldwide: more common than generally thought // J. Clin. Immunol. 2013. Vol. 33, N 1. P. 1-7.

2. Boyarchuk O., Lewandowicz-Uszynska A., Kinash M. et al. Physicians' awareness concerning primary immunodeficiencies in the Ternopil Region of Ukraine // *Pediatrica Polska (Polish J. Paediatr)*. 2018. Vol. 93, N 3. P. 221-228.

3. Kinash M.I., Boyarchuk O.R., Gariyan T.V., Dobrovol'skaya L.I. Voprosy sovershenstvovaniya znaniy o pervichnykh immunodefitsitakh // *Voprosy prakticheskoy pediatrii*. 2019. T. 14, № 6. S. 55-62. DOI: 10.20953/1817-7646-2019-6-55.

4. Boyarchuk O., Kinash M., Hariyan T., Bakalyuk T. Evaluation of knowledge about primary immunodeficiencies among postgraduate medical students // *Arch. Balkan Med. Union*. 2019. Vol. 54, N 1. P. 11-19.

5. Chernishova L.I., Volokha A.P., Kostyuchenko L.V. ta sh. *Dityachaimunologiya. Kshv : Meditsina*, 2013. 720 s.

6. Samsygina G.A., Vyzhlova Ye.N. Yeshche raz o problemakh ponyatiya "chasto boleyushchiye deti" // *Pediatrica*. 2016. T. 95, № 4. S. 209-215.

7. Boyarchuk O., Volokha A., Hariyan T. et al. The impact of combining educational program with the improving of infrastructure to diagnose on early detection of primary immunodeficiencies in children // *Immunol. Res*. 2019. Vol. 67, N 4-5. P. 390-397. DOI: 10.1007/s12026-019-09103-w.]

8. Slatter M.A., Gennery A.R. Clinical immunology review series: an approach to the patient with recurrent infections in childhood // Clin. Exp. Immunol. 2008. Vol. 152, N 3. P. 389-396. DOI: 10.1111/j.1365- 2249.2008.03641.x.

9. Boyarchuk O., Dmytrash L. Clinical manifestations in the patients with primary immunodeficiencies: data from One Regional Center // Turk. J. Immunol. 2019. Vol. 7, N 3. P. 113-119.

ОБ АВТОРАХ

Кольберг Наталья Александровна, к.в.н., доцент, директор Единого лабораторного комплекса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный экономический университет» 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, kolberg_na@usue.ru, 89221797999.

Kolberg Natalya Aleksandrovna, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Director of the Unified Laboratory Complex. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State Economic University" 620144, Yekaterinburg, 8 Marta / Narodnaya-Volya St., 62/45, kolberg_na@usue.ru, 89221797999.

Тихонов Сергей Леонидович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой пищевой инженерии. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный экономический университет» 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, tihonov75@bk.ru, 89122769895.

Tikhonov Sergey Leonidovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Food Engineering. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State Economic University" 620144, Yekaterinburg, 8 Marta / Narodnaya-Volya St., 62/45, tihonov75@bk.ru, 89122769895.

Тихонова Наталья Валерьевна, д.т.н., профессор, профессор кафедры пищевой инженерии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный экономический университет» 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, tihonov75@bk.ru, 89193923709.

Tikhonova Natalya Valerievna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Food Engineering. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State Economic University" 620144, Yekaterinburg, 8 Marta / NarodnayaVolya St., 62/45), tihonov75@bk.ru, 89193923709.

Леонтьева Светлана Александровна, инженер кафедры Пищевой инженерии. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный экономический университет» 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45), leontsa@usue.ru, 89122263234.

Leontyeva Svetlana Aleksandrovna, engineer of the Department of Food Engineering. (Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State Economic University" 620144, Yekaterinburg, 8 Marta / NarodnayaVolya St., 62/45), leontsa@usue.ru,

Дата поступления в редакцию:25.04.2021

После рецензирования:23.05.2021

Дата принятия к публикации:03.06.2021

И.М. Русина [I.M. Rusina]¹,
И.М. Колесник [I.M. Kalesnik]²,
И.П. Лебедская [I.P. Liabetskaya]¹

УДК 664.662

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.11

ВЛИЯНИЕ СМЕСИ ПОРОШКОВ ИЗ РОМАШКИ ЛЕКАРСТВЕННОЙ И МЯТЫ ПЕРЕЧНОЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА РЖАНО-ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА

EFFECT OF A CHAMOMILE AND PEPPERMINT POWDERS MIXTURE ON THE QUALITY INDICATORS OF THE RYE- WHEAT BREAD

¹Гродненский государственный аграрный университет, Гродно, Беларусь / Grodno State Agrarian University, Grodno, Belarus

²Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь / Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus

Аннотация

Проблема качества хлебобулочных изделий показывает несоответствие пшеничной муки по некоторым показателям современным требованиям, что отражается на степени выраженности потребительских характеристик, содержании и биодоступности биологически ценных веществ, сокращении сроков стабильности физико-химических и микробиологических показателей готовой продукции. Задачи повышения качества продукции и внедрения ускоренных технологий в современных динамичных условиях производства решаются путем использования различного рода хлебопекарных улучшителей, оказывающих негативное влияние на здоровье человека. Использование лекарственных и пряно-ароматических растений, их способностью синтезировать и аккумулировать одновременно большое количество биологически активных веществ является востребованным и актуальным направлением в хлебобулочной промышленности.

Материалы, методы, результаты и обсуждения

В статье проанализировано влияние смеси порошков ромашки лекарственной и мяты перечной при равных соотношениях в дозировках 0,5–2,0 % от массы муки на показатели качества разных видов муки, заварки, закваски, теста и готовых изделий ржано-пшеничного хлеба. Показано, что обогатительные добавки не оказывали существенного влияния на сырье, полуфабрикаты и выпеченную продукцию, отмечалось лишь более значительное повышение кислотности опытных образцов и сокращалось время всплывания шарика теста при анализе показателей заварки. Не выявлено достоверных различий в органолептических и физико-химических показателях качества полуфабрикатов и выпеченных образцов при внесении смеси порошков лекарственных трав в разных дозировках на стадии получения заварки и на стадии формирования теста. В результате дегустационного анализа наилучшими были отмечены образцы ржано-пшеничного хлеба, включающего в рецептуру 1,5 % и 2,0 % обогатительных добавок. Опытные изделия характеризовались более низким общим микробным числом, проявляли признаки микробиологической порчи на более поздних сроках хранения.

Заключение

Отсутствие существенных изменений физико-химических показателей качества изучаемых видов пшеничной и ржаной муки, заварки, закваски с частичным завариванием муки, теста для выпечки хлеба при внесении смеси порошков ромашки лекарственной и мяты перечной в об-

цем количестве 0,5–2,0 % от массы муки как на стадии приготовления заварки, так и на стадии получения теста позволяет отметить целесообразность использования данных обогащительных добавок.

Ключевые слова: порошки ромашки лекарственной и мяты перечной, композитные смеси, ржано-пшеничный хлеб, функциональные продукты питания

Abstract

The problem of the quality of bakery products shows that wheat flour does not meet modern requirements in some indicators, which affects the degree of expression of consumer characteristics, the content and bioavailability of biologically valuable substances, shortening the stability of physico-chemical and microbiological indicators of finished products. The tasks of improving the quality of products and the introduction of accelerated technologies in modern dynamic production conditions are solved by using various kinds of baking improvers that have a negative impact on human health. The use of medicinal and spicy-aromatic plants, their ability to synthesize and accumulate at the same time a large number of biologically active substances, is a popular and relevant phenomenon in the bakery industry.

Materials, methods, results and discussions

In the present article, the effect of a mixture of chamomile and peppermint powders at equal proportions in dosages of 0.5–2.0 % of the flour mass on the quality indicators of different types of flour, sourdough, leaven, dough and finished products of rye-wheat bread were analyzed. It was shown that the enrichment additives did not have a significant effect on raw materials, semi-finished products and baked products, only a more significant increase in the acidity of the test samples was noted and the time for the dough ball to float was reduced when analyzing the sourdough parameters. No significant differences were found in the organoleptic and physicochemical indicators of the quality of semi-finished products and baked samples when adding a mixture of herbal powders in various dosages at the stage of obtaining the sourdough and at the stage of dough formation. As a result of degustation, the best were the samples of rye-wheat bread, containing 1.5 % and 2.0 % of fortifying additives in the recipe. In addition, the experimental products had a lower total microbial count and showed signs of microbiological spoilage at a later shelf life.

Conclusion

The absence of significant changes in the physico-chemical quality indicators of the studied types of wheat and rye flour, welding, sourdough with partial brewing of flour, bread dough when applying a mixture of chamomile and peppermint powders in a total amount of 0.5-2.0% of the flour weight both at the stage of welding preparation and at the stage of dough preparation allows us to note the expediency of using these enriching additives.

Key words: chamomile and peppermint powders, composite mixtures, rye-wheat bread, functional food products

Введение. Мониторинг проблемы формирования качества хлебобулочных изделий показывает несоответствие пшеничной муки по некоторым показателям современным требованиям, что отражается на степени выраженности потребительских характеристик, содержании и биодоступности биологически ценных веществ, сокращении сроков стабильности физико-химических и микробиологических показателей готовой продукции [1]. Задачи повышения качества продукции и внедрения ускоренных технологий в современных динамичных условиях производства решаются путем использования различного рода хлебопекарных улучшителей. Однако многолетние исследования отмечают негативное влияние многих пищевых добавок на здоровье человека. Изменение приоритетов в пользу использования лекарственных и пряно-ароматических растений обусловлено их способностью синтезировать и аккумулировать одновременно большое количество биологически активных веществ. Кроме того, лекарственные добавки могут оказывать

множественное воздействие на человеческий организм, а также способствовать формированию разновекторных технологических свойств продукции [1–6].

Анализ данных научно-технической литературы показал перспективность обозначенной темы, так как исследования показывают, что добавки из лекарственных растений обладают приятным вкусом и ароматом, оказывают противовоспалительное, антибактериальное, спазмолитическое, желчегонное, бронхолитическое и успокаивающее действие за счет наличия большого количества фитоактивных соединений [7–11]. Ключевые биологически активные вещества в составе цветков ромашки лекарственной – аминокислоты (гистидин, глицин, серин, аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота, лейцин, тирозин), кумарины, до 11 веществ флавоноидной природы (в том числе рутин, лютеолин и апигенин), органические кислоты (янтарная, аскорбиновая) эфирное масло (0,05–1,0 %), витамины (К, группы В, β -каротин, токоферол), стерины, полисахариды, полифенолы [12, 13, 14]. В работах нескольких авторов показано, что сухие листья мяты перечной отличаются высоким содержанием белков (30,1 %), клетчатки (15,6 %), минеральных веществ (14 %), моно- и дисахаридов (12,7%) [15]. Также в них присутствуют β -каротин, гесперидин, бетаин, урсоловая и олеаноловая кислоты, эфирное масло – до 2,75% (ментол, ментон, пинен, лимонен и эфиры ментола уксусной и валериановой кислот) [16], сапонины, дубильные вещества и флавоноиды [17].

Вышеперечисленные соединения в составе лекарственных порошков могут оказывать определенное влияние на органолептические, физико-химические и микробиологические характеристики мучных изделий за счет присутствия в обогатительных добавках большого количества биологически активных соединений, следовательно, научные исследования по этому направлению имеют высокую актуальность.

Материалы и методы. Для комплексного изучения влияния смесей порошков на хлебопекарные свойства муки и качество готовых ржано-пшеничных изделий проводилось исследование разных видов муки, порошков ромашки лекарственной и мяты перечной, композитных смесей, полуфабрикатов и готовых образцов хлеба. Таким образом, объектами исследования являлись ржаная обдирная и сеяная мука, пшеничная мука первого сорта, композитные смеси с добавлением порошков ромашки лекарственной и мяты перечной, заварка, жидкая закваска с частичным завариванием муки, тесто для хлеба и образцы готового ржано-пшеничного хлеба (ГОСТ 31807–2018) [18].

Выполнялось два варианта исследований полуфабрикатов и готового хлеба опытных проб:

– 1 вариант – с внесением в заварку смесей порошков ромашки лекарственной и мяты перечной в общем количестве 0,5 %, 1,0 %, 1,5 % и 2,0 % от массы муки и при равном их соотношении в одной пробе;

– 2 вариант – с внесением обогатительных добавок в тех же дозировках в тесто перед брожением. В качестве контрольного образца рассматривались пробы без внесения лекарственных порошков.

Органолептические и физико-химические показатели муки, композитных смесей определяли согласно требованиям ТНПА (ГОСТ 27558–87, ГОСТ 9404–88, ГОСТ 27493–87). Определение подъемной силы дрожжей осуществлялось согласно ГОСТ 171–81 по ускоренному методу всплывания шарика теста. Интенсивность газообразования оценивали бродильным методом в колбах с сернокислым затвором Мейсля [19]. Пробы готовых изделий анализировали по физико-химическим и органолептическим показателям [20].

В рецептурный состав ржано-пшеничного хлеба включены смеси муки ржаной обдирной (42 г), ржаной сеяной (43 г) и пшеничной первого сорта (15 г), сахар (1,8 г), соль поваренная пищевая йодированная (1,5 г), и дрожжи хлебопекарные прессованные (1 г), жидкая закваска (64 г) с частичным завариванием ржаной обдирной муки. Обогащенные фитодобавки вносились в расчете к массе муки. Приготовление теста для хлеба осуществляли по Ленинградской схеме в две фазы: разводочный и производственный цикл.

В разводочном цикле закваску выводили из чистых культур дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* ЛМ–1 и молочнокислых бактерий *Lactobacterium plantarum*–30, *L. fermenti*–34, *L. casei*–26, *L. brevis*–1.

Продолжительность брожения составляла 60 минут, расстойки – 50 минут при температуре 38 °С, время выпечки – 50 минут при температуре 225 °С для контрольных и опытных проб. Все параметры соблюдались согласно ТИ ВУ 100056428.297–2019. Замес и разделку на тестовые заготовки проводили вручную, выпечку осуществляли в формах.

Результаты и обсуждение. Результаты исследований показали, что органолептические параметры исходного сырья – цветков ромашки лекарственной и листьев мяты перечной – соответствовали нормируемым значениям, установленным ГОСТ 2237–93 и ГОСТ 23768–94. Влажность измельченных на лабораторной мельнице ЛМ–1 лекарственных порошков ромашки лекарственной и мяты перечной составила соответственно 8,0 % и 8,3 %. Влажность и титруемая кислотность муки пшеничной первого сорта, муки ржаной сеянной и ржаной обдирной регистрировались 11,8 % и 3,3 град.; 11,4 % и 3,9 град.; 12,9 % и 4,8 град. соответственно.

Оценка составленных композитных смесей показала, что при повышении дозировки порошков ромашки лекарственной и мяты перечной усиливался желтовато-зеленоватый оттенок и специфический запах трав, визуализировались включения частиц порошка. С повышением количества вносимой добавки снижалась влажность и увеличивалась титруемая кислотность ржаной обдирной муки (5,0–5,3 градусов) и смеси на основе ржаной обдирной, ржаной сеянной и пшеничной муки первого сорта (4,9–5,0 град.).

Отмечалось изменение титруемой кислотности заварки опытных проб первого варианта исследований (4,9–5,2 град.) по отношению к контрольному образцу (4,7±0,2 град.), а температура и влажность практически не изменялись (65±0,4 °С и 76,1–75,8±0,3 %).

Анализ показателей качества жидкой закваски с частичным завариванием муки контрольной пробы и образцов со смесями порошков ромашки лекарственной и мяты перечной показал незначительное сокращение времени всплытия шарика теста по мере повышения дозировки: 27 минут для контроля, 24–22 минуты – опытные пробы. Титруемая кислотность жидкой закваски с внесением разных дозировок порошков лекарственных трав в конце брожения повышалась с 11,4 до 15,6 град. Температура и влажность опытных образцов были в пределах значения этих показателей для контрольной пробы.

На основании полученных результатов можно предположить, что показатели качества готового хлеба будут соответствовать требованиям ТНПА при дозировках в заварке смеси порошков 0,5–1,0 % от массы муки. Однако при содержании в заварке смеси лекарственных порошков 1,5–2 % кислотность готового изделия может быть выше нормы, так как их титруемая кислотность составляла 15,2 и 15,6 град. (нормируемая величина – не более 15,0 град.).

Поскольку большее влияние на процесс газообразования оказывает жизнедеятельность дрожжей, были проведены дополнительные исследования.

Известно, что показатели подъемной силы дрожжей не всегда коррелируют с бродильной активностью, так как на потенциальную активность гликолитических ферментов зимазного и мальтазного комплексов могут оказывать влияние добавление осмолитов, антиоксидантов и других биологически активных соединений [21]. Так как в состав цветков ромашки и листьев мяты входят вещества с потенциальным фунгистатическим действием (например, эфирные масла [12, 16]), для более детального анализа влияния смеси порошков данных лекарственных трав на процессы газообразования был проведен модельный лабораторный эксперимент. Порошки из трав добавляли к смеси муки ржаной и пшеничной согласно рецептуре опытных проб и анализировали убыль массы колб в определенные периоды за 2,5 часа брожения в термостате.

На рисунке 1 представлена оценка суммарного количества выделившейся углекислоты и интенсивности газообразования в разные временные промежутки: через 60, 120 и 150

минут от начала эксперимента. В целом добавление в рецептуру некоторого количества смеси порошков ромашки и мяты вместо муки приводило к активации процесса брожения в 1,22–1,25 раз. В первые 60 минут опыта наиболее высокие количества CO_2 выделилось в контрольной пробе – на 10 % больше, чем в опытных. Это свидетельствует о более быстрой адаптации дрожжевых клеток и переключении процессов с дыхательного на бродильный путь. В колбах с фито-добавкой, независимо от ее количества, выделялось по 0,1 г CO_2 , что может указывать на одинаковую степень воздействия составных компонентов порошков на хлебопекарные дрожжи.

На втором часу модельного эксперимента во всех образцах брожение активизировалось. При этом в опытных колбах скорость газообразования, как и на первом этапе, была одинаковой и составила 0,2 грамм в час, а в контрольной колбе – на 20 % меньше. Повышенное газообразование в опытных колбах может быть связано с тем, что с порошковой добавкой поступили дополнительные питательные субстраты в виде аминокислот и минеральных веществ, а также витамины, которые также благотворно влияют на ферментативные процессы у дрожжей.

На завершающем этапе модельного эксперимента интенсивность брожения во всех образцах снизилась и составила 0,16–0,18 г/час в колбах с фитодобавками и вдвое меньше – 0,8 г/час – в контроле. На наш взгляд, наблюдаемое повышение абсолютного количества выделившегося CO_2 в колбе с содержанием порошка трав 2 % от массы муки можно считать незначительным. В то же время, более высокие скорости газообразования на 2–3-м этапах в опытных образцах в сравнении с контролем позволяют говорить о значительной активации дрожжей и наличии за счет этого возможности сокращения времени брожения теста.

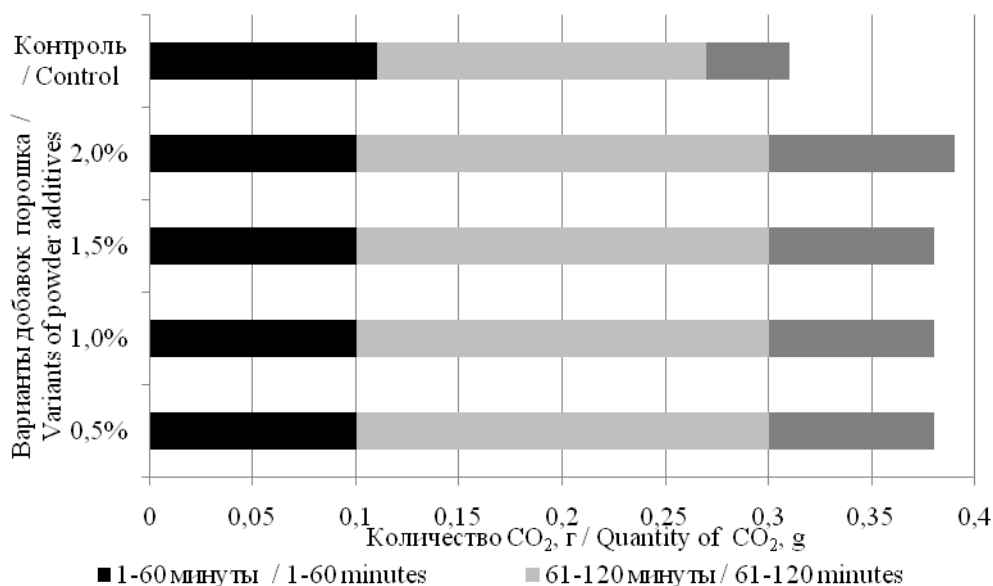


Рис.1. Динамика газообразования на разных этапах модельного эксперимента

В этой связи на следующем этапе брожение теста для производства ржано-пшеничного хлеба проводили 60 минут – минимальное время, рекомендуемое в ТИ ВУ 100056428.297–2019.

По органолептическим характеристикам образцы теста двух вариантов исследований не отличались между собой при равных общих дозировках лекарственных порошков. В опытных пробах визуализировались включения частиц порошка трав, ощущался их вкус и аромат. Температура и влажность теста обоих вариантов исследований практически не изменялись по отношению к значениям для контрольного образца (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели качества теста для ржано-пшеничного хлеба

Показатель/ Indicator	Контроль/Control	Количество добавки/ Amount of additive			
		0,5 %	1,0 %	1,5 %	2,0 %
Вариант 1 / Experiment 1					
Влажность, % / Humidity, %	49,0	48,8	48,8	48,6	48,6
Температура начальная, °C / Starting temperature, °C	31,4	31,2	31,6	31,0	31,4
Кислотность начальная, ° / Starting acidity, °	3,6	3,8	3,9	4,0	4,0
Кислотность конечная, ° / Final acidity of the crumb, °	6,1	6,3	6,4	6,5	6,6
Вариант 2 / Experiment 2					
Влажность, % / Humidity, %	49,0	48,8	48,9	48,7	48,7
Температура начальная, °C / Starting temperature, °C	31,4	31,2	31,4	31,2	31,3
Кислотность начальная, ° / Starting acidity, °	3,6	3,8	3,8	3,9	4,0
Кислотность конечная, ° / Final acidity, °	5,9	6,1	6,1	6,2	6,3

Титруемая кислотность после замеса теста и в конце брожения в присутствии смеси лекарственных порошков возрастала при повышении содержания добавки, что объясняется значительным количеством соединений кислого характера в измельченных лекарственных травах. Внесение порошков отразилось на приросте кислотности в конце брожения. Разница между конечной и начальной величиной титруемой кислотности у первой группы образцов была более выраженная по отношению к тем же дозировкам добавки у проб теста второго варианта исследований, однако все изменения были не существенные. Полученные данные можно объяснять более длительным контактом смеси порошков лекарственных трав с компонентами сырья при внесении их на стадии получения заварки.

Оценка готовых изделий показала, что органолептические показатели качества хлеба контрольного и опытных образцов двух групп исследований отличались только между пробами с разным содержанием добавки. Внесение добавки в заварку или непосредственно в тесто не показало существенного различия характеристик. Контрольные и опытные изделия имели гладкую без трещин и подрывов поверхность, равномерную по окраске корку и серый, не липкий, не крошащийся мякиш. Хлеб был равномерно пропеченный со вкусом и запахом свойственными данному виду изделий, с повышением дозировки порошка появлялся выраженный привкус и аромат ромашки и мяты. Физико-химические показатели качества готовых изделий при внесении смеси порошков ромашки лекарственной и мяты перечной изменялись незначительно (таблица 2).

Таблица 2 - Физико-химические показатели качества контрольного и опытных образцов хлеба

Показатель/ Indicator	Контроль Control	Количество добавки/ Amount of additive			
		0,5 %	1,0 %	1,5 %	2,0 %
Вариант 1 / Experiment 1					
Влажность мякиша, % / Humidity of the crumb, %	48,0±0,2	48,0±0,2	48,0±0,2	47,8±0,3	47,7±0,3
Кислотность мякиша, ° / Acidity of the crumb, °	5,1±0,2	5,1±0,2	5,2±0,3	5,4±0,3	5,6±0,3
Пористость, % / Porosity, %	61,2±0,4	62,6±0,3	63,2±0,6	62,8±0,5	61,2±0,5
Вариант 2 / Experiment 2					
Влажность мякиша, % / Humidity of the crumb, %	48,0±0,2	48,0±0,2	48,0±0,2	48,0±0,3	47,5±0,3
Кислотность мякиша, ° / Acidity of the crumb, °	5,1±0,2	5,1±0,2	5,1±0,3	5,3±0,3	5,4±0,3
Пористость, % / Porosity, %	61,2±0,6	62,0±0,4	63,0±0,6	63,0±0,6	61,4±0,6

В ходе исследований не было отмечено существенного изменения показателя влажности всех образцов. Титруемая кислотность опытных проб возрастала по мере увеличения количества порошков лекарственных трав. Все исследуемые параметры находились в пределах нормируемых величин. Значения показателя пористости изделий варьировали непропорцио-

нально количеству добавляемых порошков, и эти изменения были не достоверны. Значительной разницы величин физико-химических показателей между группами исследований также не выявлено. Следовательно, можно констатировать факт, что вносимые порошки лекарственных трав не оказывают значимого влияния на изучаемые физико-химические характеристики готового хлеба.

Оценку потребительских качеств хлеба проводили слепым методом. Респондентам предлагалось сравнить по внешнему виду, вкусу и запаху девять образцов хлеба – контрольный (без смеси порошков) и опытные, содержащие 0,5 %, 1 %, 1,5 % и 2 % смеси порошков из ромашки лекарственной и мяты перечной по двум вариантам внесения добавки.

По результатам дегустационного анализа контрольных и опытных изделий ржано-пшеничного хлеба предпочтение было отдано образцам, содержащим 1,5 % и 2,0 % смеси порошков из ромашки лекарственной и мяты перечной от массы муки при внесении ее в заварку (рисунок 2).

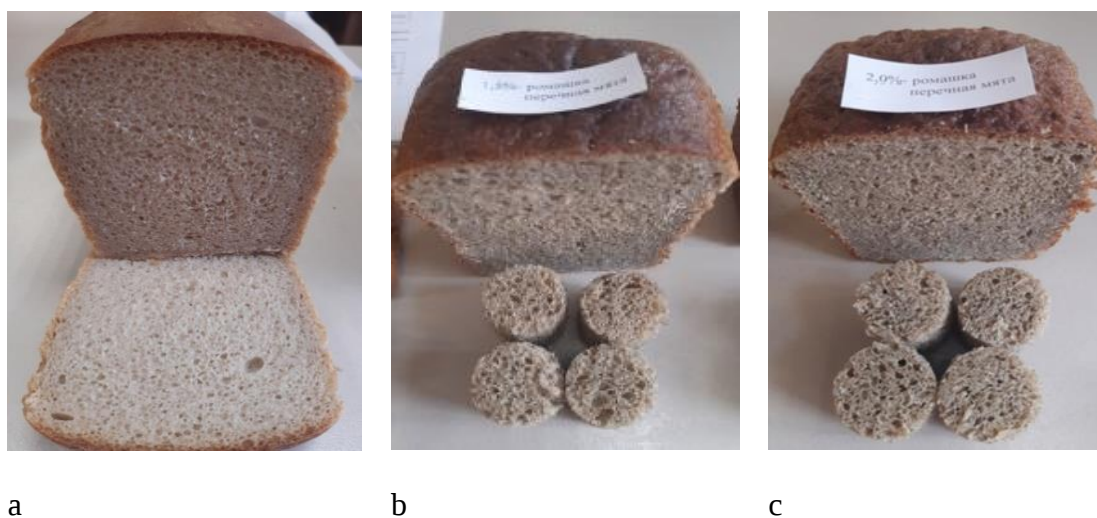


Рис 2. Образцы пробных выпечек ржано-пшеничного хлеба в сравнении с контрольным образцом: (а) – контрольный образец; (b) – опытная проба с внесением 1,5 % порошка; (с) – опытная проба с внесением 2 % порошка

Для оценки степени микробиологической контаминации изготовленного хлеба были выбраны такие общепринятые показатели, как КМАФАнМ и наличие плесневых грибов. Контрольный образец и опытный, содержащий наибольшее количество смеси порошков ромашки лекарственной и мяты перечной (2,0%), хранили при комнатной температуре в полиэтиленовых пакетах в течение пяти суток. После 48 часов хранения вкус и запах хлеба оставались выраженными и приятными. На четвертые сутки хранения у хлеба, выпеченного без обогатительных добавок, стал ощущаться слабо выраженный затхлый запах, а на 6-е сутки хранения визуализировались колонии плесневых грибов. У опытного образца признаки плесневения появились на 8-е сутки хранения. По результатам микробиологического посева на мясо-пептонный агар, выполненного на 3-и сутки хранения, в контрольном образце выявлено более высокое КМАФАнМ ($2,2 \times 10^3$ КОЕ/г), чем в опытном образце ($1,3 \times 10^3$ КОЕ/г), что позволяет допустить наличие бактериостатического эффекта от внесенной добавки из лекарственных растений.

Заключение. Отсутствие существенных изменений физико-химических показателей качества изучаемых видов пшеничной и ржаной муки, заварки, закваски с частичным завариванием муки, теста для выпечки хлеба при внесении смеси порошков ромашки лекарственной и мяты перечной в общем количестве 0,5–2,0 % от массы муки как на стадии приготовления заварки, так и на стадии получения теста позволяет отметить целесообразность использования данных обогатительных добавок. Все незначительные отклонения показателей качества от величин контрольных образцов обуславливались более низкими значениями

влажности и более высокой титруемой кислотностью порошков лекарственных трав и не отразились на органолептических свойствах хлеба. Наоборот, в ходе дегустации максимальное количество голосов получили образцы с дозировками обогащительных добавок в количестве 1,5 % и 2,0 % от массы муки. По результатам наблюдения за степенью микробиологической чистоты хлеба с содержанием 2,0 % смеси порошков ромашки лекарственной и мяты перечной в процессе хранения, можно предположить бактериостатическое действие добавки.

Учитывая факт, что ромашка лекарственная и мята перечная имеют незначительные ограничения по длительному и регулярному использованию, не вызывают выраженных аллергических эффектов, считаем, что целесообразно использовать смесь порошков из ромашки лекарственной и мяты перечной в общем количестве 1,5–2,0 % к массе муки при производстве ржано-пшеничного хлеба для расширения ассортимента изделий функционального назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иоргачева Е.Г., Лебеденко Т.Е. Потенциал лекарственных, пряно-ароматических растений в повышении качества пшеничного хлеба // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2014. № 12. Т. 2. С. 101–105.
2. Белявская, И.Г., Алексеенко, Е.В., Капустина, К.Ф., Исабаев, И.Б. Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием продуктов переработки мяты перечной // Health, Food & Biotechnology. 2019. 1(4). С. 53–69.
3. Беляев А.Г., Ковалева А.Е., Пьяникова Э.А. Влияние порошка кипрея узколистного на показатели качества пшеничного хлеба // Вестник ВГУИТ – Воронеж: ВГУ, 2018. Т.80. № 4. С. 254–258.
4. Бориева Л.З., Тамахина А.Я., Ахкубекова А.А. Формирование показателей качества пшеничного хлеба при добавлении настоя медуницы мягкой (*Pulmonaria mollis*). Новые технологии. 2019. 3 (49). С. 21–29. DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10302.
5. Клиндухова Ю.А. Совершенствование технологии хлебобулочных изделий с использованием продуктов переработки хмеля // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2012. 2–3. С. 33.
6. Ковалева, А.В. Применение фитоэкстрактов, фитосиропов и пробиотиков в производстве хлебобулочных изделий // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2016. 1(36). С. 70–72.
7. Жоглова К.Н. Половецкая О.С., Никишина М.Б., Иванова Е.В. Морфолого-анатомический анализ сырья мяты перечной (*Mentha piperita* L.) семейства яснотковые (Lamiaceae) // Вестник современных исследований. 2018. № 12.1(27). С. 339–341.
8. Казакова М.А., Минько О.В., Миронова С.С., Рыжов В.М., Лямин А.В., Кондратенко О.В. Изучение противомикробной активности флавоноидов листьев мяты перечной в отношении штаммов муковисцидоза // Фенольные соединения: свойства, активность, инновации. 2018. С. 449–453.
9. Райкова С.В., Голиков А.Г., Шуб Г.М., Дурнова Н.А., Шаповал О.Г., Рахметова А.Ю. Антимикробная активность эфирного масла мяты перечной (*Mentha piperita* L.) // Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. № 4(7). С. 787–790.
10. Прокофьев П.А., Степанова Н.Ю. Пищевая ценность мяты и Melissa в свежем и замороженном состоянии // Научный журнал НИУ ИТМО. 2014. № 4. С. 189–194.
11. Mahmoodi M. Effect of harvest time on essential oil content and composition of *Mentha piperita* L. // The First Iranian Congress of Essential Oil. 2016. С. 37–39.
12. Озимица И.И., Фролова О.О. Целенаправленный поиск биологически активных веществ в растениях // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 1. С. 382.
13. Danciu C., Zupko I., Bor A., Schwiebs A., Radeke H., Hancianu M., Cioanca O., Alexa E., Oprean C., Bojin F., Soica C., Paunescu V., Dehelean C.A. Botanical Therapeutics: Phytochemical Screening and Biological Assessment of Chamomile, Parsley and Celery Extracts against A375 Human Melanoma and Dendritic Cells // Int J Mol Sci. 2018 Nov 16; 19(11): 3624. DOI: 10.3390/ijms19113624.

14. Žlabur JŠ, Žutić I, Radman S, Pleša M, Brnčić M, Barba FJ, Rocchetti G, Lucini L, Lorenzo JM, Domínguez R, RimacBrnčić S, Galić A, Voća S. Effect of Different Green Extraction Methods and Solvents on Bioactive Components of Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) Flowers // *Molecules*. 2020 Feb 13;25(4):810. DOI: 10.3390/molecules25040810.
15. Чижикова О.Г. Кресс-салат и мята как перспективное сырье для хлебобулочных изделий // *Известия ДВФУ. Экономика и управление*. 2017. №1. С. 113–118.
16. Райкова С.В., Голиков А.Г., Шуб Г.М., Дурнова Н.А., Шаповал О.Г., Рахметова А.Ю. Антимикробная активность эфирного масла мяты перечной (*Mentha piperita* L.) // *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2011. Т. 7, № 4. С. 787–790.
17. Чуркина Л.А. Фармакогностический анализ сырья семейства Губоцветные (мята перечная, Melissa лекарственная) // *Бюллетень медицинских интернет-конференций*. 2016. Т. 6. № 5. С. 906.
18. ГОСТ 31807–2018 Изделия хлебобулочные из ржаной хлебопекарной и смеси ржаной и пшеничной хлебопекарной муки. Общие технические условия. – Введен 2019.11.01. М.: Стандартинформ, 2018. 19 с.
19. Практикум по микробиологии: учеб. пособие / под ред. Н.С. Егорова. М.: Изд-во Москов. ун-та, 1976. 307 с.
20. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства: учебник. 9 е изд.; перераб. и доп. / под общ. ред. Л.И. Пучковой. и доп. СПб: Профессия, 2011. 416 с.
21. Наумова Н.Л., Берестовая Н.С., Кривенко А.Ю. Влияние отдельных обогащающих компонентов для булочных изделий на биотехнологические показатели дрожжей *Sacharomyces cerevisiae* // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2016. № 3 (137). С. 188–192.

REFERENCES

1. Iorgacheva E.G., Lebedenko N.E. The potential of medicinal, aromatic plant in improving the quality of wheat bread // *East European journal of Advanced Technologies. Technology and equipment for food production*. 2014. Vol. 2. No 12 (68). pp. 101–107.
2. Belyavskaya I.G., Alekseenko E.A., Kapustina K.F., Isabaev I.B. The Development of Bread Technology with Peppermint Products // *Health, Food & Biotechnology*. 2019. No 1(4). pp. 53–69.
3. Beyaev A.G., Kovaleva A.E., Pyanikova E.A. The influence of fireweed on the quality of wheat bread // *Proceedings of VSUET*. 2018. Vol.80. No 4. pp. 254–258.
4. Borieva L.Z., Tamakhina A.Ya., Akhkubekova A.A. Formation of wheat bread quality indicators when adding pulmonaria extract (*Pulmonaria mollis*) // *Novye tehnologii (Majkop)*. 2019. Iss. 3(49). pp. 21–29. DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10302.
5. Klinduhova Yu.A. Improving the technology of bakery products using hop products // *News of higher educational institutions. Food technology*. 2010. No 2–3. P. 33.
6. Kovaleva A.V. The use of phytoextracts, phytosyrups and probiotics in the production of bakery products // *Technology and merchandising of innovative food products*. 2016. No 1(36). pp. 70–72.
7. Zhoglova K.N., Poloveckaya O.S., Nikishina M.B., Ivanova E.V. Morphological and anatomical analysis of raw peppermint (*Mentha piperita* L.) of the family Lamiaceae (Lamiaceae) // *Bulletin of modern research*. 2018.12.1(27). pp. 339–341.
8. Kazakova M.A., Min'ko O.V., Mironova S.S., Ryzhov V.M., Lyamin A.V., Kondratenko O.V. Study of the antimicrobial activity of peppermint leaf flavonoids in relation to strains of cystic fibrosis // *Phenolic compounds: properties, activity, innovations*. 2018. pp. 449–453.
9. Rajkova S.V., Golikov A.G., Shub G.M., Durnova N.A., Shapoval O.G., Rahmetova A.YU. Antimicrobial activity of peppermint essential oil (*Mentha piperita* L.) // *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2011. No 4(7). pp. 787–790.
10. Prokof'ev P.A., Stepanova N.YU. The nutritional value eppermint and lemon balm in fresh and frozen condition // *Scientific journal NRU ITMO*. 2014. No 4. P. 189–194.

11. Mahmoodi M. Effect of harvest time on essential oil content and composition of *Mentha piperita* L. // The First Iranian Congress of Essential Oil. 2016. pp. 37–39.
12. Ozimina I.I., Frolova O.O. Purposeful search of the biological active substances in plants // Modern problems of science and education. 2013. No 1. P. 382.
13. Danciu C, Zupko I, Bor A, Schwiebs A, Radeke H, Hancianu M, Cioanca O, Alexa E, Oprean C, Bojin F, Soica C, Paunescu V, Dehelean CA. Botanical Therapeutics: Phytochemical Screening and Biological Assessment of Chamomile, Parsley and Celery Extracts against A375 Human Melanoma and Dendritic Cells // Int J Mol Sci. 2018 Nov 16; 19(11): 3624. DOI: 10.3390/ijms19113624.
14. Žlabur JŠ, Žutić I, Radman S, Pleša M, Brnčić M, Barba FJ, Rocchetti G, Lucini L, Lorenzo JM, Domínguez R, RimacBrnčić S, Galić A, Voća S. Effect of Different Green Extraction Methods and Solvents on Bioactive Components of Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) Flowers // Molecules. 2020 Feb 13; 25(4): 810. DOI: 10.3390/molecules25040810.
15. Chizhikova O. Garden cress and mint-perspective raw material for bakeryproducts // The bulletin of the Far Eastern Federal University. Economics and Management.2017. No 1. pp. 113–118.
16. Raikova S. V., Golikov A. G., Shub G. M., Durnova N. A., Shapoval O. G., Rakhmetova A. Yu. Antimicrobial activity of peppermint essential oil (*Mentha piperita* L.) // Saratov Journal of Medical Scientific Research. 2011. Vol. 7, No 4. pp. 787–790.
17. Churkina L.A. Pharmacognostic analysis of raw materials of the Labiate family (peppermint, lemon balm) // Bulletin of Medical Internet Conferences. 2016. vol. 6. Issue 5. P. 906.
18. GOST 31807–2018 Bakery products from rye baking flour and rye-andwheat baking flour. General specifications. Effective date 2019.11.01. M.: Standartinform, 2018. 19 p.
19. Practical manual on microbiology; Ed. by N. S. Egorov. Moscow, 1976, 307 p.
20. Auerman L.Ya. The technology of bread production: textbook, 9 ed. St. Petersburg, Professiya, 2011. 416 p.
21. Naumova N.L., Berestovaya N.S., Krivenko A.Yu. The effect of certain enriching components for bakery products on the biotechnological indices of the *Sacharomyces cerevisiae* yeast // Bulletin of Altai State Agricultural University. 2016. No 3 (137). pp. 188–192.

ОБ АВТОРАХ / ABOUT AUTHORS

Русина Ирина Михайловна, к.б.н., доцент кафедры технологии хранения и переработки растительного сырья, Гродненский государственный аграрный университет, ул. Терешковой, 28, г. Гродно, 230008, Беларусь; e-mail: rimih_2010@mail.ru

Rusina Iryna, Cand. Sci. (Biol.), associate professor, Department of Technology of storage and processing of plant raw materials, Grodno State Agrarian University, Tereshkova St., 28, Grodno, 230008, Belarus; e-mail: rimih_2010@mail.ru

Колесник Ирина Михайловна, магистр биологических наук, старший преподаватель кафедры экологии, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, пер. Доватора 3/1, Гродно, 230012, Беларусь; e-mail: kolesnik_irina@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5365-4751>

Kalesnik Iryna, senior lecturer, Department of Ecology, Yanka Kupala State University of Grodno, Dovatora Lane, 3/1, Grodno, 230012, Belarus, e-mail: kolesnik_irina@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5365-4751>

Лебецкая Ирина Петровна, старший преподаватель технологии хранения и переработки растительного сырья, Гродненский государственный аграрный университет, ул. Терешковой, 28, г. Гродно, 230008, Беларусь; e-mail: irishka-912007@mail.ru

Liabetskaya Iryna, senior lecturer, Department of Technology of storage and processing of plant raw materials, Grodno State Agrarian University, Tereshkova St., 28, Grodno, 230008, Belarus; e-mail: irishka-912007@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 02.04. 2021

После рецензирования: 23.05.2020

Дата принятия к публикации: 03.06.2021

А.Г. Храмцов [A. G. Khramtsov]¹,
 А. А. Борисенко [Al. Al. Borisenko]¹,
 И. А. Евдокимов [I. Al. Evdokimov]¹,
 А. А. Борисенко [Al. Al. Borisenko]¹,
 А. А. Брацихин [A. Al. Bratsikhin]²,
 Л. А. Борисенко [L. Al. Borisenko]¹

УДК 637.344:001

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.12

ЭВОЛЮЦИЯ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ (ЧАСТЬ 1)

EVOLUTION OF WHEY PROCESSING: PAST, PRESENT, FUTURE (PART 1)

¹ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»/North Caucasus Federal University

²ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия»/Izhevsk State Agricultural Academy

Аннотация

В контексте технологических циклов развития пищевой индустрии АПК представлена эволюция процессов и технологий переработки молочной сыворотки, начиная с появления первых механических приспособлений для ее получения и заканчивая современным состоянием вопроса. Рассмотрены текущие задачи создания спектра продуктов переработки молочной сыворотки, удовлетворяющих широчайшим запросам пищевой промышленности, производства кормов, фармацевтики и медицины. На основе анализа основных направлений промышленной переработки молочной сыворотки и в соответствии со Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации определены перспективы развития и внедрения инновационных технологий в отрасли.

Ключевые слова: молочная сыворотка, технологические циклы, процессы высокотехнологичной переработки, лактоза, лактулоза, наилучшие доступные технологии

Abstract

In the context of technological cycles of the development of the food industry of the agro-industrial complex, the evolution of processes and technologies for processing whey is presented, starting with the appearance of the first mechanical devices for its production and ending with the current state of the issue. The current tasks of creating a range of lines of whey processing products that meet the broadest demands of the food industry, feed production, pharmaceuticals and medicine are considered. Based on the analysis of the main directions of industrial processing of whey and in accordance with the Strategies of scientific and technological Development of the Russian Federation, the prospects for the development and introduction of innovative technologies in the industry are determined.

Keywords: milk whey, technological cycles, high-tech processing processes, lactose, lactulose, the best available technologies

Эволюция переработки молочной сыворотки

В рамках исторического развития молочной отрасли пищевой индустрии АПК и переработки молочной сыворотки (МС) важнейшим фундаментальным концептом перехода на новый технологический уровень [1] принято рассматривать ресурсоэффективность. Каждый цикл эволюции обусловлен новым этапом развития технологий, который придает им определенный толчок. При завершении последнего этапа происходит переход к новому циклу, а затем цикл повторяется (рисунок 1) [2].

В Средние века (с X-XI до XVIII века) при росте объемов производства сыра и творога увеличилось количество получаемой сыворотки. Она использовалась в основном в пищу,

при выпечке хлебобулочных изделий, в лечебных целях и на кормление домашним животным. Период с начала XVIII века по 1878-1882 годы характеризуется накоплением знаний по технологии переработки молока, его составу и возможностям переработки сыворотки [3].

Со второй половины XIX в. по первую половину XX в. в городах появились первые сыроварни и молочные фабрики с использованием удивительного изобретения – центробежного сепаратора (первый сепаратор Густава де Лавалья (Carl Gustaf Patrik de Laval), 1878 г.) и другого специализированного оборудования [4].

С увеличением объемов получаемой сыворотки возникла проблема ее использования. Получили распространение промышленные технологии ее переработки с получением сгущенных концентратов, напитков, молочного сахара, молочной кислоты, лактатов кальция и других продуктов.

По истечении века со времени первых опытов с синтетическими мембранами (Томас Грэм, Англия, 1861 г.) в середине 60-х годов XX столетия появилась первая промышленная мембранная технология. К 80-м годам общий объем получаемой молочной сыворотки превысил 10 млн. тонн в год [3]. Увеличение объемов её производства индустриально-отраслевым способом резко обострило проблему переработки и использования сыворотки, привело к сбросам в сточные воды, первым признакам отрицательного влияния на окружающую среду. На фоне перехода к концепции защиты окружающей среды и поиска новых дополнительных пищевых ресурсов, это подтолкнуло к разработке ресурсосберегающих и безотходных технологий. Во всем мире сложились предпосылки необходимости и появились технологические возможности по более глубокой переработке и фракционированию значительных объемов молочной сыворотки в пищевые продукты и кормовые средства.

Развитию научно-технического прогресса в области переработки молочной сыворотки способствовало значительное количество конструкторских и научно-исследовательских работ по совершенствованию и разработке технологических процессов, созданию специализированного оборудования и производств переработки [3]. За рубежом и в нашей стране для переработки сыворотки стали использовать вакуум-выпаривание, сушку, мембранные процессы и технологии (неразрывно связанные с именем Ю.И. Дытнерского), которые получили статус критической технологии федерального уровня (1996 г.) [7].

Многообразие современных технологий промышленной переработки МС и наличие ее в жидком и сухом виде – фракции и концентраты (whey protein concentrate – WPC), изоляты (whey protein isolate – WPI) белков (а в перспективе – более глубокое фракционирование всего аминокислотного пула, получение гидролизатов), лактоза и лактулоза, сухой пермеат, позволяет использовать ее в детском, диетическом, спортивном и лечебном питании, в супах, колбасах, мороженом, сывороточных пастах и сырах, кондитерских изделиях, фармацевтических, дрожжевых и других продуктах [4, 8-14].

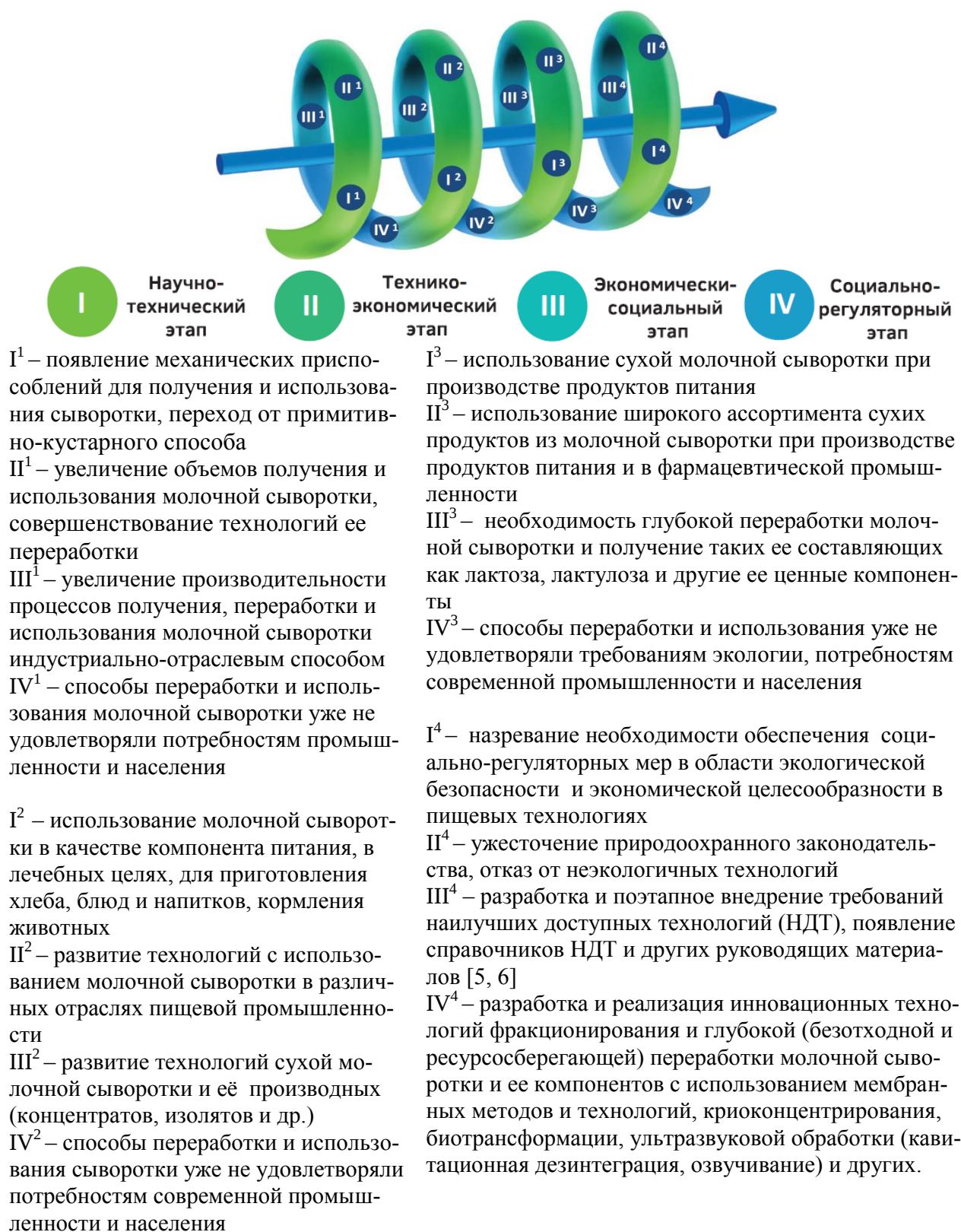


Рис. 1. Эволюция процессов и технологий переработки молочной сыворотки

Ассортимент таких продуктов и технологий постоянно расширяется, а перспективы переработки молочной сыворотки по замкнутому циклу производства, указанными выше и новыми физическими и биотехнологическими методами, по-прежнему, просто «захватывают дух» энтузиастов ученых и специалистов. На повестке стоят задачи создания спектра продуктовых линейек, удовлетворяющих широчайшим запросам, в том числе, промышленного

персонализированного питания, фармацевтики и медицины, производства кормов для животных:

- изучение и постановка на промышленную основу механизмов фракционирования молочно-сывороточных систем для создания функциональных ингредиентов и пищевых продуктов специального назначения;
- разработка технологических принципов создания новых видов белковых ингредиентов и продуктов функционального и детского питания с регулируемым физико-химическим составом и свойствами;
- получение белковых структур с программируемым профилем макро- и микроэлементов;
- безреагентная биотрансформация лактозы в молочно-сывороточных системах с различным соотношением белковых фракций и регулируемым минеральным составом;
- переработка мелассы с разработкой технологий кристаллизации пермеатов в замкнутом производственном цикле и др.

Современные направления высокотехнологичной переработки молочной сыворотки

В настоящее время следует констатировать, что сдвиг в представлениях наших современников о молочной сыворотке, как о нежелательном побочном продукте, к высокоценному сырьевому источнику питания окончательно завершён.

Сыворотка, как вторичное молочное сырьё и основной побочный продукт молочной промышленности является дополнительным источником важнейших пищевых ингредиентов, в основном белков, биологическая ценность которых значительно превышает ценность большинства известных пищевых белков, употребляемых человеком. В молочную сыворотку переходит 50 % ценных сухих веществ: 20 % белков, 80 % минеральных веществ, 95 % лактозы, 10 % молочного жира [4]. Это возможность дополнительно получать более 225 тыс. тонн лактозы, 20 тыс. тонн молочного жира, 30 тыс. тонн белковых и 35 тыс. тонн минеральных веществ в год. Общемировые ресурсы МС составляют около 200 млн. тонн в год [15, 16].

К особо ценным компонентам относят растворимые белки молочной сыворотки β -лактоглобулин, α -лактальбумин, иммуноглобулин, бычий сывороточный альбумин, лактоферрин и лактопероксидазу. Уже сейчас их широко используют в качестве ингредиентов в пищевых рецептурах (кондитерских, хлебобулочных, мясных, лечебных продуктов и добавок спортивного питания) обычно в сухой форме. Сывороточные белки обладают полезными свойствами: питательными – за счёт высокого содержания незаменимых аминокислот и высокой степени усвояемости, функциональными – такими как гелеобразование, пенообразование, эмульгирующая способность и биологическими, например, антимикробным, антиканцерогенным и иммуномодулирующим действием.

При производстве сыра и творога с 1 тонны продукта получается 905 кг сыворотки по содержанию белка и жира соответствующей 226 л молока.

По некоторым оценкам специалистов реализация МС в натуральном виде в РФ составляет не более 15 % при небольшой доле использования творожной сыворотки, которая составляет более половины всего объёма её производства. В основном идет на сушку подсырная сыворотка (примерно 40 % от объёмов её выработки), что составляет около 17 % от общих объёмов натуральной МС или 800 тысяч тонн в год. Объём выработки продуктов из МС путем её обогащения, сгущения, а также сушки в России оценивается в 6,8 млн. тонн в год при использовании для выпуска напитков не более 1 %.

По оценке Международной Молочной Федерации (ММФ), 50% сыворотки, получаемой в мире, сливается в канализацию, а в России этот процент достигает 75 %. Между тем известно, что издержки на очистку сточных вод заводом мощностью 100 тонн молока в сутки равны затратам на очистку сточных вод города с численностью населения около 80 тыс. человек.

На современном этапе развития молочной отрасли можно выделить следующие основные направления переработки молочной сыворотки [17-19]:

1. Извлечение из МС наиболее крупных фракций и компонентов (казеина, молочного жира и сывороточных белков) и их использование с последующей переработкой очищенной сыворотки технологиями, не требующими высокотехнологичного специализированного оборудования. Таким образом, на предприятии от 30 до 50 % объема сыворотки может быть переработано и использовано для производства творога, желе, альбуминной пасты, пудингов, сывороточных напитков, жидкого ЗЦМ, других продуктов или сквашенной сыворотки на кормовые цели [4, 17].

2. Переработка МС, получение ее компонентов или продуктов с использованием специализированных процессов и оборудования. Технологии такого типа можно отнести к малоотходным, ресурсосберегающим, инновационным и поэтому наилучшим доступным (НДТ), поскольку в их основу заложено сочетание высокотехнологичных процессов с энергоемким, но эффективным оборудованием (вакуум-выпаривание, современные виды сушки и др.), позволяющим снизить общие энергозатраты. Реализация их реально доступна крупным предприятиям с объемами переработки от 50 и более тонн сыворотки в смену с широким ассортиментом выпускаемых сгущенных и сухих сывороточных концентратов: лактозы и лактулозы, бифидогенных препаратов, пищевых и кормовых смесей, концентратов сывороточных белков, деминерализованной сыворотки и сухого пермеата, микропартикулированных белков (МПБ) и других продуктов [8, 20-23].

3. Получение продуктов глубокой переработки молочной сыворотки путем ее фракционирования и биоконверсии. Такие технологии позволяют реализовать безотходную переработку МС особенно на крупных предприятиях, оснащенных высокотехнологичным оборудованием с организацией процессов, основанных на наукоемких технологиях со значительными капиталовложениями. К ним следует отнести: производство концентратов и изолятов белков, α - и β -лактальбуминов, лактопероксидазы, биоактивных пептидов и гидролизатов белков, ангиогенина, лактоферрина, органических кислот, биоэтанола, гидролизатов лактозы и лактулозы, галактоолигосахаридов, препаратов кальция, галактозы, тагатозы и др. [17].

Современные методы молекулярного моделирования уже сейчас позволяют судить о степени нативности белков и их биодоступности, определять закономерности изменения переваримости и усвояемости продуктов, оценивать и давать рекомендации их использования при производстве функциональных продуктов детского, спортивного и других видов специализированного питания, учитывать особенности персонализированного индивидуального и группового питания при разработке способов промышленного производства таких пищевых продуктов [4, 24, 25].

Результаты молекулярного моделирования (рисунок 2) используют для анализа и определения состояния, строения и конформационных свойств составляющих МС (белков, пептидов, лактозы, лактулозы) их взаимодействий и характеристик, присущих продуктам фракционирования при глубокой переработке молочной сыворотки в зависимости от её кислотности, температуры и других параметров.

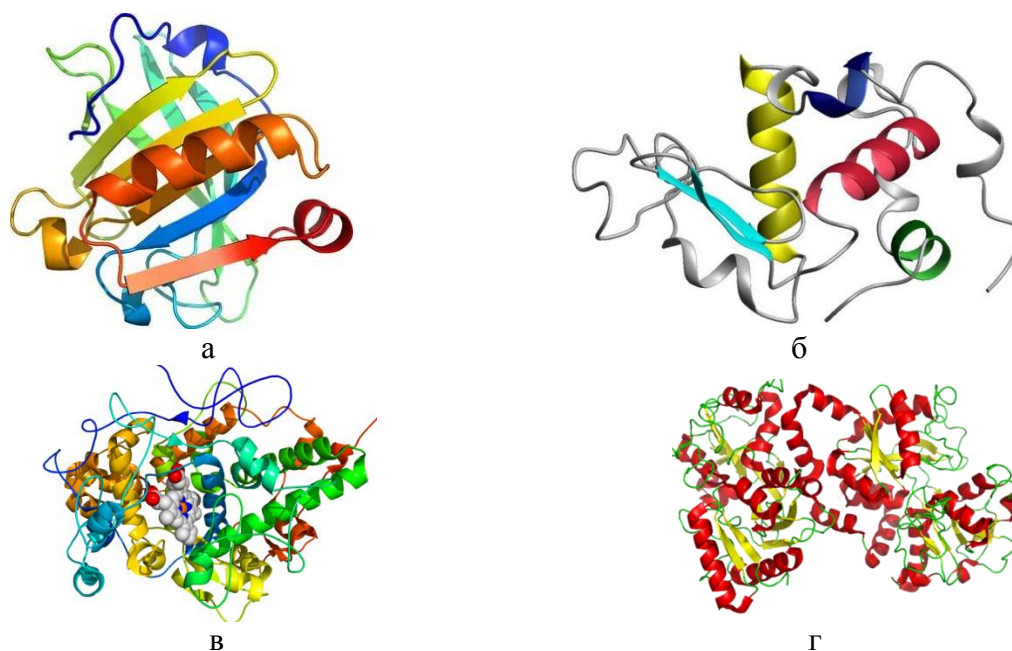


Рис. 2. Результаты 3D-моделирования фракций белков молочной сыворотки:
а – β -лактоглобулин; б – α -лактальбумин; в – лактопероксидаза; г – лактоферрин

Преимуществом получаемых продуктов является высокая степень их востребованности на российском рынке из-за небольшого числа производителей и низкого уровня конкуренции. Перспективно и крайне выгодно их использование в области косметологии, фармацевтики, медицины и в качестве продуктов специализированного питания.

Для эффективной предварительной очистки подсырной или творожной сыворотки применяют инновационные вибрационные сепараторы (вибросита) фирмы Sweco («Swedish Consultants») с производительностью от 8 до 50 м³/ч, которые улавливают казеиновую пыль, частицы творога и сыра размером до 43 мкм с последующим центробежным выделением из сыворотки молочного жира. Использование такого оборудования ведет к улучшению условий работы установок нанофильтрации и электродиализа, позволяет дополнительно получать до 200 кг творога и сыра с 20-30 м³ сыворотки [26].

Современные инновационные технологии кавитационно-акустического воздействия и гидро-кавитационные технологии также могут позволить эффективно выделять из МС казеин, сывороточные белки, жир; получать сгущенные продукты и полноценный аналог сливок с растительными жирами; обеспечить высокоэффективную пастеризацию МС и жидких продуктов ее переработки [27, 28].

Одними из общепризнанных современных способов разделения составляющих молока являются мембранные методы, которые обеспечивают создание безотходных и ресурсосберегающих технологий [17]. Анализ данных показывает, что на молочных предприятиях США, Австралии, Новой Зеландии, Германии, Дании и других европейских стран мембранные технологии уже сейчас применяются в широких масштабах. Кроме того, в последнее время разработаны технологические процессы производства сухих белковых концентратов на основе ультра- и нанофильтрации молока, что дает значительный экономический и социальный эффект.

Объемы переработки МС этим методом в России пока незначительны, в связи с отсутствием надежной отечественной техники: мембранными методами сейчас обрабатывается менее 1% от всего ресурса сыворотки [29].

Исследованиями научной школы СКФУ установлено и подтверждено в промышленных условиях, что в технологиях лактозы, лактулозы, бифидогенных концентратов и других продуктов более перспективны мембранные процессы, благодаря которым: можно перерабатывать сыворотку с повышенной кислотностью; снижаются энергозатраты; значительно ин-

тенсифицируется процесс; исключается использование химических реагентов; повышается качество и выход готовых продуктов. Получаемый при ультрафильтрации пермеат, может идти на выпуск лактозы и её изомера – лактулозы, функциональных напитков и других продуктов или подвергаться дальнейшей переработке [17, 22, 23, 30, 31, 32]. Применение баро- и электромембранных процессов эффективно в технологиях получения лактозы, ее производных высокого качества, в том числе, лактулозы. Использование процессов нанофильтрации и обратного осмоса при концентрировании молочной сыворотки и пермеата, производстве лактозы и лактулозы значительно снижает энергозатраты на удаление влаги.

Лактулоза, как один из продуктов переработки молочной сыворотки и наиболее перспективных пребиотиков, проявляющих исключительно высокую бифидогенную активность, бесспорно признана во всем мире «бифидус-фактором №1» [31, 33, 34]. Лактулоза более чем в 10 раз увеличивает концентрацию полезных бифидобактерий в организме и позволяет почти в 100 раз снизить количество вредоносных микроорганизмов. Установлено положительное действие лактулозы в отношении снижения уровня аммиака и других токсинов – продуктов разложения белков в крови человека. В Японии с 1992 года она одобрена на правительственном уровне как специальный пищевой материал для поддержания здоровья нации в плане продления активной жизнедеятельности.

В России, по данным Института Питания РАН, в настоящее время большинство заболеваний населения, так или иначе, связано с нарушением баланса нормальной кишечной микрофлоры. Установлено, что преобладание в ней бифидо- и лактобактерий является надежным защитным барьером от болезнетворных и условно-патогенных микроорганизмов. Бифидофлора участвует в синтезе витаминов, незаменимых аминокислот, повышает биодоступность и усвояемость макро- и микроэлементов и предотвращает образование токсичных метаболитов белкового распада, играя роль «второй печени», повышает иммунный статус организма.

Для реализации государственной политики РФ в области здорового питания необходимо производство широкого ассортимента продуктов нового поколения с использованием лактулозы (детское питание, молочная, мясная и другие виды пищевой продукции) что будет способствовать созданию условий для полноценного питания россиян, в соответствии с концепцией сбалансированного питания, укрепления их здоровья и сохранения генофонда нации.

Уже в ближайшем будущем, исходя из приоритетных направлений Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации – «способы хранения и эффективной переработки сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания», неизбежно создание новых собственных производств концентрата пищевой лактулозы на основе инновационных технологических разработок и применения высокотехнологичного оборудования.

Основным сырьем для производства пищевой и фармакопейной лактулозы является пищевая лактоза или лактозосодержащее сырье – меласса и пермеат. Организация безотходного производства лактулозы для пищевой промышленности, агропромышленного комплекса РФ и лекарственных препаратов на базе «Молочного комбината «Ставропольский» (МКС, г. Ставрополь), выпускающего лактозу [6, 35], с учетом уже имеющегося опыта интеграции науки (СКФУ) и производства, может позволить:

- масштабировать технологии переработки различных видов лактозосодержащего сырья в концентрат пищевой лактулозы и добиться более высоких показателей эффективности производства по сравнению с импортными аналогами;
- использовать самые современные виды существующего высокотехнологичного оборудования и разработать уникальные опытно-конструкторские установки для электро-, баромембранной и ионообменной обработки лактулозосодержащих систем;
- создать максимально гибкое безотходное производство лактулозы («замкнутый цикл»), способное переработать все виды лактозосодержащего сырья;

- укрепить независимость страны при производстве молочной и диетической продукции, детского питания, алкогольной продукции, производства биологически-активных добавок и лекарственных препаратов;

- повысить конкурентоспособность предприятий РФ, использующих лактулозу в качестве компонента своих продуктов за счет снижения издержек.

В рамках такого проекта с использованием современных направлений высокотехнологичной переработки молочной сыворотки возможно производство концентрата пищевой лактулозы мощностью до 3 тонн сиропа в сутки, что позволило бы на первом этапе заместить её импорт на 30 %, а в перспективе 100%.

Научное, кадровое и информационное обеспечение инноваций «лактоза-лактолоза» в России и зарубежье – в течение более 50 лет, позитивный опыт по всему циклу научно-исследовательских работ и масштабированию имеются. Предстоит системная работа по поиску инвестора для финансирования научно-технического выполнения проекта силами СКФУ и соисполнителей. Стратегический инвестор для реализации проекта – МКС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Храмцов, А.Г. Научные основы нового технологического уклада молочной промышленности / А.Г. Храмцов. – Beau-Bassin: LAP LAMBERT, 2017. – 117 с.
2. Энциклопедия технологий. Эволюция и сравнительный анализ ресурсной эффективности промышленных технологий / гл. ред. Г.О. Скобелев; ФГАУ «НИИ «ЦЭПП». – М.; СПб.: «Реноме», 2019. – 824 с.
3. Нестеренко, П.Г. Исторические аспекты использования и переработки молочной сыворотки / П.Г. Нестеренко, И.А. Евдокимов, А.Г. Храмцов // Молочная промышленность. – 2008. – № 11. – С. 32-34.
4. Храмцов, А.Г. Феномен молочной сыворотки / А.Г. Храмцов. – СПб.: Профессия, 2011. – 804 с.
5. ИТС 45-2017 «Производство напитков, молока и молочной продукции». – М.: Бюро НДТ, 2017. – 190 с.
6. Информационное обеспечение наилучших доступных технологий пищевой промышленности: монография / А.Г. Храмцов, А.А. Брачихин, А.А. Борисенко, Л.А. Борисенко, И.А. Евдокимов, С.А. Рябцева, А.Д. Лодыгин, А.А. Борисенко. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2019. – 312 с.
7. Приоритетные направления развития науки и техники. Критические технологии Федерального уровня (утв. Правительственной комиссией по научно-технической политике 21.07.96 №2727П-П8, №2728П-П8).
8. Sharma, A. Functionality of Milk Powders and Milk-Based Powders for End Use Applications – A Review / A. Sharma, A.H. Jana, R.Sh. Chavan. – Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2012. – V.11, Issue 5. – P. 518-528.
9. Банникова, А.В. Инновационные технологии функциональных продуктов с применением высокого давления для сохранения нативной структуры белков / А.В. Банникова, И.А. Евдокимов // Молочнохозяйственный вестник. – 2016. – № 2 (22). – С. 67-76.
10. Evdokimov, I.A. Ultrafiltration concentrating of curd whey after electroflotation treatment / I.A. Evdokimov., S. Titov, K. Polyansky, D. Saiko // Foods and Raw Materials. – 2017. – V.5, No. 1. – P. 131-136.
11. De Freitas M.F.M. Simultaneous hydrolysis of cheese whey and lactulose production catalyzed by β -galactosidase from *Kluyveromyces lactis* NRRL Y1564 /De Freitas M.F.M., Hortêncio L.C., de Albuquerque T.L., Rocha M.V.P., Gonçalves L.R.B. // Bioprocess Biosyst Eng. – 2020. – V.43(4). – P. 711-722.
12. Ubilla C. Synthesis of Lactulose in Continuous Stirred Tank Reactor With β -Galactosidase of *Apergillus oryzae* Immobilized in Monofunctional Glyoxyl Agarose Support /C. Ubilla, N. Ramírez, F.Valdivia et al. // Front Bioeng Biotechnol. – 2020. – V.8. – P. 699.

13. Kun, L. Evidence for ball-bearing mechanism of microparticulated whey protein as fat replacer in liquid and semi-solid multi-component model foods / L. Kun // Food Hydrocolloids. – 2016. – Vol. 52. – P. 403-414.
14. Zadow, J.G. Whey and Lactose Processing. – 1992. – 490 p.
15. Announces the release of the report Dairy Ingredients Market by Type, Application, Livestock, Form And Region – Global Forecast to 2025. – New York, 2020 (GLOBE NEWSWIRE). URL: https://www.reportlinker.com/p04259109/?utm_source=GNW
16. Храпцов, А.Г. Переработка молочной мелассы: настоящее и будущее / Храпцов А.Г., Анисимов Г.С., Школа С.С., Кравцов В.А., Еремина А.И., Дыкало Н.Я. // Молочная промышленность. – 2020. – № 12. – С. 54-56.
17. Евдокимов, И.А. Анализ переработки молочной сыворотки и создание перспективных ресурсосберегающих технологий / И.А. Евдокимов, М.С. Золоторева, Д.Н. Володин, В.С. Сомов // Наука. Инновации. Технологии. – 2013. – № 1. – С. 37-44.
18. Евдокимов, И.А. Мировые тренды и тенденции развития технологий переработки молочной сыворотки / И.А. Евдокимов // Материалы Международной научно-практической конференции «Молочная индустрия – 2009». – М.: АНО «Молочная промышленность», 2009. – С. 75-76.
19. Храпцов, А.Г. Инновационные разработки в использовании молочной сыворотки / А.Г. Храпцов // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т.48, №3 – С. 5-15.
20. Playne, M.J. Galacto-oligosaccharides and others products derived from lactose / M.J. Playne, R.G. Crittenden // Advanced dairy chemistry. – 2009. – Vol. 3. – P. 121-201.
21. Kim, Y.S. Lactulose production from lactose as a single substrate by a thermostable cellobiose 2-epimerase from *Caldicellulosiruptor saccharolyticus* / Y.S. Kim, Y.S. Oh. Bioresource Technol. –2012. – V.104 – P. 668-672.
22. Lee, Y.J. Lactulose production by beta-galactosidase in permeabilized cells of *Kluyveromyces lactis* / Y.J. Lee, C.S. Kim, D.K. Oh // Appl Microbiol Biot. – 2004. – V.64 – P. 787-793.
23. Храпцов, А.Г. Новации молочной сыворотки / А.Г. Храпцов. – Спб.: ИД Профессия, 2016. – 490 с.
24. Борисенко, А.А. Квантово-химическое исследование влияния дисперсионной среды на эмульгирующую способность молочных белков / А.А. Борисенко // Вестник МГТУ. – 2016. – Том 19, №3. – С.569-576.
25. Kostenko, K. Computer modeling of whey protein β -lactoglobulin behavior in the activated liquid systems / K. Kostenko, A. Bratsikhin, A. Borisenko, D. Salmanova, E. Leshchenko // Journal of Hygienic Engineering and Design. – 2017. – Vol. 20. – P. 70-74.
26. Мембранное оборудование и технологии на его основе, ООО «МЕГА Профи-Лайн», 2012–2021. URL: <http://mpline.ru/protsessy/10/45/> (дата обращения: 15.03.2021).
27. Курочкин, А.К. Гидроакустические роторные кавитаторы, процессы и технологии / А.К. Курочкин, А.А. Курочкина // Сфера. Нефть и газ. – 2019. – №1 (69). – С. 102-111.
28. Jambrak, A.R. Effect of ultrasound treatment on particle size and molecular weight of whey proteins / A.R. Jambrak, T.J. Mason, V. Lelas, L. Paniwnyk, Z. Herceg // Journal of Food Engineering. – 2014. – V.121. – 15 – 23.
29. Гушин, А.А. Концентрирование творожной сыворотки разделительным вымораживанием / А.А. Гушин // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2017. – Т. 133, № 10. – С. 168-174.
30. Silvério, S.C. Biocatalytic Approaches Using Lactulose: End Product Compared with Substrate / S.C. Silvério et al. // Comprehensive reviews. – 2016. – Vol. 15. – P. 878-896.
31. Illanes, A. Lactose-Derived Prebiotics / A. Illanes, C.C. Guerrero et al. – Academic Press, 2016. – 312 p.
32. Zimmer, F.C. Application of Factorial Design for Optimization of the Synthesis of Lactulose Obtained from Whey Permeate / F.C. Zimmer et al. // J. Braz. Chem. Soc. –2017. – V.28, No.12. – P. 2326-2333.

33. Рябцева, С.А. Физиологические эффекты, механизмы действия и применение лактулозы / С.А. Рябцева, А.Г. Храмцов, Р.О. Будкевич, Г.С. Анисимов, А.О. Чукло, М.А. Шпак // Вопросы питания. – 2020. – Т. 89, № 2. – С. 6-21.

34. Schumann, C. Medical, nutritional and technological properties of lactulose / C. Schumann // European Journal of Nutrition. – 2002. – Vol.41. – P.17.

35. Храмцов, А.Г. Только вперед / А.Г. Храмцов. – Ставрополь: Бюро новостей, 2020. – 215 с.

ОБ АВТОРАХ

Храмцов Андрей Георгиевич, доктор технических наук, профессор, академик РАН, профессор кафедры прикладной биотехнологии, институт живых систем, Северо-Кавказский федеральный университет, 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, тел.: (8652) 33-03-18, E-mail: akhramtcov@ncfu.ru

Khramtsov Andrey Georgievich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor of the Department of Applied Biotechnology, Life Sciences Institute, North-Caucasus Federal University, 1, Pushkin St., Stavropol 355009, tel.: (8652) 33-03-18, E-mail: akhramtcov@ncfu.ru

Борисенко Александр Алексеевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры пищевых технологий и инжиниринга, институт живых систем, Северо-Кавказский федеральный университет, 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, тел.: (8652) 33-08-57, E-mail: borisenko@list.ru

Borisenko Aleksandr Alekseevich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Assistant professor of the Department of Food Technologies and Engineering, Life Sciences Institute, North-Caucasus Federal University, 1, Pushkin St., Stavropol 355009, tel.: (8652) 33-08-57, E-mail: borisenko@list.ru

Евдокимов Иван Алексеевич, доктор технических наук, профессор, заведующий базовой кафедрой технологии молока и молочных продуктов, институт живых систем, Северо-Кавказский федеральный университет, 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, тел.: (8652) 33-03-51, E-mail: ievdokimov@ncfu.ru

Evdokimov Ivan Alekseevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Basic Department of Milk and Dairy Products Technology, Life Sciences Institute, North Caucasus Federal University, 355009, Stavropol, Pushkin str., 1, tel.: (8652) 33-03-51, E-mail: ievdokimov@ncfu.ru

Борисенко Алексей Алексеевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры пищевых технологий и инжиниринга, институт живых систем, Северо-Кавказский федеральный университет, 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, тел.: (8652) 33-08-57, E-mail: alaborisenko@ncfu.ru

Borisenko Aleksey Alekseevich, Doctor of Tech. Sci., Professor, Professor of the Department of Food Technologies and Engineering, Life Sciences Institute, North-Caucasus Federal University, 1, Pushkin St., Stavropol 355009, tel.: (8652) 33-08-57, E-mail: alaborisenko@ncfu.ru

Брацихин Андрей Александрович, доктор технических наук, доцент, врио ректора Ижевской государственной сельскохозяйственной академии, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая, 118, тел.: (3412) 58-99-48 E-mail: aab.science@gmail.com

Bratsikhin Andrey Aleksandrovich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Acting Rector of the Izhevsk State Agricultural Academy, Udmurt Republic, Izhevsk, Studencheskaya st., 118, tel.: (3412) 58-99-48 E-mail: aab.science@gmail.com

Борисенко Людмила Александровна, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник кафедры пищевых технологий и инжиниринга, Северо-Кавказский федеральный университет, 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, тел.: (8652) 33-08-57, E-mail: laboris-enko@list.ru

Borisenko Ludmila Aleksandrovna, Doctor of Technical Sciences, Professor, leading researcher of the Department of Food Technologies and Engineering, Life Sciences Institute, North-Caucasus Federal University, 1, Pushkin St., Stavropol 355009, tel.: (8652) 33-08-57, E-mail: la-borisenko@list.ru

Дата поступления в редакцию: 02.04.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 03.06.2021

Д.А. Кох [D. Al. Kokh],
Ж.А. Кох [Z. Al. Kokh]

УДК 663.051

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.13

**ПАСТЫ ИЗ СЕМЯН CARUM CARVI L. В
ХЛЕБОПЕЧЕНИИ
USE OF PASTA FROM SEEDS OF CARUM
CARVI L. IN BAKERY**

**ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia**

Аннотация

Паста из проростков тмина использовалась в качестве добавки в количестве 5 %, 10 %, 15 % и 20 % при выпечке хлеба пшеничного 1 сорта. Добавление проростков тмина в рецептуру хлеба в количестве от 5 до 20 % увеличивало кислотность в зависимости от времени брожения теста, это привело к сокращению технологического процесса за счет биохимического состава пасты. Использование пасты проростков из семян тмина в качестве добавки привело к незначительным изменениям цвета хлеба. С увеличением количества от 5 % до 20 % пасты из проростков тмина, сладость хлеба уменьшалась, тогда как липкость и терпкость увеличивались. Качественные характеристики хлеба пшеничного 1 сорта значительно улучшились при добавлении 10 % пасты. Паста из проростков тмина, характеризовалась содержанием воды 12,1 %, что вызвало значительные изменения в водопоглощающей способности образцов пшеничного хлеба. Объем хлеба уменьшался, и пористость хлеба постепенно увеличивалась с увеличением доли пасты из проростков тмина от 5 % до 20 %. Значительно меньший объем хлеба наблюдался при концентрации пасты из проростков тмина 5 %, тогда как для хлеба, обогащенного 20 % пасты, характерно более высокая пористость. Результаты показали, что биологически подкисленный хлеб характеризовался повышенное качество, включая вкус, текстуру и срок годности.

Ключевые слова: тмин, *Carum carvi* L., проростки, полуфабрикат, паста, хлеб пшеничный 1 сорта, хлебопечение.

Abstract

Caraway seed paste was used as an additive in the amount of 5%, 10%, 15% and 20% when baking wheat bread of the 1st grade. The addition of caraway seedlings to the bread recipe in an amount of 5 to 20% increased the acidity depending on the fermentation time of the dough, this led to a reduction in the technological process due to the biochemical composition of the paste. Using a paste of seedlings from caraway seeds as an additive led to minor changes in the color of the bread. As the amount of paste from caraway seedlings increased from 5% to 20%, the sweetness of bread decreased, while stickiness and astringency increased. The quality characteristics of wheat bread grade 1 improved significantly with the addition of 10% paste. Pasta from caraway seedlings was characterized by a water content of 12.1%, which caused significant changes in the water absorption capacity of wheat bread samples. The volume of bread decreased, and the porosity of the bread gradually increased with an increase in the proportion of pasta from caraway seedlings from 5% to 20%. A significantly lower volume of bread was observed at a concentration of paste from seedlings of caraway seeds of 5%, while for bread enriched with 20% of paste, a higher porosity was characteristic. The results showed that biologically acidified bread was characterized by increased quality, including taste, texture and shelf life.

Key words: caraway seeds, *Carum carvi* L., seedlings, semi-finished product, pasta, wheat bread 1 grade bakery.

Introduction

Wheat bread is a very popular staple in the daily diet of the majority of the population. The use of whole grain flour resulted in improved nutritional value and fiber content in baked goods, while aesthetic value and sensory properties were negatively affected by comparison with white flour bread [1].

Caraway (*Carum carvi* L.) is a small flowering herb belonging to the Apiaceae family. The Apiaceae family is a collection of typically aromatic plants with hollow stems and famous members of this family are anise, cumin, carrot, celery, coriander, dill, fennel, parsley, parsnip. The plant is found everywhere, but the homeland is the steppe regions of the Caucasus and Crimea, is widely cultivated in temperate regions and is used as a spice, since the seeds of caraway have a peculiar pungent taste and complex smell. Seeds of *Carum carvi* L. are used in bakery, meat and dairy industries. For centuries, caraway seeds have been cultivated for food and medicinal purposes due to their high nutritional value in the presence of a high content of proteins, fiber, minerals, biologically active compounds, volatile and vegetable oils [1,2].

Caraway seeds are yellow or brownish gray in color and have an elongated shape with nine protuberances. Caraway seeds have carminative, aromatic, gastric, stimulating, astringent, cooling and synergistic effects. The approximate composition of the seeds indicates that they contain fatty oil (10%), protein, cellulose, sugars, minerals and essential oil. Cumin seeds contain an essential oil (1 - 5%), which gives the seeds their characteristic aroma. Certain essential oils of cumin are octanol, limonene, thymol, anisyl alcohol, cuminaldehyde, anethole, vanillin, and benzoic acid. The presented organic acids in caraway are aspartic, citric, malic, tartaric, propionic, ascorbic, oxalic, maleic and fumaric acids. However, vegetable oils extracted from caraway seeds are considered a rich source of petroselinic acid, which is a rare monounsaturated fatty acid used as a raw material in the chemical and cosmetic industries. Petroselinic acid is a precursor of both lauric and adipic acids [2].

Food manufacturers are increasingly focusing on adding value to food by using sprouted seeds as ingredients in formulations in terms of their potential health benefits as antioxidants and antimicrobials due to their richness in bioactive compounds. Consumers are increasingly turning to functional foods for their enrichment in nutraceutical compounds and their direct contribution to the prevention of nutritional diseases. Therefore, the enrichment of bread with sprouted seeds to increase its nutritional properties is currently very important. Due to the fact that they can be considered as functional ingredients for improving the quality of bread.

Goals and objectives

The purpose of this study is the possibility of using caraway seedlings in the form of a paste to increase the nutritional value of 1st grade wheat bread.

To achieve this goal, it is necessary to solve the following tasks:

1. To study the biochemical composition of germinated caraway seeds and the resulting paste from them.
2. Develop a recipe for wheat bread from 1st grade flour with the addition of pasta.
3. To analyze the effect of the paste on the organoleptic and physicochemical characteristics of wheat bread of the 1st grade.

Materials and methods

The raw material for making bread dough was wheat flour of the 1st grade, baker's pressed yeast, salt, and fresh sprouts of caraway seeds. Fresh seedlings of caraway seeds were experimentally grown and ground into a paste of homogeneous structure for further use as a semi-finished product in the production of wheat bread of the 1st grade. Biochemical analysis of seedlings was carried out according to the methods accepted in plant biochemistry [3]. The total protein content in caraway seedlings was determined by the Buzun method. Determination of vitamins - according to Devyatkin's methods; the total amount of carbohydrates - according to the Voznesensky method. The amount of ash substances was determined by the spectrophotometric method; essential oil con-

tent - by steam distillation; the content and composition of lipids - according to the methods of Cates.

Wheat dough was prepared in a safety-free way. The composition of the 1st grade wheat bread recipe included the following raw materials: 1st grade wheat flour (100%), water, salt (1.5% flour) and pressed yeast (3%). Bread samples were prepared using 5, 10, 15 and 20% caraway sprout paste: After baking, the organoleptic and physicochemical characteristics of the bread were evaluated.

Results and discussion

The biochemical composition of germinated caraway seeds is shown in Table 1. The protein content was the highest in germinated caraway seeds and its amount differed by 1.5 times. From table 1, the content of easily hydrolyzable sugars, in particular reducing substances, vitamins in the paste from germinated caraway seeds was higher than that from dry seeds. On the other hand, the content of essential oil, ash and lipids in caraway seeds is higher than in germinated seeds, since in the process of germination, cells grow and divide in seeds, which is a consequence of the accumulation and depletion of biochemical components in the seeds, which are necessary for the growth of seedlings.

Table 1 - Biochemical composition of caraway seeds

Index	Content g / 100 g wet weight	
	Caraway seed sprout paste	Caraway seeds
Readily hydrolysable polysaccharides, including:	12,45±0,06	10,74±0,04
- reducing sugars	8,17±0,03	4,65±0,03
Difficult hydrolysable polysaccharides	38,05±0,03	38,07±0,08
Essential oil	1,44±0,03	1,65±0,02
Ash	5,46±0,02	7,18±0,07
Protein	29,25±0,03	18,75±0,05
Vitamins:		
Ascorbic acid (vitamin C), mg	35,33±0,07	28,12±0,04
Thiamin (vitamin B1), mg	0,65±0,05	0,45±0,02
Riboflavin (vitamin B2), mg	0,68±0,08	0,52±0,04
Niacin (vitamin B3), mg	7,85±0,04	4,52±0,04
Pyridoxine (vitamin B6), mg	0,73±0,09	0,58±0,03
Folic acid (vitamin B9), mg	19,87±0,07	15,24±0,05
Carotenodes (in terms of β -carotene), μ g	312,21±0,03	287,35±0,04
Tocopherol (vitamin E), mg	3,24±0,06	2,95±0,03
Lipids	12,05±0,04	14,27±0,02

The introduction of a certain amount of paste from caraway seedlings into the recipe is reflected in such an important indicator as the acidity of the dough (Fig. 1).

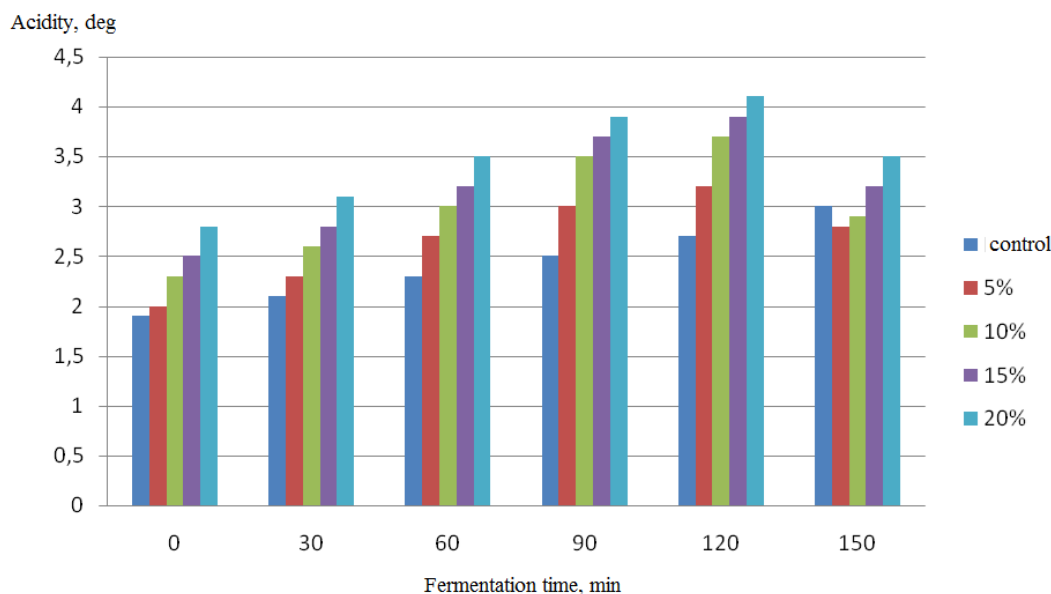


Fig. 1. Influence of caraway seed paste on the acidity of the dough during fermentation

The addition of caraway seedlings to the bread recipe in an amount of 5 to 20% increased the acidity depending on the fermentation time of the dough. An increase in the acidity of the dough was noted in the fermentation interval from 90 to 120 minutes for all dough samples, but a significant increase in acidity was typical for samples with 15 and 20% caraway seed paste.

Using caraway seed paste as an additive resulted in minor discoloration of the bread. As the amount increased from 5% to 20% of the pasta, the sweetness of the bread decreased, while the stickiness and astringency increased.

The tasting evaluation of the samples of wheat bread of the 1st grade with the addition of a paste from seedlings of caraway seeds (Fig. 2) was carried out according to a thirty-point system.

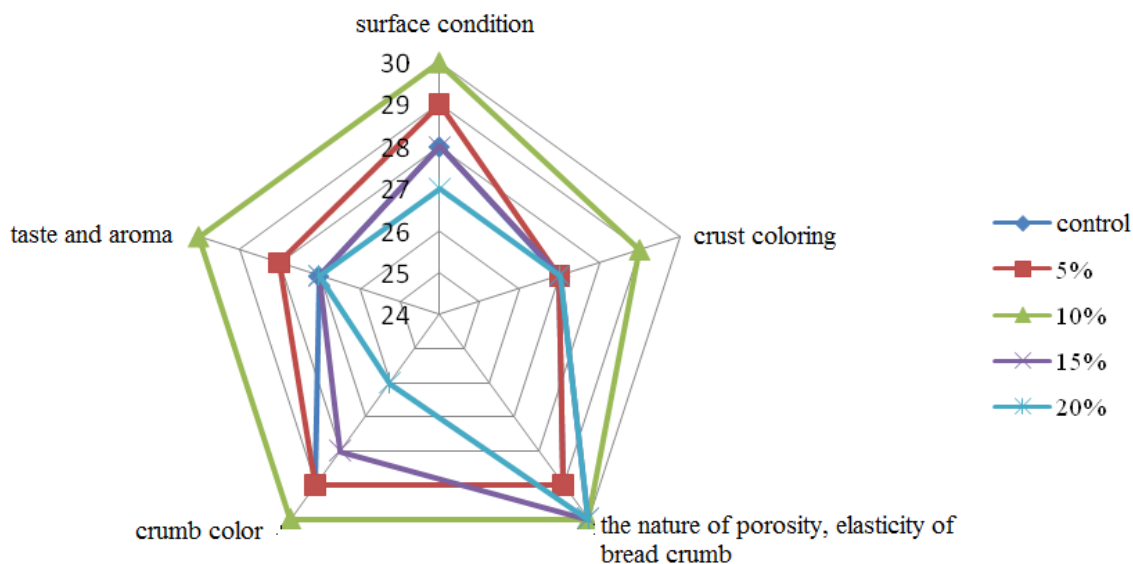


Fig. 2. Profile diagram of the tasting evaluation of wheat bread of the 1st grade with the addition of paste from caraway seedlings

As a result of the tasting assessment, it was concluded that the organoleptic characteristics of wheat bread of the 1st grade with the addition of 10% paste were improved.

Physicochemical indicators of bread samples from wheat flour of the 1st grade enriched with a paste from caraway seedlings (table 2) were determined in accordance with GOST R 58233-2018 [4].

Table 2 - Physicochemical parameters of bread samples from 1st grade wheat flour, enriched with paste from caraway seedlings

The amount of paste from caraway seedlings, %	Porosity, %	Moisture, %	Acidity, deg.
Control	$69 \pm 0,07$	$43,2 \pm 0,03$	$3,0 \pm 0,05$
5	$70 \pm 0,08$	$43,9 \pm 0,02$	$2,8 \pm 0,03$
10	$71 \pm 0,09$	$44,2 \pm 0,04$	$2,9 \pm 0,06$
15	$72 \pm 0,06$	$45,6 \pm 0,07$	$3,2 \pm 0,07$
20	$74 \pm 0,04$	$47,1 \pm 0,05$	$3,5 \pm 0,08$

The quality characteristics of the bread have been found to be significantly improved when 10% caraway seed paste is added. The bread yield depends on the amount of water absorbed by the flour during the baking process. The caraway seed paste had a water content of 12.1%, which caused significant changes in the water absorption capacity of the wheat bread samples.

The loss of baked goods in our studies significantly increased when applying the paste from sprouts in the amount of 15% and 20%. The volume of the bread decreased, and the porosity gradually increased with the introduction of a paste from caraway seedlings from 5% to 20%. A significantly lower volume of bread was observed at a concentration of 5%, while a higher porosity was characteristic of bread enriched with a 20% proportion of caraway sprout paste. Fortification of wheat bread with caraway sprout paste caused significant changes in the acidity and moisture content of the bread. The moisture content can be explained by the higher water absorption capacity of the dough. The acidity of the bread can be increased by adding a certain amount of caraway seed paste.

The results showed that the bio-acidified bread had improved quality, including flavor, texture and shelf life. The addition of caraway sprouts to the bread formulation increased the water absorption capacity and fermentation time of the dough, which was associated with a significant decrease in the stability of the dough. The loss of baked goods in our studies increased significantly when the 15% and 20% concentration of the caraway seed paste was used in the bread recipe.

The volume of the bread decreased and the porosity of the bread gradually increased with an increase in the proportion of caraway sprout paste from 5% to 20%. A significantly lower volume of bread was observed at a concentration of 5% caraway sprout paste, while bread enriched with 20% paste was characterized by a higher porosity.

Fortification of wheat bread 1 with caraway seed paste caused significant changes in the acidity and moisture content of the bread. As mentioned earlier, the higher moisture content could be explained by the higher water absorption capacity of the dough. The acidity of bread can be increased by adding various types of additives. The biologically acidified bread was characterized by improved quality, including flavor.

REFERENCES

1. Koryachkina, S.YA. Kontrol' kachestva syr'ya, polufabrikatov i khlebobulochnykh izdeliy: uchebnoye posobiye dlya vuzov/ S.YA. Koryachkina, N.V. Labutina, N.A. Berezina [i dr.].- M.: DeLi plyus, 2012.- 496s
2. Tipsina N.N., Kokh D.A., Tumanova A.Ye. Ispol'zovaniye rastitel'nogo syr'ya v proizvodstve konditerskikh i khlebobulochnykh izdeliy. Konditerskoye i khlebopekarnoye proizvodstvo. 2014. № 3-4 (148). S. 42 - 43.
3. Ushanova V. M., Lebedeva O. I., Devyatlovskaya A. N. Osnovy nauchnykh issledovaniy: [ucheb. posobiye]. Krasnoyarsk, 2004. CH3. - 359 s.
4. GOST R 58233-2018 "Khleb iz pshenichnoy muki. Tekhnicheskiye usloviya". M.: FGUP "Standartinform". 2018. -15 s.

ОБ АВТОРАХ | ABOUT AUTHORS

Кох Денис Александрович, ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств» института пищевых производств, тел.: 8(391)2472666, e-mail: dekoch@mail.ru

Kokh Denis Aleksandrovich, Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education Krasnoyarsk State Agrarian University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Bakery, Confectionery and Pasta Production, Institute of Food Production, tel.: 8 (391) 2472666, e-mail: dekoch@mail.ru

Кох Жанна Александровна, ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология, оборудование, бродильных и пищевых производств» института пищевых производств, тел.: 8(391)2472666, e-mail: jannetta-83@mail.ru

Kokh Zhanna Aleksandrovna, Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education Krasnoyarsk State Agrarian University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, Equipment, Fermentation and Food Production, Institute of Food Production, tel.: 8 (391) 2472666, e-mail: jannetta-83@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 02.03.2021

После рецензирования: 23.05.2020

Дата принятия к публикации: 03.01.2021

А.Г. Храмцов [A. G. Khramcov]¹,
В.Г. Кайшев [Vl. G.Kajshev]²,
А.Д. Лодыгин [A.D. Lodygin],
Г. С. Анисимов [G. S. Anisimov]¹,
Б. Т.Абилов [B.T. Abilov]³,
А.П. Марынич [Al.P. Marynich]³,
В. А. Диняков [V. A. Dinyakov]¹,
А. И. Еремина [A. Ig. Eremina]¹,
С. С. Школа [S.S. Shkola]¹,
Н. Я. Дыкало [N.Y. Dykalo]⁴

УДК 637.142:636.087

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.14

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕЛАССЫ МОЛОЧНОГО САХАРА В КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ

THE EFFICIENCY OF DAIRY MOLASSES APPLICATION FOR FODDER PRODUCTION

¹ *Северо-Кавказский федеральный университет/NorthCaucasusFederalUniversity)*

² *Ставропольский государственный аграрный университет
/StavropolStateAgrarianUniversity*

³ *Всероссийский научно-исследовательский институт овцеводства и козоводства (филиал) ФГБНУ
«Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»/
All-Russian scientificrese archinstitute of sheep breeding and goat breeding)*

⁴ *Молочныйкомбинат «Ставропольский»/DairyPlant “Stavropol’skij”*

Аннотация

Рассмотрены перспективные направления переработки мелассы молочного сахара. Представлен химический состав мелассы. Обоснована целесообразность применения кормовой добавки на основе мелассы «ЛактоМин» в кормопроизводстве. Изучено влияние кормовой добавки «ЛактоМин» на продуктивность коров, качество молока, морфологические и биохимические показатели крови животных. Определены затраты питательных веществ на производство 1 кг молока в контрольной и опытной группах коров. Полученные результаты подтвердили эффективность использования мелассы в рационах кормления коров.

Ключевые слова: меласса молочного сахара, кормовая добавка «ЛактоМин», продуктивность коров, качество молока.

Abstract

Progressive directions of dairy molasses processing are viewed. The chemical composition of molasses is presented. The practicability of feed supplement on the base of molasses “LactoMin” application for fodder production is grounded. The influence of feed supplement “LactoMin” on cows’ efficiency, quality of milk, morphological and biochemical attributes of animal blood is studied. Costs of nutrients per 1 Kg of milk production by control and experimental groups of cows are determined. Data obtained proved efficiency of molasses application in cows’ feeding diet.

Key words: dairy molasses, feed supplement “LactoMin”, cows’ efficiency, quality of milk.

Введение / Introduction. Молочная меласса является основным нормальным побочным продуктом, образующимся после выделения кристаллов лактозы (молочного сахара) из ее пересыщенных растворов. В настоящее время сырьем для производства лактозы служат, чаще всего, различные виды пермеатов, получаемые после ультрафильтрации обезжиренного молока или молочной сыворотки.

В мелассу переходит около 30% сухих веществ молока, из которых, примерно, 60% приходится на оставшуюся растворимую часть лактозы. Компонентный состав молочной мелассы весьма сложен и подвержен значительным колебаниям. Последнее обстоятельство затрудняет унификацию технологических процессов по ее переработке и последующей утилизации. В обзорной статье [1] описаны существующие направления использования мелассы, наиболее предпочтительным из которых является термическое осаждение из нее фосфата кальция и возврат осветленной части в основной цикл производства.

Рассмотрим данный вариант на конкретном примере. В 2018 году на молочном комбинате «Ставропольский» (г. Ставрополь) был запущен цех по производству высококачественной лактозы с номинальной мощностью 5 т/сут. Технологическая схема включала следующие операции: ультрафильтрацию сырья, подсушивание полученного пермеата с использованием нанофильтрации, его электродиализную обработку, сгущение на вакуум-выпарном аппарате, кристаллизацию лактозы, декантацию и промывку кристаллов, центрифугирование, вибросушку кристаллов лактозы и упаковку готового продукта. Полученная межкристалльная («материнская») жидкость с промывными водами и представляет собой молочную мелассу, которая с целью удаления из нее малорастворимых солей кальция подвергается тепловому воздействию с возможным применением щелочных агентов. После декантации очищенная часть мелассы возвращается в основной цикл производства, что обеспечивает более полное целевое использование лактозы.

Предложенный технологический прием позволяет увеличить выход кристаллической лактозы из 1 тонны исходного сырья, примерно, на 10-15%, однако он же порождает проблему утилизации оставшейся осадочной мелассы, которую можно считать одной из разновидностей молочной мелассы. В таблице 1 представлены средние значения компонентного состава исходной мелассы, ее осветленной (отстой) и осадочной (осадок) частей, определенные по пяти промышленным выработкам.

Таблица 1 – Состав молочной мелассы

№	Показатель	Исходная	Осветленная	Осадочная
1	Массовая доля сухих веществ, %	15,3±1,9	13,9±2,5	16,3±2,1
7	Массовая доля лактозы в сухом веществе, %	55,5±5,0	58,2±4,3	50,9±4,2
3	Минеральные вещества в сухом веществе, %	2,4±0,6	2,0±0,5	3,9±0,9
4	Небелковый азот, %	0,2±0,1	0,1±0,2	0,08±0,03
5	Органические кислоты в сухом веществе, %	2,0±0,2	1,0±0,3	3,1±0,3
6	Прочие, %	0,2±0,3	0,4±0,3	0,4±0,6

Анализ данных, приведенных в таблице 1, показывает, что осаждение солей кальция из исходной мелассы приводит к повышению доброкачественности (содержание лактозы в сухом веществе) на 6% и снижению концентрации минеральных веществ с 2,4 % до 2,0%. Эта часть мелассы становится прозрачной и более текучей. В осадочной мелассе, составляющей по объему 0,25-0,35 от объема исходной мелассы, массовая доля сухих веществ повысилась, за счет солей кальция, с 15,3% до 16,3%, с соответствующим повышением ее мутности и вязкости. На рисунке 1 представлен внешний вид всех трех разновидностей молочной мелассы.



а) Исходная

б) Осветленная

в) Осадочная

Рис. 1. Внешний вид различных технологических образцов молочной мелассы от производства высококачественной лактозы

Изложенный выше технологический прием позволяет возвращать большую часть молочной мелассы в основное производство. Вместе с тем, примерно одна третья ее часть, в рамках этого производства, остается невостребованной, что обуславливает необходимость поиска решений по ее утилизации. Логически обоснованным вариантом является возможность использования осадочной мелассы в качестве высокоусвояемого источника кальция и фосфора, столь необходимых для жизнедеятельности всех млекопитающих, в том числе и человека [3]. За рубежом этот вариант реализуется в практической плоскости применением специализированных, но весьма дорогостоящих сепараторов, позволяющих производить коммерческие партии сухих концентратов солей кальция, с преобладающей долей фосфата кальция [4].

В таблице 2 представлен минеральный состав осадочной мелассы по основным катионам и фосфору, определенный по пяти выработкам.

Таблица 2 - Минеральный состав осадочной мелассы

Показатель	Содержание в 100г сухого вещества, г
Зола, в том числе:	23,7±1,2
Натрий	0,9±0,3
Калий	1,5±0,4
Кальций	3,1±0,7
Магний	1,8±0,3
Всего катионов	7,3±0,7
Фосфор	1,3±0,3
Всего анионов	14,8±1,5

Приведенные в таблице 2 данные свидетельствуют о выраженном доминировании в минеральной части осадочной мелассы многовалентных солей, в основном, кальция. Отсюда можно сделать очевидный вывод, что даже если только часть кальция, содержащегося в ней, будет усваиваться человеческим организмом, суточная потребность в котором составляет 1-2 г [2], то и тогда она будет позиционироваться как важный источник этого элемента.

Отметим, что сухая молочная меласса в осадочном варианте, экспериментальные промышленные партии которой уже получены на Ставропольском молкомбинате, может превосходить по пищевому статусу зарубежные аналоги. Действительно, в отечественном варианте осадочную мелассу получают простым отстаиванием, в результате чего в нее переходит не только большая часть фосфатов, цитратов и лактатов кальция, но и сохраняются, содержащиеся в исходной мелассе другие виды сахаров. Последние с осторожностью можно позиционировать как биологически активные вещества молока.

Это предположение основывается на том, что в современных технологиях лактозы, предусматривается предварительная очистка лактозосодержащего сырья от белков с помо-

щью ультрафильтрации (молекулярная масса >10000 Да) и низкомолекулярных компонентов (Да <200) с помощью нанофильтрации и электродиализа. Последующая кристаллизация, как метод кондиционирования лактозы, приводит к консолидации в образовавшейся мелассе веществ с промежуточным молекулярным весом (витамины, гормоны, полипептиды, аминокислоты и др.).

В осадочной мелассе эти вещества обогащаются фосфатом, цитратом и лактатом кальция, а также другими видами кальциевых комплексов.

Установить концентрацию отдельных компонентов в осадочной мелассе довольно трудно из-за чрезвычайно широкого разброса по их номинациям (без малого – все 2000 компонентов и 100 000 молекулярных структур молока). Однако выявить их комплексное воздействие на организм человека или животных можно достаточно легко, например, путем проведения стандартного кормленческого опыта. Эта идея была реализована в масштабном эксперименте по применению ряда сухих модифицированных добавок, полученных на базе осадочной мелассы, в кормлении основных видов сельскохозяйственных животных. Однако в данной статье, вследствие большого объема информации, будут приведены результаты лишь отдельного фрагмента исследований, связанного непосредственно с применением сухой осадочной мелассы под брендовым названием «ЛактоМин» (лактоза + минералы) в кормлении дойных коров.

Материалы и методы / Materials and methods.

Научно-производственный эксперимент по испытанию условной кормовой добавки «ЛактоМин» проводился в СПК «Племзавод Вторая Пятилетка» Ставропольского края. Для реализации, по принципу аналогов, было подобрано две группы коров красной степной породы по 10 голов в каждой. Коровы контрольной группы находились на хозяйственном рационе, аналоги опытной группы в дополнение к основному рациону получали сухой «ЛактоМин» в количестве 250 г на голову в сутки. Содержание коров было стойловым с прогулкой на выгульных площадках. Продолжительность научно-производственного опыта составляла 90 суток. Рационы кормления коров еженедельно корректировались с учетом их продуктивности.

Контроль полноценности кормления и состояния здоровья контрольной и опытной групп животных осуществляли путем изучения морфологических и биохимических показателей крови по общепринятым методикам.

Результаты и обсуждение / Results and discussion.

Рационы подопытных дойных коров и животных из контрольной группы практически не отличались и соответствовали уровню обменной энергии 148-151 МДж. Однако включение в рацион опытной группы сухой добавки «ЛактоМин» в количестве 250 г способствовало увеличению в корме углеводов на 11,3, кальция на 16,2 и фосфора на 8,1%. Результаты по молочной продуктивности коров обеих групп и качеству молока приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Молочная продуктивность коров (живая масса 450 кг) и качество молока ($P \leq 0,05$)

Показатель	Группа	
	1 контрольная	2 опытная
Удой, кг	1881 $\pm$ 33,85	1944 $\pm$ 34,98
Жир, %	3,85 $\pm$ 0,065	3,89 $\pm$ 0,066
Белок, %	3,17 $\pm$ 0,053	3,17 $\pm$ 0,054
Среднесуточный удой, кг	20,9 $\pm$ 0,38	21,6 $\pm$ 0,39
в % к контрольной группе	100	103,3
Зола, %	0,64 $\pm$ 0,013	0,68 $\pm$ 0,010*
Кальций, %	0,124 $\pm$ 0,002	0,128 $\pm$ 0,002
Фосфор, %	0,095 $\pm$ 0,002	0,101 $\pm$ 0,002
Лактоза, %	4,53 $\pm$ 0,08	4,90 $\pm$ 0,09
Кислотность, Т	17,0 $\pm$ 0,31	16,3 $\pm$ 0,29
Плотность, А	28,5 $\pm$ 0,51	28,4 $\pm$ 0,51
СОМО	8,71 $\pm$ 0,161	8,85 $\pm$ 0,148

Из анализа данных, представленных в таблице 3 следует, что обогащение основного рациона добавкой «ЛактоМин» привело к увеличению удоя за 90 суток опыта на 63 кг (3,3%), концентрации жира в молоке на 0,04%, лактозы на 0,37%, минеральных веществ на 0,4 %, при одинаковом содержании белка 3,17%. В целом, СОМО в молоке коров опытной группы повысилось на 0,14%, при некотором снижении титруемой кислотности. В таблице 4, приведены данные о морфологических и биохимических показателях крови животных.

Таблица 4 – Морфологические и биохимические показатели крови ($P \leq 0,05$)

Показатель	Группа	
	1 контрольная	2 опытная
Эритроциты, г/л	5,48±0,099	5,55±0,101
Лейкоциты, г/л	5,59±0,100	5,73±0,103
Гемоглобин, г/л	110,0±1,98	113,7±2,05
Общий белок, г/л	75,4±1,35	77,3±1,39
Кальций, ммоль/л	2,57±0,046	2,71±0,047
Фосфор, ммоль/л	1,61±0,029	1,81±0,032*
Каротин, мкмоль/л	0,012±0,0002	0,014±0,0003*
Резервная щелочность, об.%CO ₂	50,5±0,91	49,3±0,88

Из приведенных в таблице 4 данных следует, что все показатели крови подопытных животных находятся в пределах физиологической нормы. По содержанию эритроцитов и лейкоцитов разница между 1 и 2 группами была недостоверной, однако включение в рацион опытной группы «ЛактоМина» способствовало повышению в сыворотке крови концентрации кальция, фосфора и каротина, что можно считать положительным фактором, свидетельствующим о высокой степени усвоения кальциевых комплексов «ЛактоМина».

Затраты питательных веществ на производство 1 кг молока за период опыта представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Затраты питательных веществ на производство 1 кг молока

Показатель	Группа	
	1 контрольная	2 опытная
Удой натурального молока, кг	1881	1944
Затрачено всего эквивалентных кормовых единиц (ЭКЕ) за период опыта	1332	1350
Затрачено ЭКЕ на 1 кг молока	0,71	0,70
Затрачено переваримого протеина на 1 кг молока, г	69,3	67,1

Из таблицы 5 следует, что использование «ЛактоМина» в качестве кормовой добавки позволяет снизить удельные затраты кормов, в частности, переваримого протеина на 1,4 %. Одним из неожиданных результатов проведенного опыта можно считать установление у «ЛактоМина» умеренной бифидогенности. Так, количество желудочно-кишечных заболеваний у коров контрольной группы достигло 16,7%, у опытной – всего 8,3%. Этот факт, если он будет достоверно подтвержден последующими экспериментами может резко повысить общий статус молочной мелассы.

Обобщение полученных данных и их комплексный анализ позволяют выделить следующие свойства молочной мелассы в ее осадочном варианте.

1. Умеренное положительное воздействие на физиологические и биохимические процессы, протекающие в организме крупных млекопитающих.
 2. Высокий уровень усвоения кальциевых комплексов, содержащихся в мелассе.
 3. Умеренная бифидогенность, обеспечивающая стойкость к внешним инфекциям.
- Эти факторы, отслеженные в процессе проведения и окончания опыта, можно дополнить следующими пунктами.
4. Нейтральный вкус и запах.
 5. Простота технологии получения (сгущение и сушка).
 6. Низкая себестоимость.

Пункты 1-3 свидетельствуют о полной пищевой безопасности молочной мелассы, которую можно позиционировать, по крайней мере в осадочном варианте, как важный источник многовалентных катионов, в основном, кальциевых комплексов, легко усваиваемых организмом человека и животных.

Нейтральный вкус и запах сухой осадочной мелассы (пункт 4) открывает возможность ее использования в составе большого количества пищевых продуктов и кормовых средств без коренного изменения традиционно присущих им органолептических показателей.

Практическая реализация технологии сухой осадочной мелассы отличается простотой (пункт 5). Она включает вакуум-выпаривание и распылительную сушку при стандартных значениях управляющих параметров работы оборудования. В целом, технологию сухой осадочной мелассы можно с большим основанием отнести в разряд наиболее доступных технологий.

В процессе производства экспериментальных промышленных партий сухой осадочной мелассы было установлено, что ее себестоимость в 4-5 раз ниже цены сухого обезжиренного молока (пункт 6). Это обстоятельство может служить сильной мотивацией для широкого использования мелассы в составе пищевых продуктов в качестве, например, источника доступного кальция, магния и фосфора. В этом плане, максимальной экономической эффективности можно достичь, используя ее в натуральном виде, так как массовая доля сухих веществ в ней (15-17%) намного выше, чем у ближайших аналогов (пермеат, сыворотка). Учитывая относительно небольшие объемы натуральной осадочной мелассы, этот вариант целесообразно реализовать непосредственно на производственных площадках молкомбината. Интересно, что в этом случае доход от утилизации осадочной мелассы может превысить аналогичный показатель для основного продукта – кристаллической лактозы. Одновременно следует заметить и подчеркнуть, что осадок молочной мелассы является идеальным сырьем для направленного и управляемого синтеза пребиотика №1 в мире ЛАКТУЛОЗЫ. Это направление является темой следующей публикации.

Заключение / Conclusion.

Полученные, при проведении научно-производственного опыта по использованию сухой мелассы в кормлении дойных коров, результаты позволили сделать следующие выводы.

1. Сухая осадочная меласса может позиционироваться как особый вид пищевого сырья, в котором аккумулированы вещества молока с промежуточным молекулярным весом $200 < Da < 10000$.

2. Ярko выраженной особенностью осадочной мелассы является высокое содержание в ней легко доступных комплексов с кальцием, магнием и фосфором.

3. Осадочная меласса обладает умеренной бифидогенностью, обеспечивающей при ее использовании более высокую резистентность организма по отношению к патогенам.

4. Технология производства сухой осадочной мелассы отвечает требованиям, предъявляемым к наиболее доступным технологиям.

5. Низкая себестоимость производства сухой осадочной мелассы с учетом свойств, отраженных в пп. 2 и 3, а также присущие ей нейтральные вкус и запах, могут обеспечить ее использование в составе пищевых продуктов широкого ассортиментного ряда. В частности, осадочная меласса могла бы с успехом использоваться в производстве сыров различной градации в качестве дополнительного источника кальциевых комплексов, а также синтеза лактулозы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Храмцов, А.Г. Переработка молочной мелассы: настоящее и будущее/А.Г. Храмцов, Г.С. Анисимов, С.С. Школа [и др.] // Молочная промышленность.- 2020. - №12. – С. 54-56.

2. Храмцов, А.Г. Пребиотики как функциональные пищевые ингредиенты: терминология, критерии выбора и сравнительной оценки, классификация /А.Г.Храмцов,

С.А.Рябцева, Р.О. Будкевич [и др.] // Вопросы питания. - 2018. - Т. 87. № 1. - С. 5–17. doi: 10.24411/0042-8833-2018-10001

3. Seki, N., Amano, H. H., Iyama, Y. I., Sano, Y. A., Okubo, S. K., Amauchi, K. Y., Amura, Y. T., Enishi, K. U., & Udou, H. K. (2007). Effect of Lactulose on Calcium and Magnesium Absorption: A Study Using Stable Isotopes in Adult Men. *J NutrSciVitaminol*, 53, 5–12.

4. Smith S.T., Metzger L., Drake M.A. Evaluation of whey, milk, and delactosed permeates as salt substitutes // *J. Dairy Sci.* 2016. Vol. 99, № 11. P. 8687–8698.

REFERENCES

1. Khramcov, A.G. Dairymolasse treatment: state-of-the-art and future / A.G. Khramcov, G.S. Anisimov, S.S. Shkola [et al.] // *Molochnajapromyshlennost'*. - 2020. - No 12. – pp. 54-56.

2. Khramcov, A.G. Prebiotics as functional food ingredients: terminology, selection criteria and comparative evaluation, classification / A.G. Khramcov, S.A. Ryabtseva, R.O. Budkevich [et al.] // *Voprosypitaniya*. - 2018. - Vol. 87. No 1. - pp. 5–17. doi: 10.24411/0042-8833-2018-10001

3. Seki, N., Amano, H. H., Iyama, Y. I., Sano, Y. A., Okubo, S. K., Amauchi, K. Y., Amura, Y. T., Enishi, K. U., & Udou, H. K. (2007). Effect of Lactulose on Calcium and Magnesium Absorption: A Study Using Stable Isotopes in Adult Men. *J NutrSciVitaminol*, 53, 5–12.

4. Smith S.T., Metzger L., Drake M.A. Evaluation of whey, milk, and delactosed permeates as salt substitutes // *J. Dairy Sci.* 2016. Vol. 99, № 11. P. 8687–8698.

ОБ АВТОРАХ / ABOUT AUTHORS

Храмцов Андрей Георгиевич, д-р техн. наук, профессор, академик РАН, профессор консультант кафедры прикладной биотехнологии, Северо-Кавказский федеральный университет, тел. +79624477823, e-mail: hramcov2018@inbox.ru

Khramcov Andrey Georgievich, Dr. of Technical Science, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor Consultant of Applied Biotechnology Department, North Caucasus Federal University, Phone +79624477823, e-mail: hramcov2018@inbox.ru

Кайшев Владимир Григорьевич, д-р экон. наук, профессор, член-корр. РАН, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, (8652)28-61-69, e-mail: foresightzoovet@mail.ru

Kajshev Vladimir Grigorjevich, Dr. of Economic Science, Professor, Corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Professor of Manufacturing and Processing of Agricultural Products Department, Stavropol State Agrarian University, Phone 8(8652)28-61-69, e-mail: foresightzoovet@mail.ru

Лодыгин Алексей Дмитриевич, д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой прикладной биотехнологии, Северо-Кавказский федеральный университет, тел. +79288263918, e-mail: allodygin@yandex.ru

Lodygin Aleksei Dmitrievich, Dr. of Technical Science, Associate Professor, Head of Applied Biotechnology Department, North Caucasus Federal University, Phone +79288263918, e-mail: allodygin@yandex.ru

Анисимов Георгий Сергеевич, канд. техн. наук, директор Центра биотехнологического инжиниринга, Северо-Кавказский федеральный университет, тел. +79624478425, e-mail: ags88@mail.ru

Anisimov Georgij Sergeevich, Candidate of Technical Science, Director of Center of Biotechnology Engineering, North Caucasus Federal University, Phone +79624478425, e-mail: ags88@mail.ru

Абилов Батырхан Тюлимбаевич, канд. с/х наук, заведующий отделом кормления и кормопроизводства, Всероссийский научно-исследовательский институт овцеводства и козоводства (филиал) ФГБНУ «Северо-

Кавказский федеральный научный аграрный центр», тел. +79187918915, e-mail: abilovbt@mail.ru

Abilov Batyrkhan Tyulimbaevich, Candidate of Agricultural Science, Head of Feeding and Fodder Production Department, All-Russian scientific research institute of sheep breeding and goat breeding, Phone +79187918915, e-mail: abilovbt@mail.ru

Марынич Александр Павлович, д-р с/х наук, главный научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт овцеводства и козоводства (филиал) ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», тел. 8(8652)71-70-33, e-mail: vniiok@fnac.center

Marynich Aleksandr Pavlovich, Dr. of Agricultural Science, Chief Research Worker, All-Russian scientific research institute of sheep breeding and goat breeding, Phone 8(8652)71-70-33, e-mail: vniiok@fnac.center

Диняков Вячеслав Аркадьевич, аспирант кафедры прикладной биотехнологии, Северо-Кавказский федеральный университет, тел. +79620189346, e-mail: milkdrunk1986@yandex.ru

Dinyakov Vyacheslav Arkadievich, PhD student of Applied Biotechnology Department, North Caucasus Federal University, Phone +79620189346, e-mail: milkdrunk1986@yandex.ru

Еремина Анастасия Игоревна, аспирант кафедры прикладной биотехнологии, Северо-Кавказский федеральный университет, тел. +79187590760, e-mail: eremina.93@yandex.ru

Eremina Anastasiya Igorevna, PhD student of Applied Biotechnology Department, North Caucasus Federal University, Phone +79187590760, e-mail: eremina.93@yandex.ru

Школа Сергей Сергеевич, инженер Центра биотехнологического инжиниринга, Северо-Кавказский федеральный университет, тел. +79289716855, e-mail: shkola@mokostav.com

Shkola Sergej Sergeevich, Engineer of Center of Biotechnology Engineering, North Caucasus Federal University, Phone +79289716855, e-mail: shkola@mokostav.com

Дыкало Николай Яковлевич, канд. техн. наук, ведущий специалист, Молочный комбинат «Ставропольский», тел. 8(8652)24-72-24, e-mail: mokostav@mail.ru

Dykalo Nikolaj Yakovlevich, Candidate of Technical Science, Dairy Plant "Stavropol'skij", Phone 8(8652)24-72-24, e-mail: mokostav@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 02.04.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 03.06.2021

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ | SHORT REPORTS

В.Ф. Антонов [V.F. Antonov]
 Е.А. Поздняков [E.A. Pozdniakov]
 С.А. Орехов [S.A. Orechov]

УДК 519.23

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.15

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧАХ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

APPLICATION OF NEURAL NETWORKS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE TASKS

ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске, Россия//North Caucasus Federal University

Аннотация

В последние годы широкое применение получило использование нейронных сетей в информационных системах для решения различных классов задач, в том числе и распознавания образов. В предлагаемой статье рассматриваются основные требования к построению нейронных сетей. Приводится пример построения нейронной сети на примере распознавания образов в системах управления контролем доступом для турникетов.

Материалы и методы, результаты и обсуждения. В работе предлагается способ разработки нейронной сети ориентированный на распознавание объекта в системах управления контролем доступом.

В большинстве современных образовательных учреждениях применяются турникеты в качестве системы контроля доступом, при этом обучающимся выдаются карточки, с помощью которых обучающиеся получают доступ к системе. В данной работе предлагается следующее решение, вместо модуля считывания карточки, предлагается использование модуля для распознавания лиц, которое будет построена на основе нейронной сети.

Заключение. Предлагаемые решения в данной работе помогут избавиться от карточек, сделать систему более гибкой, при этом возможности данной системы могут быть использованы и для решения других задач в образовательной организации.

Ключевые слова: нейронная сеть, искусственный интеллект, нейрон, персептрон.

Abstract

In recent years, the use of neural networks in information systems has been widely used to solve various classes of problems. This article discusses the basic requirements for the construction of neural networks. An example of constructing a neural network is given on the example of pattern recognition in access control systems.

Materials and methods, results and discussions. The paper proposes a method for developing a neural network focused on object recognition in access control systems.

In most modern educational institutions, turnstiles are used as an access control system, while students are issued cards with which students gain access to the system. In this paper, the following solution is proposed, instead of the card reader module, it is proposed to use a module for face recognition, which will be built on the basis of a neural network.

Conclusion. *The proposed solutions in this work will help get rid of cards, make the system more flexible, while the capabilities of this system can be used to solve other problems in an educational organization.*

Key words: neural network, artificial intelligence, neuron, perceptron.

Введение. В последние годы широко обсуждаются задачи использования искусственного интеллекта для решения различных классов задач. Этому способствует исследования и достижения прикладной математики, базирующиеся на использование искусственных нейронных сетей (НС). Актуальность данной тематики исследования связано с применением нейронных сетей в различных классах задач:

- распознавание образов;
- адаптивное управление технологическими процессами;
- построения экспертных систем;
- прогнозирование;
- аппроксимация функций и другие.

Применение НС позволяет решать задачи по распознаванию оптических и звуковых сигналов, разрабатывать самонастраивающиеся и самообучающиеся системы, которые способны управлять техническими объектами или решать прикладные задачи.

Такое разнообразие решаемых задач с помощью НС на данный момент не обеспечивают возможность разработки мощных сетей, что является предпосылкой разработки специальных НС, которые работают на специфических алгоритмах обработки.

На практике применяются нейронные сети как в аппаратном исполнении, так и в программном. Учитывая такие различия в исполнении нейронных сетей, некоторые НС имеют определенные общие характеристики.

Нейронные сети строятся из простых элементов, которые называются нейронами, они используются для имитации работы нейронов человеческого мозга. При этом нейрон (ячейка) представляет с собой элемент нейронной сети, который характеризуется состоянием, в котором он может находиться: в возбужденном или заторможенном состоянии. Нейроны в нейронной сети с одной стороны связаны с входными сигналами, посредством синаптических связей называемой синапсами, с другой стороны нейрон связан с выходными сигналами называемой аксоном. Схематическое представление нейронной сети приведен на рисунке 1.

Как видно из рисунка 1 каждый вход связан с ячейкой нейрона, которая характеризуется величиной называемой весовым коэффициентом w_i или синаптическую связью.

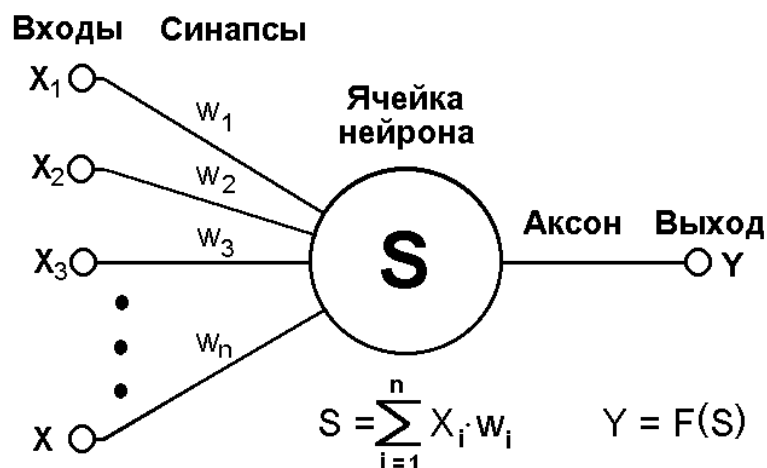


Рис. 1. Схематическое представление нейрона

Чтобы определить состояние нейрона надо вычислить взвешенную сумму его входов по формуле (1):

$$s = \sum_{i=1}^n x_i \cdot w_i \quad (1)$$

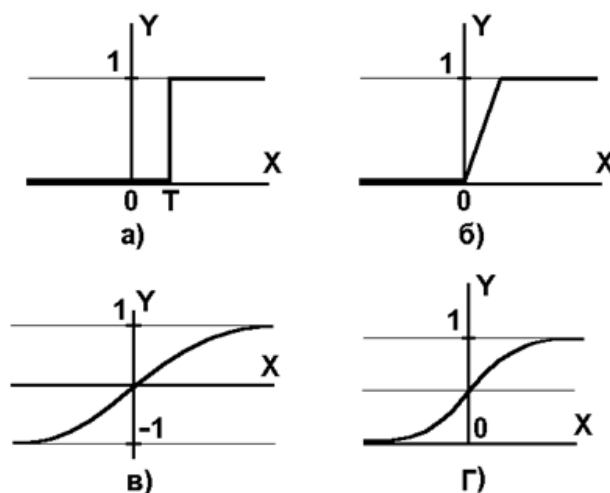
Величина выходного сигнала нейрона вычисляется по формуле (2) и оно является функцией его состояния:

$$y = f(s) \quad (2)$$

На рисунке 2 представлены различные виды функции f .

Функция S-образного вида или сигмоид вычисляется с помощью следующего выражения [2]:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha x}} \quad (3)$$



- а) функция единичного скачка;
- б) линейный порог (гистерезис);
- в) сигмоид – гиперболический тангенс;
- г) сигмоид – вычисленный аналитический (формула (3)).

Рис. 2. Графическое представление функции f

Материалы и методы исследования

Конечный вид сигмоида зависит от значения величины α . Ее увеличение приводит к ее виду функции единичного скачка с порогом T в точке $x=0$. Как мы видим из формулы (3) для сигмоида значение выхода нейрона колеблется в интервале $[0,1]$. Простота выражения первой производной для функции сигмоида делает абсолютно ценным при решении задач искусственного интеллекта.

$$f'(x) = \alpha \cdot f(x) \cdot (1 - f(x)) \quad (4)$$

Учитывая тот факт, что функция $f(x)$ дифференцируема на всей числовой оси, т.е. производная определяется на всей числовой оси, тогда возникает возможность применения этой функции в алгоритмах машинного обучения в нейронных сетях. Как видно из формулы (3) сигмоид позволяет усиливать слабые сигналы лучше, чем сильные.

Рассмотрим нейронную сеть, состоящую из трех нейронов с активационной функцией в виде единичного скачка (рис.3). Сигналы подаются на вход трем нейронам, через синаптическую связь, образуя тем самым слой нейронной сети, а на выходе получаем три сигнала.

$$y_j = f \left[\sum_{i=1}^n x_i \cdot w_{ij} \right], \quad j=1...3 \quad (5)$$

где w_{ij} – весовые коэффициенты i -ой синаптической связи с j -ым нейроном. Если эти коэффициенты представить в виде элементов матрицы $\mathbf{W}$, тогда формула (5) может быть представлена в следующем виде:

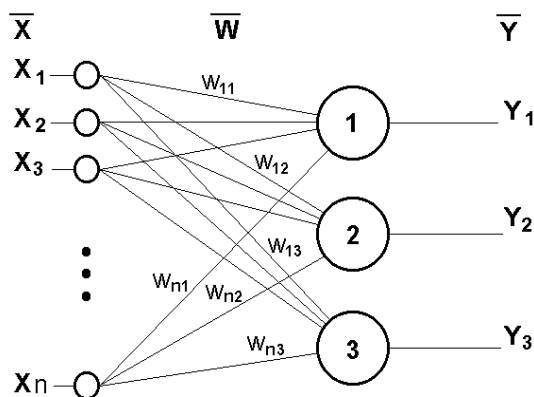


Рис. 3. Пример однослойного перцептрона

$$\mathbf{Y} = \mathbf{F}(\mathbf{XW}) \quad (6)$$

где $\mathbf{X}$ и $\mathbf{Y}$ – совокупность значений входа и выхода, $\mathbf{F}(\mathbf{V})$ – активационная функция.

Состав и содержание НС в большей степени зависит в большей степени от поставленной задачи. Для того чтобы расширить возможности разрабатываемой нейронной сети, необходимо, во-первых, увеличить количество нейронов (ячеек) и число слоев, во-вторых, увеличить плотность синаптических связей (рис.4). Расширение возможностей нейронной сети приводит к тому, что устойчивость снижается, для обеспечения динамической устойчивости в нейронной сети необходимо ввести обратные связи.

Очень трудно сформировать какие-то общие рекомендации по синтезу НС, так как это зависит от решаемой задачи. В некоторых случаях используют интуитивный подбор в качестве оптимального варианта.

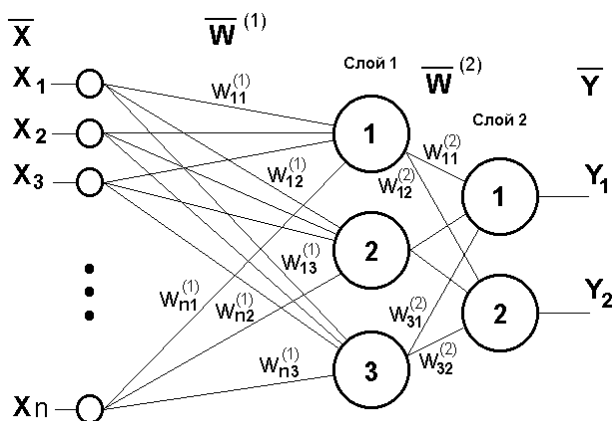


Рис. 4. Схема двухслойного перцептрона

От значений синаптических связей в целом зависит эффективность работы НС, которая ориентирована на поиск и решение поставленной задачи. Разработчик НС подбирает и формирует структуру разрабатываемой сети, которая ориентирована на поиск и решение задачи, при этом выбор самих весовых коэффициентов, которые были бы оптимальными производится самостоятельно. Результат напрямую зависит от того насколько правильно подобраны соответствующие параметры нейронной сети. Весьма важной характеристикой для нейронной сети с учителем и без учителя, является время обучения. Время обучения и весовые коэффициенты функционально связаны обратной зависимостью. Таким образом подбор весовых коэффициентов и времени обучения при решении задач производится на основе компромисса.

Процесс обучения в нейронных сетях может быть произведен как с помощью учителя, так и без него. Суть обучения с учителем заключается в том, что сначала задаются параметры входа, затем рассчитываются параметры выхода, после чего осуществляется подбор значений весовых коэффициентов осуществляется путем определения значений входных и выходных сигналов, а затем по некоторому определенному алгоритму подбирается весовые коэффициенты синаптических связей, которые связаны с входными и производными от них сигналов.

В стохастических алгоритмах подбор весовых коэффициентов случайным образом, а в детерминистических алгоритмах подбор весовых коэффициентов производится в определенной жесткой последовательности.

Нейронные сети классифицируются по количеству слоев. Эффективность работы многослойной нейронной сети зависит от вида активационной функции.

Увеличение вычислительной мощности нейронной сети, возможна за счет добавления в синаптические связи нелинейности. Для того чтобы ввести такие нелинейности используя формулу (1), находим взвешенные суммы входов нейрона, которая может быть представлена в другой формы записи, например:

$$s = \sum_{i=1}^n x_i^2 \cdot w_i \quad (7)$$

или

$$s = \sum_{i=1}^n x_i \cdot x_{((i+1) \bmod n)} \cdot w_i \quad (8)$$

При разработке нейронной сети разработчик выбирает структуру и основные характеристики, исходя из сложности, поставленной задачи. При этом для повышения вычислительной мощности используется активационная функция, обладающая свойствами нелинейности, а также применение меньшего числа нейронов с "нелинейными" синапсами.

Значение параметра Т на границе порога (рис. 2) функции единичного скачка может быть произвольным. На самом деле значение данного параметра Т определяется при обучении, при этом задаются соответственно и весовые коэффициенты. Для того чтобы учитывать смещение в сигмоиде, которое происходит вправо или влево по оси X в формулу (1) добавляется еще один параметр, который представлен в следующем виде:

$$s = \sum_{i=1}^n x_i \cdot w_i - T \quad (9)$$

Добавление в формулу (11) параметра Т приводит к появлению нового слоя нейрона, еще одного нового входа со значением равным 1, возбуждающим при этом дополнительный синапс каждого из нейронов. Новому входу присваивается номер со значением 0:

$$s = \sum_{i=0}^n x_i \cdot w_i \quad (10)$$

где $w_0 = -T$, $x_0 = 1$. Такая нумерация входов и определяет основное отличие в формулах (1) и (10).

Результаты исследования. Задачи, которые решаются с использованием математического аппарата нейронной сети, сводятся к некоторой классификации входов нейрона, принадлежащие некоторому многомерному пространству, на определенное число классов.

Результатом исследования на данном этапе является разработанное программное обеспечение, обеспечивающее распознавание лиц, с использованием нейронной сети. На рисунке 5 представлена схема турникета с использованием карточек. В данной работе предлагается заменить модуль считывания карточек на модуль фото и видео-фиксации, с последующим распознаванием, возможно и применение биометрических данных, например, отпечатков пальца, тогда модуль считывания карточки может быть заменен на соответствующие

считыватель отпечатка пальца. При этом необходимо разработать нейронную сеть, ориентированную на распознавание отпечатка пальца.

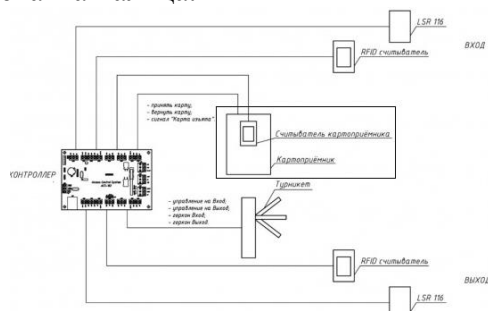


Рис. 5. Схема турникета

Конечно важной задачей в данном случае является обучение разработанной системы с помощью нейронной сети, которое занимает определенное время. Алгоритм обучения нейронной сети с учителем, которая представлена на рисунке 6.

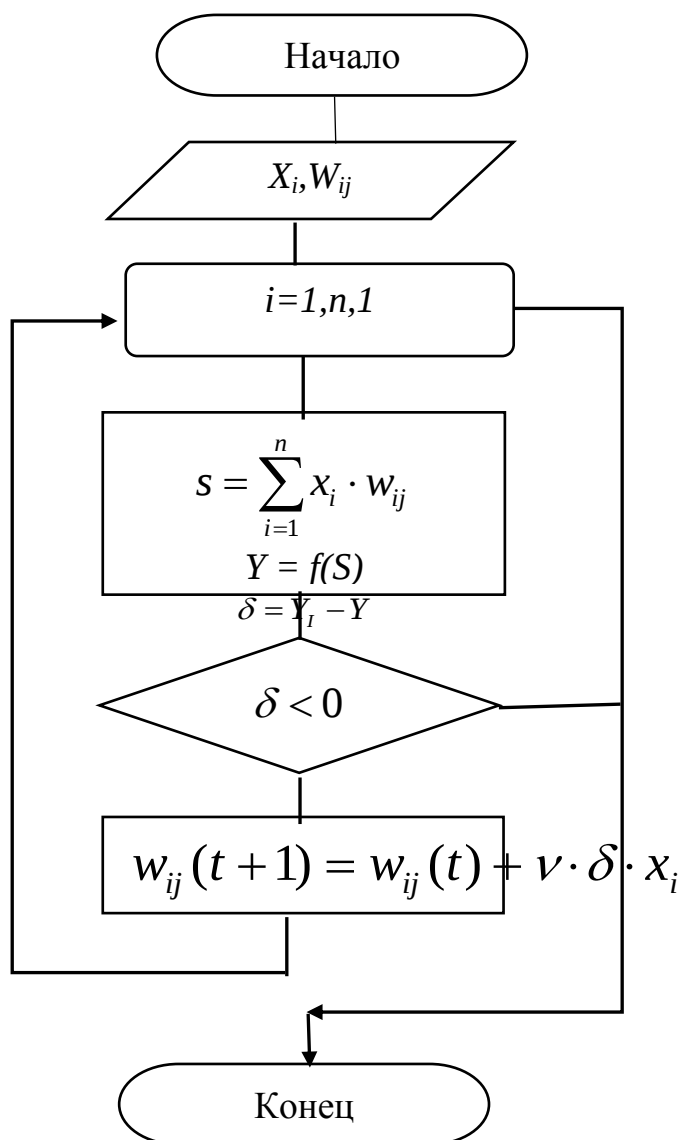


Рис. 6. Блок-схема алгоритма обучения с учителем

Заключение. На данный момент реализована программная часть, которая обеспечивает распознавание лиц с помощью разработанной нейронной сети. В заключении данной

статьи хотелось бы отметить, что применение нейронных сетей для решения практических задач в области искусственного интеллекта является весьма актуальной задачей.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. Короткий, "Нейронные сети: Алгоритм обратного распространения". СПб, 2002, 328 с.
2. С. Короткий, "Нейронные сети: Основные положения. СПб, 2002. 357 с.
3. Artificial Neural Networks: Concepts and Theory, IEEE Computer Society Press, 1992.
4. Richard P. Lippmann, An Introduction to Computing with Neural Nets, IEEE Acoustics, Speech, and Signal Processing Magazine, April 1987.
5. S. Haykin. Neural Networks and Learning Machines. 3rd Edition. Pearson, 2018.
6. А.Н. Васильев, Д.А. Тархов. Нейростоевое моделирование. Принципы. Алгоритмы. Приложения. СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2009.

REFERENCES

1. S. Korotkiy, "Neural networks: A back propagation algorithm". St. Petersburg, 2002, 328 p.
2. S. Korotkiy, "Neural networks: Basic provisions. St. Petersburg, 2002. 357 p.
3. Artificial Neural Networks: Concepts and Theory, IEEE Computer Society Press, 1992.
4. Richard P. Lippmann, An Introduction to Computing with Neural Nets, IEEE Acoustics, Speech, and Signal Processing Magazine, April 1987.
5. S. Haykin. Neural Networks and Learning Machines. 3rd Edition. Pearson, 2018.
6. A.N. Vasiliev, D.A. Tarkhov. Neural modeling. Principles. Algorithms. Applications. SPb.: Publishinghouse of Polytechnic. University, 2009.

ОБ АВТОРАХ

Антонов Владимир Феохарович кандидат технических наук, доцент кафедры систем управления и информационных технологий, Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске. E-mail: antonovpgtu@mail.ru.

Antonov Vladimir Feokharovich, kandidat technical Sciences, Associate Professor of the Department of Management Systems and Information Technologies, Institute of Service, Tourism and Design (branch) of NCFU in Pyatigorsk. E-mail: antonovpgtu@mail.ru.

Pozdnyakov Evgeny Aleksandrovich, Master's student of the Department of Management Systems and Information Technologies, Institute of Service, Tourism and Design (branch) of NCFU in Pyatigorsk. E-mail: epozdnkv@mail.ru.

Поздняков Евгений Александрович, магистрант кафедры «Систем управления и информационных технологий», Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске. E-mail: epozdnkv@mail.ru.

Орехов Сергей Александрович, магистрант кафедры «Систем управления и информационных технологий», Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске. E-mail: aper685@gmail.com.

Orekhov Sergey Alexandrovich, Master's Student of the Department of Management Systems and Information Technologies, Institute of Service, Tourism and Design (branch) of NCFU in Pyatigorsk. E-mail: aper685@gmail.com.

Дата поступления в редакцию: 25.04.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 03.06.2021

Т. В. Щедрина [T. V. Shchedrina],
В.Н. Оробинская [V. N. Orobinskaya],
Д.С. Седых [D. S. Sedykh]

УДК 338.439

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.16

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПИЩЕВОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДУКЦИИ
РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ
В ЕВРОПЕЙСКОМ И ТАМОЖЕННОМ
СОЮЗАХ**

**ENSURING FOOD SAFETY OF PRODUCTS
PLANT ORIGIN IN THE EUROPEAN AND
CUSTOMS UNIONS**

Пятигорский институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Северо-Кавказский федеральный университет"/ Pyatigorsk Institute (branch) of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education " North Caucasus Federal University"

Аннотация: Пищевая безопасность в современных условиях оказывает возрастающее влияние на показатели здоровья различных групп населения, на рост и развитие детей, школьников, различные сферы жизнедеятельности человека. Одним из направлений совершенствования организации безопасного питания является использование опыта Европейского Союза.

Ключевые слова: Европейский Союз, пищевая безопасность, качество, нормативно-правовое обеспечение, техническое регулирование

Abstract: Food safety in modern conditions has an increasing impact on the health indicators of various population groups, on the growth and development of children, schoolchildren, and various spheres of human activity. One of the ways to improve the organization of safe food is to use the experience of the European Union.

Key words: European Union, food safety, quality, regulatory support, technical regulation
Keywords: European Union, food safety, quality, regulatory support, technical regulation

В рамках гранта Erasmus+ Jean Monnet Module (600244-EPP-1-2018-1-RU-EPPJMO-MODULE) "Food Safety Regulation in the European Union"

Within the framework of the Erasmus + Jean Monnet Module grant (600244-EPP-1-2018-1-RU-EPPJMO-MODULE) "Food Safety Regulation in the European Union"

The monitoring and control system for food safety and animal and plant health is an important element of the single market in the European Union (EU) and the Eurasian Economic Union (EAEU). Free movement of goods (the first of the four fundamental freedoms of the EU and EAEU) in the territory of the integration association depends on the correct functioning of the system for assessing and monitoring food safety and animal and plant health [1].

The unity of the European market is guaranteed by the principle of free movement of goods, capital and services. This principle provides for the abolition of border controls, customs duties and all trade barriers between EU member states.

The free movement of goods within the EU is ensured by the implementation of the following principles:

- Non-discrimination This principle provides that the same conditions apply to all legally imported goods as to similar locally produced goods, regardless of their origin, with the exception of certain permitted cases;

- mutual recognition (according to this principle, any product legally produced and distributed in accordance with the norms of an EU member state must be admitted to the market of any other EU member state;

- harmonization of legislation (this regulatory mechanism aims to bring the national legislations of the EU member states closer together; the main instrument for achieving harmonization within the EU is the Directives; the directives establish the structure according to which the internal legislatures of the member states should adopt new laws, norms or amendments to already existing legislation in such a way as to ensure the harmonization of the national laws of the EU Member States

The founding document of the European Union in the field of food safety is Regulation No. 178/2002 of the European Parliament and of the Council of the European Union of 28 January 2002. This regulation is intended to establish general principles and requirements in food law, general concepts of food law at the EU level, as well as to ensure a consistent approach in the development of national food law in EU countries. the regulation also establishes a European food safety authority [4].

According to the provisions of the regulation No. 178/2002 food products are all substances or products that are intended for human consumption in food in processed, partially processed or unprocessed form. Food products include, but are not limited to, drinks, chewing gum, and all substances, including water, that are added to food products during their manufacture, processing or processing.

Regulation No. 178/2002 applies to all stages of the production, processing and marketing of food and feed, with the exception of those intended for domestic consumption. Its main goal is to ensure the free circulation of safe food and feed in the EU, and the health and well-being of citizens. At the same time, the regulation deals specifically with food safety (safety), and not its quality (quality).

In terms of terminology, safety can be defined as a state in which a thing / product does not pose a threat to human life and health, and quality - as a degree of dignity, value, suitability, compliance with what this thing should be. Thus, in relation to food products, the concept of safety forms the minimum permissible requirements that guarantee the suitability and safety of these products for humans [3].

Regulation No. 178/2002 defines 4 general principles of EU food law, on which normative documents (regulations, directives, etc.) of EU food law should be based (Table 1).

Table 1 - General principles of EU food law

The principles	Designation	Characteristic
1	Risk analysis	Risk - negative health impact - risk assessment; - risk management; - risk communication
2	Precautionary measures	Establishment of possible harmful effects of a product on health, but this has not yet been confirmed by scientific evidence, temporary precautions may be taken
3	Protecting consumer interests	EU food law should aim to protect the interests of consumers and to enable them to make informed choices about the food they consume.
4	The principle of transparency	When drafting, evaluating and revising regulations, open consultation with the public should take place, unless the urgency of the issue does not allow doing so.

Responsibility for food safety in the EU rests with the food business operators who have produced or imported and placed them on the EU market. For example, if a food business operator de-

termines that a product imported, manufactured or sold by him does not meet safety requirements, he should immediately begin the process of withdrawing it from the market.

Product recalls must be reported to the competent authorities, which, in turn, based on the level of threat, can notify other EU countries of the risk that has arisen through the EU Rapid Alert System (RASFF).

From April 2, 2021, only those foodstuffs will be admitted to the EU market that contain the maximum limit established by the new regulation: 2% fat per 100 grams of finished products, the trans fat content corresponds to 2 g in industrial production per 100 g of total fat in products, intended for the end consumer and for retail sale [6].

Trans fats can be natural or artificial (industrial trans fats). Natural trans fats are found in small amounts in natural meat and dairy products, as well as in vegetable oils exposed to high temperatures (for example, in deodorized vegetable oils). Industrial trans fats are produced in large quantities during the hydrogenation of unsaturated fats, for example, in the production of margarine.

According to statistics from the World Health Organization (WHO), trans fatty acid isomers found in many foods cause more than 500 thousand deaths a year, trans fats increase mortality by up to 28%. The most common cause of death is cardiovascular disease, which ends in a heart attack or stroke. [3].

There is evidence of a carcinogenic effect of trans fats and an increased risk of type 2 diabetes.

There is no safe level of consumption of trans fats. Therefore, in Denmark, Norway, Switzerland and some countries, they are completely banned. In the European Union, the level of these fats in food is legally limited to 2%. By 2023, the International Union of Food and Beverage Producers intends to completely phase out their use [8].

In addition to control before entering the market, manufacturers will have another requirement: now they will have to inform consumers and other enterprises about the amount of trans fats they contain (for example, the manufacturer of ready-made dough - cafes and bakeries).

Trans fatty acid isomers (TFA) are the scientific name for trans fats. They are industrially produced from liquid vegetable oils and allow food to last longer. A large number of TFA are contained in:

- refined vegetable oil
- margarine
- some confectionery
- chips
- popcorn
- frozen meat and other semi-finished products, breaded
- sauces, mayonnaise and ketchup
- dry concentrates

There are also so-called natural trans fats - they are found naturally in some foods. These include cheese, butter, milk, cream, or meat. These categories are exempt from European Commission restrictions.

Over the years, a number of scientific studies, including those carried out by the European Food Safety Authority, have emphasized that trans fat intake should be kept as low as possible to avoid health risks.

According to European nutritionists, they primarily increase the level of "bad" LDL cholesterol in the blood. It interferes with lipid metabolism and literally blocks blood vessels. At the same time, trans fats in the body reduce the "good" HDL cholesterol. According to WHO, this combination increases the likelihood of developing type 2 diabetes [3].

But even the allowed amount of trans fats in food can still double the risk of stroke or heart attack.

Food business operators supplying food to other food business operators that are not intended for the final consumer or intended for retail supply should ensure that the supplying food business

operators are provided with information on the amount of trans fats other than those naturally occurring in animal fats, if this amount exceeds 2 grams per 100 grams of fat.

A study by the Danish Nutrition Board found that margarine is the main source of trans fats for individual and consumer use, followed by packaged snacks, baked goods and pastries. Microwaved popcorn, which contains up to 40% of the fat in trans fats, is especially high. [6].

In the Russian Federation, the use of trans fats in food production is limited. In accordance with TR CU 021/2011 "On food safety", trans fats are prohibited to be used in the manufacture of food products for baby food. From 01.01.2018, in accordance with TR CU 024/2011 "Technical Regulations for Fat and Oil Products", the level of trans isomers of fatty acids in margarines, spreads, culinary, bakery, confectionery fats and other products containing trans fats cannot exceed 2%, and information on the amount of trans fats in products should be reflected on the consumer packaging.

In the European Union, 23 teams from 12 countries are working together on a three-year EU-funded project to explore the future of the European food safety system. It is planned that the work will be carried out from the beginning of 2021 to the end of 2023 with a budget of 3 million euros.

The multi-stakeholder platform will enable partners to access resources and data, synchronize food safety research strategies, share scientific knowledge and contributions for the future of the EU food safety system.

Within the framework of the project, it is planned to create a European Forum on Food Safety in order to guarantee long-term interaction of science, policy and society in this area. Groups from Italy, Austria, Belgium, Finland, the Netherlands, Germany, Czech Republic, Romania, Portugal, Albania, Tunisia and Switzerland are participating in the project, Food Safety News reports.

This is the first project funded by the European Commission under the "Support for Future Food Safety Systems" program. A special place in the project is determined by the transparency of assessing the safety of European food products, taking into account new technologies, innovative processes, improving the regulatory and legislative framework and control methods in the EU food safety system [5].

Organizations that are directly or indirectly involved in this process are tightening requirements for feed producers, animal feed producers, wild plant and animal collectors, farmers, ingredient producers, food producers, retailers and organizations providing food services, catering services, services cleaning and sanitation services, transportation, storage and distribution services, suppliers of equipment, cleaning and disinfecting agents, packaging materials and other materials for food contact.

This will allow us to enter new markets in other countries and export goods to those countries where there is a strict regulation and a huge demand for safe food products.

REFERENCES

1. Prodovol'stvennaya bezopasnost' ostaetsya klyuchevym voprosom dlya ministrov sel'skogo khozyaistva ES / Evropeiskie novosti sel'skogo khozyaistva [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.agriacta.com/agri-politic>
2. Ofitsial'nyi sait Kodeks Alimentarius. [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.codexalimentarius.org>
3. VOZ. Global'naya strategiya VOZ v oblasti ratsiona i rezhima pitaniya [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: www.euro.who.int/Document/E81281R.pdf
4. Reglament №178/2002 «Ob ustanovlenii obshchikh printsipov i trebovaniy v prodovol'stvennom prave, o sozdanii evropeiskogo organa po bezopasnosti pishchevykh produktov i ob ustanovlenii protsedury obespecheniya bezopasnosti pishchevykh produktov» (28 yanvarya 2002 g.)
5. ES razrabotal proekt budushchei sistemy bezopasnosti pishchevykh produktov [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <https://piginfo.ru/news/es-razrabotal-proekt-budushchey-sistemy-bezopasnosti-pishchevykh-produktov>

6. COMMISSION REGULATION (EU) 2019/649[Ehlektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32019R0649>
7. ES zapretit mnogie opasnye transzhiry [Ehlektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <https://www.trend.az/world/europe/3051791.html>
8. Transzhiry. Kak gotovit', chtoby obezopasit' sebya. [Ehlektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: https://aif.ru/health/food/transzhiry_v_skovorodke_kak_gotovit_chtoby_obezopasit_sebya

ОБ АВТОРАХ | ABOUT AUTHORS

Щедрина Татьяна Викторовна, канд. техн. наук, доцент кафедры технологии продуктов питания и товароведения, Пятигорский институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Северо-Кавказский федеральный университет", тел.: 8(928)3730813, E-mail: tany1812@yandex.ru.

Shchedrina Tatyana Viktorovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food Technology and Commodity Science, Pyatigorsk Institute (branch) of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "North Caucasus Federal University", tel.: 8(928)3730813, E-mail: tany1812@yandex.ru.

Оробинская Валерия Николаевна, канд. техн. наук, доцент кафедры технологии продуктов питания и товароведения, Пятигорский институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Северо-Кавказский федеральный университет", тел.: 8(928)3519325, E-mail: orobinskaya.val@yandex.ru

Orobinskaya Valeria Nikolaevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food Technology and Commodity Science, Pyatigorsk Institute (branch) of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "North Caucasus Federal University", tel.: 8(928)3519325, E-mail: orobinskaya.val@yandex.ru

Седых Дмитрий Сергеевич, магистрант 1 курса Школы кавказского гостеприимства группы П-ТПО-м-з-201, Пятигорский институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Северо-Кавказский федеральный университет", E-mail: Sedihdv@mail.ru

Sedykh Dmitry Sergeevich, 1st year Master's student of the School of Caucasian Hospitality groups P-TPO-m-z-201, Pyatigorsk Institute (branch) of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "North Caucasus Federal University", E-mail: Sedihdv@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 02.04.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 03.06.2021

УДК 664.292:66-911.48УДК
664.8.047

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.17

Н.Д.Жмурина[N.D.Zhmurina]¹
Т.А.Сенькина[T.A.Senkina]²
С.Ю.Кобзева [S.Ju.Kobzeva]¹
Т.А. Шендакова[T.A.Shendakova]³
Е.Г. Меркулова [E.G. Merkulova]¹
О.Л. Ладнова [O.L. Ladnova]¹

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОДГОТОВКИ ЦИТРУСОВОГО ПЕКТИНА ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ЙОДИРОВАННЫХ СОЕВО-ЖИРОВЫХ ЭМУЛЬСИЙ

THE WORKING OUT OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF CITRON PECTIN PREPARATION FOR STABILIZATION OF IODIZED SOY-FATTY EMULSIONS

¹ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет экономики и торговли»
Orel State University of Economics and Trade, e-mail: sagod@yandex.ru

²ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»
Orel State University named after I.S. Turgenev, e-mail: tatina0711@yandex.ru

³ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»
Orel State Agrarian University, e-mail: 78102003348@ya

Аннотация. В статье приведены данные исследования направленные на разработку технологии йодированных соево-жировых эмульсий с использованием в качестве стабилизатора – цитрусового пектина. Доказана целесообразность его использования при производстве эмульсий. В результате исследования стойкости и предельного напряжения сдвига модельных эмульсий установлены оптимальные количества стабилизатора.

Ключевые слова: цитрусовый пектин, стабилизатор, йодированная соево-жировая эмульсия, стойкость эмульсии, предельное напряжение сдвига эмульсии.

Abstract. The article presents research materials aimed at developing the technology of iodized soy-fat emulsions using citrus pectin as a stabilizer. The authors prove the expediency of its use in the production of emulsions. As a result of studying the stability and yield strength of exemplary emulsion, the optimal amounts of the stabilizer are determined.

Key words: citrus pectin, stabilizer, technologies iodized soy-fat emulsion, emulsion stability, yield strength of the emulsion.

Currently, the Russian market for the oil and fat industry is represented mainly by emulsion products, in which expensive raw materials of animal origin are used as a stabilizer, most often egg powder and powdered cow's milk [2; 17; 18].

A good substitute for animal stabilizers is citrus pectin, which is rich in dietary fiber. It is known that dietary fiber can act as a matrix for iodine, contributing to its safety during the production and storage of food. The use of compounds of inorganic iodine with dietary fiber is one of the promising directions in the development of iodized products [3; 6; 7; 11; 14]. In this regard, the study aimed at developing the technology of iodized soybean fat emulsions using citrus pectin as a stabilizer is relevant.

Citrus pectin is one of the safe and widely tested in food technology natural enterosorbents that remove radionuclides and heavy metals from the body through sorption, ion exchange and

complexation [1; 9; 12; 19; 20; 22; 23]. The feasibility of regular consumption of citrus pectin in food has been confirmed by comprehensive medical and biological studies, which have shown the therapeutic effect of its use in the treatment of gastroenterological and cardiovascular diseases, diabetes mellitus, obesity, etc. [4; 10; 21; 24].

To determine the amount of stabilizer required to obtain an emulsion with given structural and mechanical characteristics, the stability of exemplary emulsions emulsions was investigated.

The stability of the emulsion was determined by a centrifugal test [5]. The research results are shown in Figure 1.

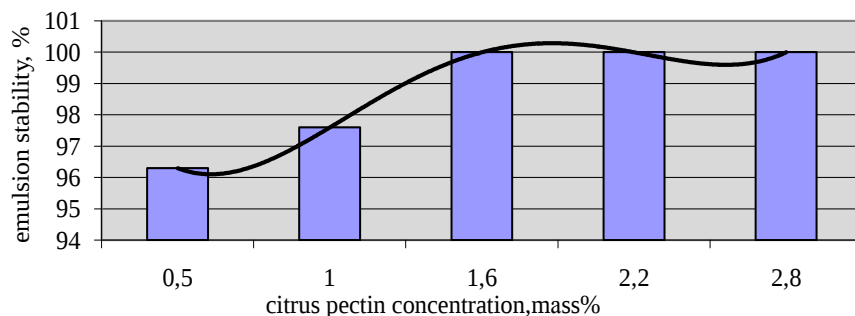


Figure 1 - Dependence of the stability of emulsions on the concentration of the stabilizer

As a result of the research, it was found that when citrus pectin is introduced into the emulsion in an amount of 1.6 wt% or more, the stability of the emulsion is 100%. To determine the optimal dose of the stabilizer, studies of the yield strength of exemplary emulsions were carried out [15].

The characteristics of the samples are shown in Figure 2. Analysis of the presented data shows that all samples are characterized by high yield strength. The most structured is the sample corresponding to the introduction of 1.6 mass. % citrus pectin, which correlates with higher strength properties, determined organoleptically. In addition, this concentration of the stabilizer makes it possible to obtain an emulsion having a value of yield strength corresponding to the value of this indicator for butter (1478.25 Pa).

With a further increase in citrus pectin in the formulation, the yield strength increases, which negatively affects the organoleptic characteristics of the emulsion.

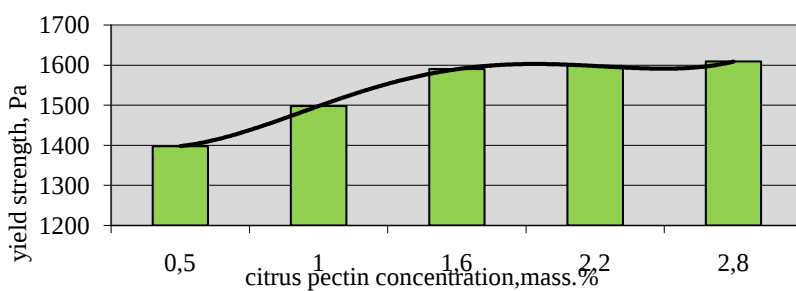


Figure 2 - Dependence of yield strength on stabilizer concentration

Thus, as a result of studying the stability and yield strength of exemplary emulsions, the optimal amounts of the stabilizer have been established. To obtain an emulsion with optimal structural and mechanical characteristics, it is necessary to introduce 1.6 wt% citrus pectin into the formulation.

When developing the technology of emulsion products, it is important to determine the modes of preparation and the stage of introduction of the stabilizer, since these parameters can have a decisive effect on the structural and mechanical properties of the emulsion [16].

In traditional industrial technology for the preparation of emulsion products, the stabilizer is introduced into the emulsifying system either in the form of a preliminary prepared high-viscosity solution in water, or with dry components of the water-milk phase

To determine the optimal conditions for the preparation of the stabilizer and the stage of its introduction into the product, the stability of the exemplary emulsions and its yield strength were investigated.

According to the available literature data for the preparation of emulsion products, pectin is introduced into the emulsion in the form of a solution [8; 13; 16]. In order to simplify the technological process, we have proposed a method for the production of an emulsion, involving the use of dry protein-carbohydrate components (dry soy milk "Promix" and citrus pectin)

The results of studies of the dependence of the stability of the emulsion on the temperature and time of soaking of citrus pectin are shown in Table 1.

As can be seen from the experimental results, the maximum stability of the emulsion (100%) is observed at a temperature of soaking of the protein-carbohydrate compound of 25-35 °C, a further increase in temperature leads to a slight decrease in the stability of the emulsion. This is most likely due to the fact that as the temperature rises, the soy milk proteins dissolve rather than swell.

Table 1 – Dependence of the stability of the emulsion on the temperature and time of soaking of citrus pectin

Soaking temperature, °C	Stability of the emulsion, %	Soaking time, min	Stability of the emulsion, %
15	98,6	5	96,8
25	100,0	10	97,1
35	100,0	15	98,8
45	98,1	20	100,0
55	97,3	25	100,0

Consequently, there is no need to heat the mixture above these temperatures. The optimal time for the swelling of the protein-carbohydrate complex is 20-25 minutes, which corresponds to the previously established modes of preparation "Promix".

Thus, as a result of studying the stability and yield strength of exemplary emulsions, the optimal modes of preparation of the stabilizer and the staging of its introduction into the system have been established.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аверьянова, Е.В. Пектин. Получение и свойства. / Е.В. Аверьянова, М.Н. Школьников. – Бийск, 2016. – 42 с.
2. Батурина, В.В. Современные тенденции рынка функциональных продуктов питания / В.В. Батурина // Образование и наука без границ: социально-гуманитарные науки. – 2016. – № 3. – С. 322-323.
3. Батурина, Н.А. Современные аспекты производства функциональных пищевых продуктов с йодсодержащими добавками / Н.А. Батурина, Л.С. Большакова, В.В. Батурина // Научные записки ОрелГИЭТ. – 2019. – № 2 (30). – С. 57-62.
4. Беляев, Е.Н. Мониторинг питания и качества пищевых продуктов в системе социально- гигиенического мониторинга / Е.Н. Беляев // Вопросы питания. – 1996. – №3. – С.12-13.
5. Бессонов, В.В. Влияние свойств крахмалов на биодоступность ряда минорных биологически активных компонентов пищевых продуктов и сохранность их жирового ком-

- понента / В.В. Бессонов, О.И. Передеряев, М.Н. Богачук // Вопросы детской диетологии. – 2011. – Т. 9. – № 1. – С. 22-26.
6. Большакова, Л.С. Улучшение качества мяса за счет применения в составе кормовых добавок органических соединений йода / Л.С. Большакова, Ю.Н. Зубцов, А.В. Кузина, О.Л. Ладнова // Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования. – 2016. – № 2. – С. 111-116.
7. Жучков, А.А. Разработка и оптимизация рецептур плодоовощных соусов / А.А. Жучков, А.В. Кузина, В.И. Белова // Научные Записки ОрелГИЭТ. – 2018. – № 1 (25). – С. 64-70.
8. Заворохина, Н.В. Влияние загустителей и гелеобразователей полисахаридной структуры на сенсорное восприятие сладких блюд / Н.В. Заворохина, Е.Ю. Минниханова // Современная наука и инновации. – 2019. – № 3 (27). – С. 96-102.
9. Коденцова, В.М. Изменение обеспеченности витаминами взрослого населения Российской Федерации за период 1987-2009 гг. (К 40-летию лаборатории витаминов и минеральных веществ НИИ питания РАМН) / В.М. Коденцова, О.А. Вржесинская, В.Б. Спиричев // Вопросы питания. – 2010. – Т. 79. – № 3. – С. 68-72.
10. Кочеткова, А.А. Научно-техническое сотрудничество в области производства и использования пектина / А.А. Кочеткова, А.Ю. Колеснов // Пищевая промышленность. – 1992. – №6. – С. 19-22.
11. Ладнова, О.Л. Разработка технологии творога повышенной пищевой ценности / О.Л. Ладнова, Л.С. Большакова, Ю.Н. Зубцов, Е.В. Извекова, Е.Г. Меркулова // Вестник ОрелГИЭТ. – 2019. – № 3 (49). – С. 160-164.
12. Ладнова, О.Л. Перспективные направления расширения ассортимента мармеладных изделий / О.Л. Ладнова, Л.С. Большакова, Е.Г. Меркулова, Е.В. Клёцкина // Вестник ОрелГИЭТ. – 2017. – № 1 (39). – С. 122-127.
13. Лимарева, Н.С. Определение оптимальных параметров стерилизации пектиносодержащих напитков / Н.С. Лимарева, Л.В. Донченко, В.Н. Оробинская // Современная наука и инновации. – 2017. – № 4 (20). – С. 216-219.
14. Лунева, О.Н. Предпосылки создания пищевых продуктов функционального назначения / О.Н. Лунева, В.В. Зегелева // Научные записки ОрелГИЭТ. – 2016. – №2(14). – С. 164-167.
15. Научные основы производства эмульсионных продуктов / О.С. Восканян и др. – Москва : Дрофа, 2003. – 126 с.
16. Паронян, В.Х. Алгоритм создания эмульсионных продуктов питания / В.Х. Паронян, Н.М. Скрябина, А.А. Попов // Масложировая промышленность. – 2006. – №3. – С. 46.
17. Платонов В.Г. Рынок функциональных пищевых продуктов / В.Г. Платонов, Н.В. Чернов // Научные записки ОрелГИЭТ. – 2019. – № 2 (30). – С. 21-24.
18. Соболева, Ю.П. Прогнозирование развития продовольственного рынка России / Ю.П. Соболева, И.Г. Паршутин // Вестник ОрелГИЭТ. – 2016. – № 1 (35). – С. 126-134.
19. Фролова, Н.А. Исследование химического состава плодово-ягодного сырья Дальневосточного региона как перспективного источника пищевых и биологически активных веществ / Н.А. Фролова, И.Ю. Резниченко // Вопросы питания. – 2019. – Т.88. – №2. –С. 83-90.
20. Шелепина, Н.В. Современный рынок пектиновых веществ / Н.В. Шелепина // Вестник ОрелГИЭТ. – 2019. – № 2 (48). – С. 105-108.
21. Chhikara N., Kour R., Jaglan S., Gupta, P., Gat Y., Panghal A. Citrus medica: Nutritional, phytochemical composition and health benefits // Food and Function. – 2018. – Т. 9. – № 4. – С. 1978-1992.
22. Pasandide B., Khodaiyan F., Mousavi Z., Hosseini S.S. Pectin extraction from citron peel: optimization by Box–Behnken response surface design // Food Science and Biotechnology. – 2018. – Т. 27. – С. 997–1005. – <https://doi.org/10.1007/s10068-018-0365-6>.

23. Tangwongchai R., Lerkchaiyaphum K., Nantachai K., Rojanakorn T. Pectin extraction from Citron peel (*Citrus medica* Linn.) and its use in food system // Songklanakarin Journal of Science and Technology. – 2006. – Т. 28. – № 6. – С. 1351-1363.

24. Vitaux, J., Labayle, D., Poynard, T., Challas, J., Chaput, J.C. Comparative effects of lemon and apple pectins on oral glucose tolerance test in gastric surgery patients [Comparaison entre l'action de la pectine de citron et de la pectine de pomme sur l'hyperglycemie provoquee par voie orale chez les operes de l'estomac] // Nouvelle Presse Medicale. – 1980. – Т. 9. – № 24. – С. 1714.

REFERENCES

1. Aver'yanova, E.V. Pektin. Poluchenie i svojstva. / E.V. Aver'yanova, M.N. Shkol'nikova. – Bijsk, 2016. – 42 s.
2. Baturina, V.V. Sovremennye tendencii rynka funkcional'nyh produktov pitaniya / V.V. Baturina // Obrazovanie i nauka bez granic: social'no-gumanitarnye nauki. – 2016. – № 3. – С. 322-323.
3. Baturina, N.A. Sovremennye aspekty proizvodstva funkcional'nyh pishchevyh produktov s jodsoderzhashchimi dobavkami / N.A. Baturina, L.S. Bol'shakova, V.V. Baturina // Nauchnye zapiski OrelGIET. – 2019. – № 2 (30). – С. 57-62.
4. Belyaev, E.N. Monitoring pitaniya i kachestva pishchevyh produktov v sisteme social'no-gigienicheskogo monitoringa / E.N. Belyaev // Voprosy pitaniya. – 1996. – №3. – С.12-13.
5. Bessonov, V.V. Vliyanie svojstv krahmalov na biodostupnost' ryada minornyh biologicheski aktivnyh komponentov pishchevyh produktov i sohrannost' ih zhirovogo komponenta / V.V. Bessonov, O.I. Perederyaev, M.N. Bogachuk // Voprosy detskoj dietologii. – 2011. – Т. 9. – № 1. – С. 22-26.
6. Bol'shakova, L.S. Uluchshenie kachestva myasa za schet primeneniya v sostave kormo-vyih dobavok organicheskikh soedinenij joda / L.S. Bol'shakova, YU.N. Zubcov, A.V. Kuzina, O.L. Ladnova // Obrazovanie i nauka bez granic: fundamental'nye i prikladnye issledovaniya. – 2016. – № 2. – С. 111-116.
7. Zhuchkov, A.A. Razrabotka i optimizaciya receptur plodoovoshchnyh sousov / A.A. Zhuchkov, A.V. Kuzina, V.I. Belova // Nauchnye zapiski OrelGIET. – 2018. – № 1 (25). – С. 64-70.
8. Zavorohina, N.V. Vliyanie zagustitelej i geleobrazovatelej polisaharidnoj struktury na sensoroe vospriyatie sladkih blyud / N.V. Zavorohina, E.YU. Minnihanova // Sovremennaya nauka i innovacii. – 2019. – № 3 (27). – С. 96-102.
9. Kodencova, V.M. Izmenenie obespechennosti vitaminami vzroslogo naseleniya Rossijskoj Federacii za period 1987-2009 gg. (K 40-letiyu laboratorii vitaminov i mine-ral'nyh veshchestv NII pitaniya RAMN) / V.M. Kodencova, O.A. Vrzhesinskaya, V.B. Spirichev // Voprosy pitaniya. – 2010. – Т. 79. – № 3. – С. 68-72.
10. Kochetkova, A.A. Nauchno-tehnicheskoe sotrudnichestvo v oblasti proizvodstva i ispol'zovaniya pektina / A.A. Kochetkova, A.YU. Kolesnov // Pishchevaya promyshlennost'. – 1992. – №6. – С. 19-22.
11. Ladnova, O.L. Razrabotka tekhnologii tvoroga povyshennoj pishchevoj cennosti / O.L. Ladnova, L.S. Bol'shakova, Yu.N. Zubcov, E.V. Izvekova, E.G. Merkulova // Vestnik OrelGIET. – 2019. – № 3 (49). – С. 160-164.
12. Ladnova, O.L. Perspektivnye napravleniya rasshireniya assortimenta marmeladnyh izdelij / O.L. Ladnova, L.S. Bol'shakova, E.G. Merkulova, E.V. Klyockina // Vestnik OrelGIET. – 2017. – № 1 (39). – С. 122-127.
13. Limareva, N.S. Opredelenie optimal'nyh parametrov sterilizacii pektinosoderzhashchih napitkov / N.S. Limareva, L.V. Donchenko, V.N. Orobinskaya // Sovremennaya nauka i innovacii. – 2017. – № 4 (20). – С. 216-219.
14. Luneva, O.N. Predposylki sozdaniya pishchevyh produktov funkcional'nogo naznacheniya / O.N. Luneva, V.V. Zegeleva // Nauchnye zapiski OrelGIET. – 2016. – №2(14). – С. 164-167.

15. Nauchnye osnovy proizvodstva emul'sionnykh produktov / O.S. Voskanyan i dr. – Moskva : Drofa, 2003. – 126 s.
16. Paronyan, V.H. Algoritm sozdaniya emul'sionnykh produktov pitaniya / V.H. Paronyan, N.M. Skryabina, A.A. Popov // *Maslozhirovaya promyshlennost'*. – 2006. – №3. – S. 46.
17. Platonov V.G. Rynok funktsional'nykh pishchevykh produktov / V.G. Platonov, N.V. Chernov // *Nauchnye zapiski OrelGIET*. – 2019. – № 2 (30). – S. 21-24.
18. Soboleva, YU.P. Prognozirovanie razvitiya prodovol'stvennogo rynka Rossii / Yu.P. Soboleva, I.G. Parshutina // *Vestnik OrelGIET*. – 2016. – № 1 (35). – S. 126-134.
19. Frolova, N.A. Issledovanie himicheskogo sostava plodovo-yagodnogo syr'ya Dal'nevostochnogo regiona kak perspektivnogo istochnika pishchevykh i biologicheskii aktivnykh veshchestv / N.A. Frolova, I.Yu. Reznichenko // *Voprosy pitaniya*. – 2019. – T.88. – №2. – S. 83-90.
20. Shelepina, N.V. Sovremennyy rynek pektinovyykh veshchestv / N.V. Shelepina // *Vestnik OrelGIET*. – 2019. – № 2 (48). – S. 105-108.
21. Chhikara N., Kour R., Jaglan S., Gupta, P., Gat Y., Panghal A. Citrus medica: Nutritional, phytochemical composition and health benefits // *Food and Function*. – 2018. – T. 9. – № 4. – S. 1978-1992.
22. Pasandide B., Khodaiyan F., Mousavi Z., Hosseini S.S. Pectin extraction from citron peel: optimization by Box–Behnken response surface design // *Food Science and Biotechnology*. – 2018. – T. 27. – S. 997–1005. – <https://doi.org/10.1007/s10068-018-0365-6>.
23. Tangwongchai R., Lerkchaiyaphum K., Nantachai K., Rojanakorn T. Pectin extraction from Citron peel (*Citrus medica* Linn.) and its use in food system // *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. – 2006. – T. 28. – № 6. – S. 1351-1363.
24. Vitaux, J., Labayle, D., Poynard, T., Challas, J., Chaput, J.C. Comparative effects of lemon and apple pectins on oral glucose tolerance test in gastric surgery patients [Comparaison entre l'action de la pectine de citron et de la pectine de pomme sur l'hyperglycemie provoquee par voie orale chez les operes de l'estomac] // *Nouvelle Presse Medicale*. – 1980. – T. 9. – № 24. – S. 1714.

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Жмурина Наталья Дмитриевна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации и гигиены питания, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет экономики и торговли», РФ 302028, г. Орел, ул. Октябрьская, 12, e-mail: sagod@yandex.ru

Zhmurina Natalya Dmitrievna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Orel State University of Economics and Trade; 12 Oktyabrskaya Street, Orel 302028, Russian Federation, e-mail: sagod@yandex.ru

Сенькина Татьяна Анатольевна, кандидат технических наук, доцент кафедры туризма и гостиничного дела, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»; РФ, 302026, г. Орёл, ул. Комсомольская, д. 95, e-mail: tatina0711@yandex.ru

Senkina Tatyana Anatoljevna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Orel State University named after I.S. Turgenev; 95 Komsomolskaya Street, Orel 302026, Russian Federation, e-mail: tatina0711@yandex.ru

Кобзева Светлана Юрьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации и гигиены питания, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет экономики и торговли», РФ 302028, г. Орел, ул. Октябрьская, 12, e-mail: cv-08@mail.ru

Kobzeva Svetlana Yur'evna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Orel State University of Economics and Trade; 12 Oktyabrskaya Street, Orel 302028, Russian Federation, e-mail: cv-08@mail.ru

Шендакова Татьяна Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Техносферная безопасность», ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный

университет имени Н.В. Парахина»; РФ, 302019, г. Орел, ул. Генерала Родина, д. 69, e-mail: 78102003348@ya

Shendakova Tatyana Alekseevna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Orel State Agrarian University; 69 Generala Rodina Street, Orel 302019, Russian Federation, e-mail: 78102003348@ya

Меркулова Елена Геннадьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры технологии, организации и гигиены питания, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет экономики и торговли», РФ 302028, г. Орел, ул. Октябрьская, 12, e-mail: lenamerkuliva1972@yandex.ru

Merkulova Elena Gennadjevna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Orel State University of Economics and Trade; 12 Oktyabrskaya Street, Orel 302028, Russian Federation, e-mail: lenamerkuliva1972@yandex.ru

Ладнова Ольга Леонидовна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации и гигиены питания, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет экономики и торговли», РФ 302028, г. Орел, ул. Октябрьская, 12, e-mail: oladnova@mail.ru

Ladnova Olga Leonidovna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Orel State University of Economics and Trade; 12 Oktyabrskaya Street, Orel 302028, Russian Federation, e-mail: oladnova@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 02.12.2020

После рецензирования: 23.12.2020

Дата принятия к публикации: 03.05.2021

И.Ю. Резниченко [I. Yu. Reznichenko],
Т.В. Рензяева [T. V. Renzyaeva],
Э Курбанбек кызы [E. Kurbanbek kyzy],
Н. М. Абытова [N. M. Abytova],
А. О. Рензяев [A. O. Renzyaev]

УДК:664.68

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.18

К ВОПРОСУ О КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПРОИЗВОДСТВА КЫРГЫСТАНА

ON THE ISSUE OF COMPETITIVENESS OF FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS PRODUCED IN KYRGYZSTAN

**ФГБОУ ВО Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия, e-mail: e-mail:
uk_kemsu@mail.ru /Kemerovo State University, e-mail: uk_kemsu@mail.ru**

Аннотация

Представлены результаты анализа качества мучных кондитерских изделий, реализуемых на потребительском рынке Киргизии. Выявлены некоторые несоответствия требованиям действующих нормативных документов. Полученные результаты могут быть полезны производителям для формирования маркировки продукции в соответствии с потребительским спросом на информацию о товаре и регламентированными требованиями технического регламента таможенного союза, практикующим работникам торговли при формировании ассортимента торговой организации.

Ключевые слова: печенье сдобное, потребительские свойства, качественные характеристики, маркировка, органолептические, физико-химические показатели.

Abstract. *The results of the analysis of the quality of flour confectionery products sold in the consumer market of Kyrgyzstan are presented. Some inconsistencies with the requirements of the current regulatory documents were revealed. The results obtained can be useful to manufacturers for the formation of product labeling in accordance with consumer demand for information about the product and the regulated requirements of the technical regulations of the customs union, for practicing trade workers in the formation of the assortment of a trade organization.*

Key words: butter biscuits, consumer properties, quality characteristics, labeling, organoleptic, physicochemical indicators.

Введение

Потребительский рынок мучных кондитерских изделий на протяжении последних пяти лет характеризуется снижением объемов импорта, это характерно не только для рынка Киргизии, но и Российской Федерации. При этом экспорт в денежном выражении за этот же период набирает рост. Более двух третей поставок печенья в РФ приходится на шесть стран (рис.1) [1].

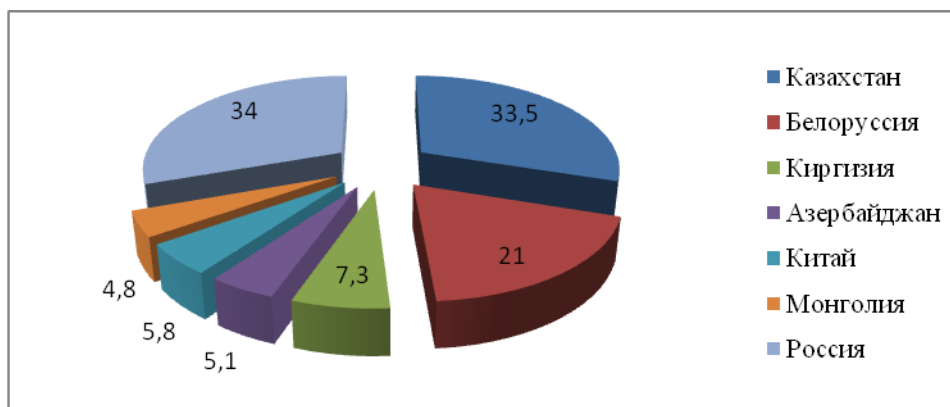


Рис. 1. Импорт печенья в РФ

Как видно из приведенных данных, на долю экспорта печенья из Киргизии приходится более 7%. При этом внутренний рынок мучных кондитерских изделий Киргизии заполнен дешевой импортной кондитерской продукцией, что тормозит развитие отечественных производителей [2]. По данным Национального статистического комитета Кыргызской Республики, всего на территории республики действуют 19 юридических лиц и 304 индивидуальных предпринимателей по производству сухарей, печенья, кондитерских изделий из сахара [2]. Крупные кондитерские предприятия республики вырабатывают до 60% всего объема внутреннего рынка потребления кондитерских изделий, существует возможность расширения ассортимента и увеличения объемов производства.

В программе развития пищевой и перерабатывающей промышленности Кыргызской Республики на 2016-2021 годы, разработанной Министерством сельского хозяйства, пищевой промышленности и мелиорации, отмечены основные проблемы отрасли: большой объем импорта кондитерских изделий; высокая цена на сахар; низкая конкурентоспособность отечественной кондитерской продукции. Киргизия вступила в Таможенный союз в мае 2015 года одновременно с вступлением в ЕАЭС и этот факт, казалось бы, положительно скажется на увеличении доли экспортируемой продукции, но отмеченная проблема кондитерской отрасли - низкая конкурентоспособность продукции, оказывает на это определенное влияние. В этой связи существует потребность исследования значимых причин низкой конкурентоспособности мучных кондитерских изделий, произведенных в Киргизии, на рынке стран ЕАЭС.

Цель данной работы заключалась в сравнительной оценке качества сдобного печенья различных производителей, реализуемого на потребительском рынке города Ош. В задачи исследования входили: анализ маркировки и упаковки образцов печенья сдобного, как потребительских критериев качества; оценка органолептических показателей с помощью балловой шкалы; анализ физико-химических показателей качества.

Объектами исследования являлись образцы сдобного печенья известных производителей Киргизии, реализуемого на потребительском рынке г. Ош. Характеристика объектов исследования приведена в табл.1

Таблица 1 - Характеристика объектов исследования

№ образца	Наименование образца печенья	Состав образца печенья	Производитель
1	«Звезда»	Мука хлебопекарная высшего сорта, сахар, йогурт, маргарин, сода пищевая, ванилин	ОсОО «Форвард» Кыргызстан, г. Бишкек, Победы пр. 139
2	«Кунжут»	Мука высшего сорта, яйцо куриное, растительный маргарин, сахар, соль, кунжут	ОсОО «Презент» Кыргызстан, Аламуд. р-н, с. Лебединовка, уч. МТФ-1
3	«Ромашка»	Мука высшего сорта, яйцо, растительный маргарин, сахар, семечки, кунжут	ОсОО «Презент» Кыргызстан, Аламуд. р-н, с. Лебединовка, уч. МТФ-1

4	«Ушки с сахаром»	Мука хлебопекарная высшего сорта, вода питьевая, сахар белый кристаллический, маргарин, соль, дрожжи, яйца куриные	ОсОО «АЗО ЭЛИТА» Республика Кыргызстан г. Бишкек
---	------------------	--	--

Методы исследований. При выполнении исследований использовали общепринятые методы оценки показателей качества печенья согласно требований ГОСТ 24901-2014 «Печенье. Общие технические условия». Определение органолептических показателей проводили по ГОСТ 5897. Вкус и запах, цвет, форму, состояние поверхности, вид в изломе определяли при температуре $(18 \pm 5)^\circ\text{C}$ в условиях лаборатории кафедры управления качеством КемГУ. Для построения профилограмм применяли результаты дегустационной оценки по балловой шкале [3, 4]. Долю ломаных изделий, изделий с односторонним надрывом и деформированных определяли весовым методом. Определение влаги проводили по ГОСТ 5900, щелочности – по ГОСТ 5898, определение соответствия массы нетто - по ГОСТ 5897-90 «Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей», намокаемости – по ГОСТ 10114, определение массовой доли сахара – по ГОСТ 5903. Анализ маркировки проводили на соответствие требованиям ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки». Исследования проводили в трехкратной повторности. Полученные данные обрабатывали статистическими методами с помощью прикладных программ Statistic 13.

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам оценки состояния упаковки выявилось соответствие упаковки требованиям нормативных документов. Упаковка всех образцов представляет собой картонную коробку с прозрачным окном, внутри выстланную пергаментной бумагой. Упаковка чистая, недеформированная, без посторонних запахов. Достоинством упаковки является прочность, наличие прозрачного окна, через которое можно видеть изделия. В целом упаковка соответствует требованиям ГОСТ 24901 и ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки».

Известно, что информация, указанная при маркировке пищевого продукта, в первую очередь влияет на потребительский выбор и на конкурентоспособность продукции [5-7]. Маркировка упакованной пищевой продукции должна содержать следующие обязательные сведения, предусмотренные ТР ТС 022/2011: наименование пищевой продукции; состав; количество пищевой продукции; дату изготовления; срок годности; условия хранения; наименование и место нахождения изготовителя пищевой продукции; нормативный документ, содержащий требования к качеству и безопасности; рекомендации и/или ограничения по использованию (об этом можно добавить); показатели пищевой ценности; сведения о наличии в продукции компонентов, полученных с применением генно-модифицированных организмов (ГМО); единый знак обращения продукции на рынке государств – членов Евразийского экономического союза (Таможенного союза).

Анализ потребительской маркировки печенья показал, что для образцов №1, 4 указаны все обязательные сведения о товаре, предусмотренные ТР ТС 022/2011: пищевая ценность, количество продукции, сроки хранения (до 3 месяцев при температуре $+20^\circ\text{C}$ и до 5 месяцев при $+18^\circ\text{C}$), условия хранения, единый знак обращения продукции. Маркировка образцов №2, 3 не содержит сведения о пищевой ценности и условиях хранения продукции, остальные сведения указаны.

Таким образом, вынесенная на этикетку информация полная, доступная и соответствует требованиям ТР ТС 022/2011 у образцов № 1 и 4, тогда как у образцов №2, 3 информация не достаточная и требует доработки в соответствии с регламентом ТР ТС 022/2011. С учетом вхождения Киргизии в состав Таможенного союза, соблюдение единых требований регламента к маркировке пищевых продуктов является необходимым условием при экспорте продукции.

Для повышения конкурентоспособности и рекламы печенья на рынках стран ЕАЭС, целесообразно расширить перечень информации, указываемой при маркировке в соответствии с ТР ТС 022/2011. Для потребителя значимой является информация относительно ре-

комендаций или ограничений по использованию, в том числе суточной нормы потребления; сведений о наличии в продукции компонентов, полученных с применением генно-модифицированных организмов (ГМО); присутствию веществ или продуктов, которые могут способствовать возникновению аллергических реакций или противопоказаны при отдельных видах заболеваний, которые должны приводиться в составе пищевого продукта независимо от их количества; информация об отличительных признаках продукции, в том числе сведения относящиеся к содержанию белков, жиров, сахаров, витаминов и минеральных веществ, а также к энергетической ценности, обозначенные словами: «отсутствует» или «без», «низкая» или «с низким содержанием», «высокая» или «с высоким содержанием», «источник». При этом заявления об особых свойствах пищевых продуктов при маркировке должны быть подтверждены доказательственными материалами, представленными производителями, что может немного увеличить себестоимость продукции. Однако, это позволит расширить круг потребителей за счет привлечения тех, для кого данная информация является значимой.

Результаты оценки соответствия массы нетто образцов приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Характеристика массы нетто образцов печенья

№ образца	Наименование образца	Заявленная масса нетто, г	Фактическая масса, г	Отклонение, %
1	Печенье «Звезда»	1000	1001,5	+0,15
2	Печенье «Кунжут»	900	901,2	+0,12
3	Печенье «Ромашка»	570	569,3	- 0,1
4	Печенье «Ушки с сахаром»	400	400,8	+0,2

Соответствие массы упаковки имеет значение для потребителя и является важным критерием выбора. Превышение допустимых отрицательных отклонений массы нетто у образцов не обнаружено.

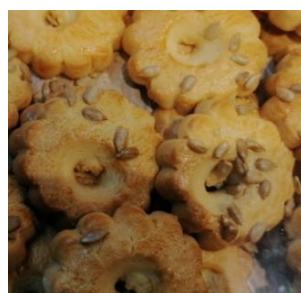
Органолептические показатели являются во многом определяющими, обуславливающими предпочтения потребителями того или иного наименования печенья. Внешний вид образцов печенья представлен на рис. 1.



Звезда



Кунжут



Ромашка



Ушки с сахаром

Рис. 1. Внешний вид образцов печенья

У образца №4 количество лома составило 2,6%. Внешний вид образцов представлен на рис. 1. Оценка органолептических показателей выявила, что у образца №1 форма правильная, в виде звезды, на некоторых изделиях обнаружены вмятины на краях, также имеются подгорелые края, количество лома составило 1,4% к массе печенья, что является допустимым (согласно ГОСТ 24901 - не более 3%). У образца №2 отклонений во внешнем виде не выявлено, количество лома составило 0,7%. Образец №3 характеризовался неравномерной отделкой поверхности, имелись изделия с надломами, количество лома составило 1,2 %.

Также оценивались такие органолептические показатели печенья, как цвет, вкус и запах, вид в изломе, предусмотренные ГОСТ 24901. Образцы печенья имели равномерный цвет с более темной окраской краев. Вид в изломе образцов №1,3,4 характеризовался пропеченной, равномерной пористой структурой. В образце №2 вид в изломе имел незначитель-

ные пустоты и следы непомеса, что допускается требованиями ГОСТ 24901. Вкус и запах всех образцов были выраженными, свойственными печенью, без посторонних привкусов и запахов. Таким образом, только образец № 2 имел незначительные дефекты органолептических показателей.

Дополнительно проведена балловая оценка образцов изделий, согласно которой каждый органолептический показатель оценивался максимально пятью баллами. По результатам дегустационной оценки построена профилограмма, представленная на рис. 2.

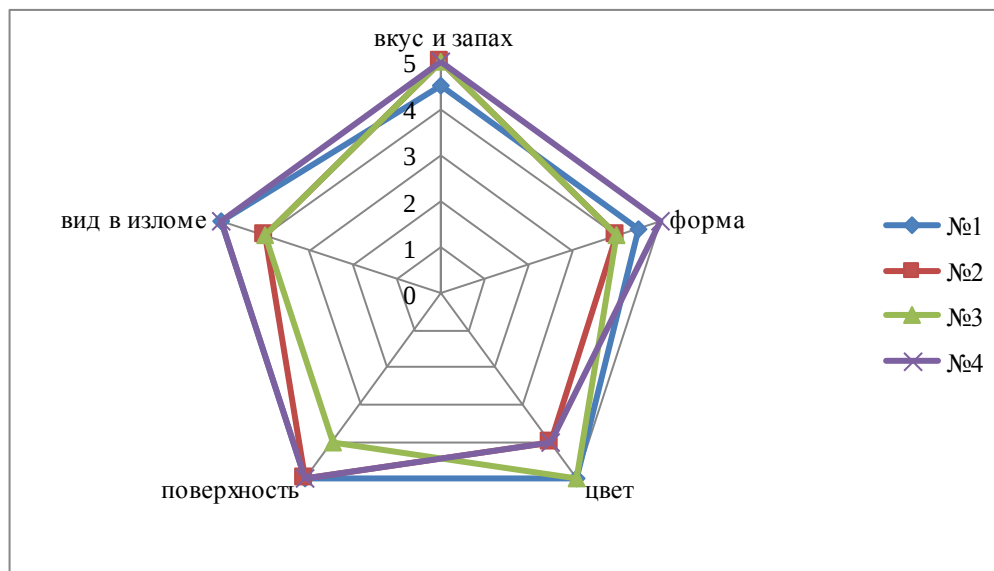


Рис. 2. Профилограмма органолептических показателей качества печенья

Результаты дегустационной оценки показали, что образцы №1, 4 в сумме набрали по 24 балла и оцениваются категорией качества «отлично», образцы № 2,3 в сумме набрали по 22 балла и оцениваются категорией «хорошо», т.к. имеют незначительные недостатки по показателям состояние поверхности и внешний вид.

Результаты оценки физико-химических показателей качества образцов печенья приведены в таблице 2.

Таблица 3 - Характеристика физико-химических показателей качества образцов печенья

Наименование показателя	Норма по ГОСТ 24901-2014	Фактические значения для образцов			
		№1	№2	№3	№4
Массовая доля влаги, %	не более 16	10±0,1	12,4±0,1	11,6±0,1	9±0,1
Щелочность, град	не более 2,0	1,1±0,2	1,04±0,2	1,08±0,2	1,0±0,2
Намокаемость, %	не менее 150	162±1,0	157±1,0	160±1,0	175±1,0
Массовая доля общего сахара (по сахарозе), %	не более 45	33,2±0,2	30,2±0,2	38,8±0,2	35,4±0,2

Полученные данные свидетельствуют о соответствии показателей массовой доли влаги, общего сахара, щелочности и намокаемости исследуемых образцов печенья требованиям стандарта.

Заключение.

С целью повышения качества и конкурентоспособности продукции, расширения рынков сбыта мучных кондитерских изделий, вырабатываемых в Киргизии производителям целесообразно повысить информативность маркировки продукции в соответствии с требова-

ниями ТР ТС 022/2011. Указание значимой для потребителя информации: относительно рекомендаций или ограничений по использованию, в том числе суточной нормы потребления; сведений о наличии в продукции компонентов, полученных с применением генно-модифицированных организмов (ГМО); присутствию веществ или продуктов, которые могут способствовать возникновению аллергических реакций или противопоказаны при отдельных видах заболеваний, которые должны приводиться в составе пищевого продукта независимо от их количества; об отличительных признаках продукции, в том числе сведения относящиеся к содержанию белков, жиров, сахаров, витаминов и минеральных веществ, а также к энергетической ценности. При этом заявления об особых свойствах пищевых продуктов при маркировке должны быть подтверждены доказательственными материалами, представленными производителями, что может немного увеличить себестоимость продукции, однако это позволит расширить круг потребителей за счет привлечения тех, для кого данная информация является значимой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рынок кондитерских изделий [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.foodmarket.spb.ru/current.php?article=2607>. Дата обращения 1.03.2021
2. Киргизия: Внутренний рынок заполнен более дешевой импортной кондитерской продукцией – Минсельхоз. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://sugar.ru/node/16071>.- Дата обращения 1.03.2021
3. Рензяева, Т.В. Экспертиза мучных кондитерских изделий. Качество и безопасность. / Т.В. Рензяева, И.Ю. Резниченко, Т.В. Савенкова, В.М. Позняковский — М.: ИНФРА-М, 2015. — 274с
4. Плаксина, М.М. Дескрипторно-профильный анализ печенья/Плаксина М.М., Резниченко И.Ю.// Сборник тезисов VIII Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Под общей редакцией А. Ю. Просекова. 2020.- с. 318-320
5. Резниченко, И.Ю. Правильная этикетка - залог успешных продаж/И.Ю. Резниченко, О.Ю.Тихонова, И.Л. Сельская//Пищевая промышленность. -2019. - № 7. - С. 19-24.
6. Тихонова, О.Ю. Оценка качества и конкурентоспособности маркировки пищевой продукции. Термины и определения/О.Ю.Тихонова //Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2016. - № 5 (40). - С. 81-85.
- 7.Резниченко, И.Ю. Влияние маркировки на конкурентоспособность товара/Резниченко И.Ю., Хохлова Н.В., Торошина Т.А., Тихонова О.Ю., Сельская И.Л.//Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. - 2016.- № 2 (37).- С. 113-119.

REFERENCES

1. The confectionery market [Electronic resource] .- Access mode: <http://www.foodmarket.spb.ru/current.php?article=2607>. Date of treatment 1.03.2021
2. Kyrgyzstan: The domestic market is filled with cheaper imported confectionery products - Ministry of Agriculture. [Electronic resource] - Access mode: <http://sugar.ru/node/16071>.- Date of treatment 1.03.2021
3. Renzyaeva, T.V. Examination of flour confectionery products. Quality and safety. / T.V. Renzyaeva, I. Yu. Reznichenko, T.V. Savenkova, V.M. Poznyakovsky - M.: INFRA-M, 2015. — 274p.
4. Plaksina, M.M. Descriptor-profile analysis of cookies / Plaksina M.M., Reznichenko I.Yu. // Collection of abstracts of the VIII International scientific conference of students, graduate students and young scientists. Edited by A. Yu. Prosekov. 2020.- p. 318-320
5. Reznichenko, I.Yu. The correct label is the key to successful sales / I.Yu. Reznichenko, O. Yu. Tikhonova, I.L. Rural // Food industry. -2019. - No. 7. - P. 19-24.

6. Tikhonova, O. Yu. Assessment of the quality and competitiveness of food labeling. Terms and definitions / O.Yu. Tikhonova // Technology and commodity science of innovative food products. 2016. - No. 5 (40). - P. 81-85.

7 Reznichenko, I. Yu. The influence of labeling on the competitiveness of goods / Reznichenko I.Yu., Khokhlova N.V., Toroshina T.A., Tikhonova O.Yu., Selskaya I.L.// Technology and commodity science of innovative food products. - 2016.- No. 2 (37) .- P. 113-119.

ОБ АВТОРАХ

Резниченко Ирина Юрьевна, доктор технических наук, Профессор, Зав. кафедрой «Управление качеством», ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 89039429322, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7486-4704>

Irina Yu.Reznichenko, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head of the Department of Quality Management Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone :+7 (3842)39-68-54, e-mail: uk_kemsu@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7486-4704>

Рензяева Тамара Владимировна, Доктор технических наук, профессор, Профессор кафедры «Технология продуктов питания из растительного сырья», Кемеровский государственный университет, 8-903-946-24-21, e-mail:ren-tamara@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5451-1154>

Renzyaeva Tamara Vladimirovna

Doctor of Technical Sciences Professor Professor of the Department "Technology of food products from plant materials", Kemerovo State University, 8-903-946-24-21, e-mail: ren-tamara@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5451-1154>

Рензяев Антон Олегович, кандидат технических наук, Ст. преподаватель кафедры «Машины и аппараты технологических систем» Кемеровский государственный университет, 8-903-993-71-56, e-mail:anton-ren@mail.ru

Renzyaev Anton Olegovich, candidate of technical sciences, seniorteacheroftheDepartment "Machines and Appliances of Technological Systems", Kemerovo State University, 8-903-993-71-56, e-mail: anton-ren@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7032-7840>

Абытова Нуриса Мамасадыковна, студент кафедры «Управление качеством», Кемеровский государственный университет, 8 950 587 0376, e-mail: elnurakurbanbekova20@gmail.com

Abytova Nuris Mamasadykovna Student of the Department of Quality Management, Kemerovo State University, 8 950 587 0376, e-mail: elnurakurbanbekova20@gmail.com

Курбанбек кызы Эльнура, обучающаяся кафедры «Управление качеством», Кемеровский государственный университет, 8-950-587-0514, e-mail: elnurakurbanbekova20@gmail.com

Kurbanbek kyzy Elnura, Student of the Department of Quality Management, Kemerovo State University, 8-950-587-054, e-mail: elnurakurbanbekova20@gmail.com

Дата поступления в редакцию:02.04.2021

После рецензирования:23.05.2021

Дата принятия к публикации:03.06.2021

А.А. Чахирова [A.A. Chakhirova]¹,
Е.В. Ковтун [E.V. Kovtun]¹,
Л.П. Лежнева [L.P. Lezhneva]¹,
М.В. Ковтун [M.V. Kovtun]²,
М.А. Огай [M.A. Ogai]¹

УДК 664+663.814

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.19

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ СПОСОБОВ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ

STUDY OF THE POSSIBILITY OF USING ULTRASOUND TO INTENSIFY EXTRACTION METHODS

¹Пятигорский медико-фармацевтический институт (филиал) Волгоградского медицинского университета, e-mail: annachakhirova@gmail.com.

²«Московский институт радиотехники электроники и автоматики - Российский технологический университет, e-mail: imia10@gmail.com

Аннотация. Настоящее исследование посвящено изучению возможности воздействия ультразвука на лекарственное растительное сырье, с целью интенсификации экстрагирования.

Материалы, методы, результаты, обсуждения

Изучено влияние ультразвука на скорость массообмена и количество извлекаемых биологически активных веществ. Объектом нашего исследования является трава бархатцев распростертых, фитокомплекс которой представлен ценными биологически активными веществами, а именно флавоноидами, каротиноидами, терпенами, кумаринами и полисахаридами. Использование ультразвука значительно эффективнее в сравнении с перемешиванием, а так же применением высоких температур и давлений. С помощью УЗ можно извлечь практически любые вещества из растительного сырья.

Заключение

Доказано, что применение ультразвуковых колебаний высокой интенсивности позволяет значительно сократить время экстрагирования, количество экстрагента, при этом увеличивая выход группы действующих веществ.

Ключевые слова: ультразвуковая экстракция, флавоноиды, жидкий экстракт, трава бархатцев.

Abstract

This research is devoted to the study of the possibility of ultrasound impact on medicinal plant raw materials in order to intensify the extraction.

Materials, methods, results, discussions

The effect of ultrasound on the rate of mass transfer and the amount of extracted biologically active substances has been studied. The object of our research is the herb of marigolds prostrate, the phytocomplex of which is represented by valuable biologically active substances, namely flavonoids, carotenoids, terpenes, coumarins and polysaccharides. The use of ultrasound is much more effective in comparison with stirring, as well as the use of high temperatures and pressures. With the help of ultrasound, almost any substance can be extracted from plant materials.

Conclusion

It has been proven that the use of high-intensity ultrasonic vibrations can significantly reduce the extraction time, the amount of extractant, while increasing the output of a group of active substances.

Key words: ultrasonic extraction, flavonoids, liquid extract, marigold herb.

Introduction. One of the modern problems arising in the processing of plant raw materials is the intensification of the processes of extracting groups of biologically active substances to increase productivity and yield of a useful product. last years. One of the promising sources of biologically active substances is the herb of marigolds, the phytocomplex of which contains valuable biologically active substances: flavonoids, carotenoids, terpenes, coumarins, polysaccharides [1,2]. In addition, this plant is very widespread and easy to cultivate. In this regard, it was of interest to study the possibility of using the herb of marigolds common for the production of a phytopreparation - a liquid extract. Studies carried out in recent years indicate that the technology of intensive extraction of biologically active substances is one of the priority directions for the development of food, pharmaceutical, perfumery and other industries [3-5]. The most promising technology, in this case, seems to be the use of high-intensity ultrasonic vibrations, accelerating mass transfer processes, increasing the yield of the resulting products and increasing their quality indicators with a decrease in the amount of extractant used [6-9].

Materials, methods, results and discussions

Our studies have shown that 70% ethyl alcohol allows you to extract the bulk of the amount of flavonoids, which mainly determine the pharmacological action of the marigold herb. To implement and predict the effectiveness of equilibrium extraction methods and the quality of the drug, it is necessary to have information on the commodity and technological indicators of the quality of medicinal raw materials, on the conditions of extraction, on the nature of the extractant. The technological indicators are made up of the absorption coefficient (AbC), the internal juice formation coefficient (C), the volume increase coefficient when dissolving extractives (Z), the content of extractives (X), the density of the solvent (a mixture of water extracted from the raw material and the extractant) (Ds).

On the basis of the experimentally obtained data, we have determined the following indicators of the quality of raw materials: AbC = 3.0; X = 1.7; C = 3.05; Z = 0.13; Ds = 61.67.

The obtained information made it possible to proceed to the next stages of the study: the search for optimal extraction conditions in the development of quality standards for the drug [10, 11].

The efficiency of the extraction method is an important technological indicator and makes it possible to judge the degree of production excellence. The theoretically calculated extraction efficiency gives an idea of the maximum possible depletion of the raw material.

The results of calculating the degree of depletion of marigold grass, depending on the number of diffusers in the battery, with a known distribution coefficient of substances, are presented in Table 1.

Table 1 – Dependence of the efficiency of extraction from marigold herb on an increase in the number of diffusers (n)

	Depletion of raw materials depending on the number of diffusers n=3 - 8					
The number of diffusers in the battery, pcs.	3	4	5	6	7	8
Extraction efficiency,%	54,3	61,4	66,27	70,2	73,59	76,49

The calculation results are shown graphically.

Analysis of the table and the presented graph shows that with an increase in the number of diffusers in the battery in the production of marigold herb extract, the degree of depletion of raw materials also increases.

The efficiency of extraction increases most intensively with an increase in the number of diffusers in the battery from 3 to 5, with an average efficiency gain of 5.95%. A further increase in the number of diffusers does not give a significant increase in the extraction efficiency, the numerical value of which is 3.4%. The extract obtained by the percolation method met all the requirements for quality assessment.

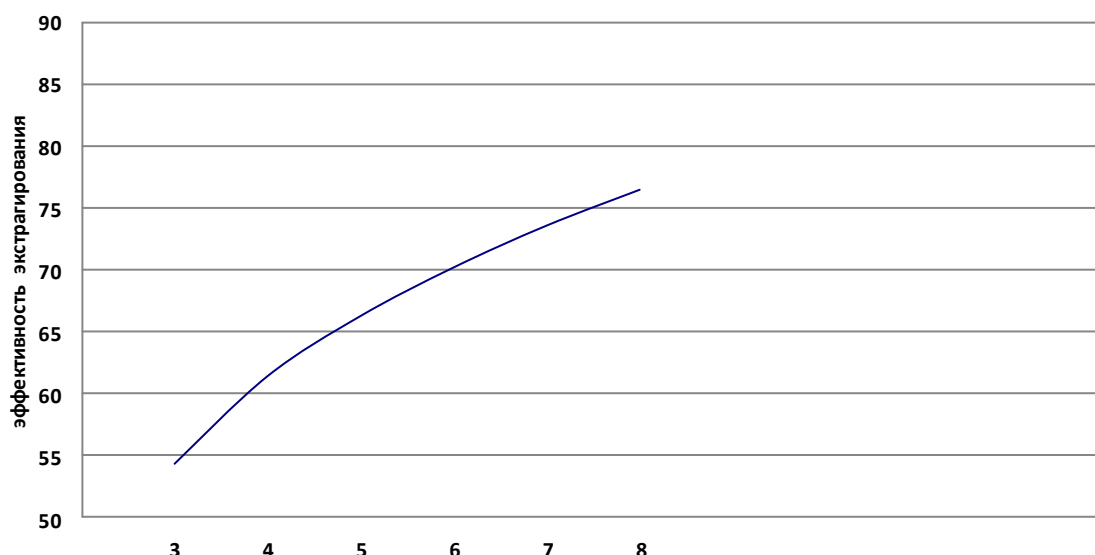


Fig. 1. Graphic representation of the dependence of the extraction efficiency on the number of diffusers

However, an increase in the number of diffusers leads to a significant increase in the volume of the extractant, which is not very economically viable. In addition, when the number of diffusers is 5, the working period for obtaining a liquid extract is 10 days. Further research was aimed at intensifying the extraction process.

Ultrasonic waves have a frequency higher than $2 \cdot 10^4$ Hz. Ultrasound is used in many industrial processes, including pharmaceutical practice, and its use does not lead to negative residual effects. The use of ultrasound is much more effective in comparison with the use of high temperatures and pressures, as well as stirring. The use of ultrasound not only increases the speed of the process, but also provides an increase in the yield of the target product, in comparison with other methods of extraction, [12-14]. There are several key positions accompanying the intensification of the ultrasonic extraction process: first of all, this is a decrease in the duration of the penetration of solvents into solids and the acceleration of the appearance of microcracks [11]. Under the influence of ultrasonic vibrations, an intensive decomposition of elements of plant material takes place, which leads to an increase in the intensity of extraction and contributes to the possibility of increasing the content of extractive substances in the solution. The herb of marigolds in an amount of 500 g was poured into a NO-230.00P ultrasonic extractor, 3 liters of 70% ethyl alcohol were poured in, and thoroughly mixed with a stationary mixer to remove air. The lid of the extractor was closed, and extraction was performed by cooling the system with cold water supplied to the casing of the apparatus. After 10 min, 10 ml samples were taken. Thus, the extraction lasted up to 120 minutes. Were obtained 12 samples with a volume of 10 ml.

The measurements were carried out on an SF-2000 spectrophotometer. As a result, according to the results of the analysis, the optimal extraction time was found - 90 min [10,15,16].

Further, the optical density of the extract samples obtained in the course of ultrasonic extraction was studied by UV spectrometry on a spectrophotometer (Ekros PE-5400UF, RF), determining the amount of flavonoids in terms of rutin. The results of the determination are given in tab. 2.

Table 2 – The content of the sum of flavonoids in terms of rutin in marigolds spreading herbs extract liquid (1: 2)

№	The amount of flavonoids,% (repercolation method)	The amount of flavonoids,% (USE method)	Metrological characteristics
1.	3,3	3,5	S=0,158; S _x =0,07 Δx=0,18 ε=1,6% x±Δx=3,1±0,18%
2.	3,1	3,0	
3.	3,2	3,1	
4.	2,9	3,2	
5.	3,0	3,1	
	X=3,10	X=3,18	

Thus, it was found that the content of flavonoids in the liquid extract of marigold herb in terms of rutin obtained by different methods is 3.1-3.18%.

Conclusions: a liquid extract of marigolds herb was obtained using the traditional method and using high-frequency ultrasonic vibrations. The use of modern methods for optimizing the extraction of medicinal plant materials can significantly reduce the extraction time from 10 days to 90 minutes, reducing the amount of extractant, while maintaining the entire complex of active substances.

ЛИТЕРАТУРА

1. Изучение химического состава и влияния экстракта из цветков бархатцев распростертых на про/антиоксидантное равновесие в желудке крыс при вольтареновой гастропатии [Электронный ресурс] / О.И. Папаяни [и др.] // Современные проблемы науки и образования. - 2012. - №1. - Режим доступа: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=5618>.
2. Кащенко, Н.И. Фенольные соединения и полисахариды соцветий *Tagetes patula* / Н.И. Кащенко, Л.М. Танхаева, Д.Н. Оленников // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья: материалы V Всерос. конф. с междунар. участием. - Барнаул, 2012. - С. 262-263
3. Разработка и исследование фитоэкстрактов, содержащих флавоноиды / М. А. Огай, Е. В. Ковтун, А. А. Чахирова [и др.] // Научный результат. Медицина и фармация. – 2018. – Т. 4. – № 2. – С. 90-103. – DOI 10.18413/2313-8955-2018-4-2-0-10.
4. Бубенчикова, В.Н. Разработка методов анализа растительного сырья, содержащего флавоноиды / В.Н. Бубенчикова, Т.В. Точкова // Состояние и перспективы развития фармации в Сибири и на Дальнем Востоке: тез. докл. науч.-практ. конф. - Томск, 1991. - С. 117-118.
5. Разработка и исследование фитоэкстрактов, содержащих флавоноиды. Огай М.А., Ковтун Е.В., Чахирова А.А., Саморядова А.Б., Богатырева З.Н.// Научный результат. Медицина и фармация. 2018. Т. 4. № 2. С. 90-103.
6. Природные флавоноиды / Д.Ю. Корулькин [и др.]. - Новосибирск: Гео, 2007. - 232 с.
7. Белякова А.Ю., Погребняк А.В., Погребняк Л.В. Физико-химические и биологические свойства компонентов внешней коры берёзы. Современные проблемы науки и образования. 2015; №2: 498.
8. Жарова Е.Я. Применение ультразвука при кристаллизации глюкозы (обзор). М.: Центр НИИИ и ТЭИ пищ. пр-сти. 1974; 32. [Zharova E. Ya. Application of ultrasound in

the crystallization of glucose (review). USSR, Moskow: Center NII and TEI of food industry. 1974; 32 (In Russ.).

9. Новицкий Б.Г. Применение акустических колебаний в химико-технологических процессах. Москва: Химия, 1983. [Novitsky BG Application of acoustic oscillations in chemical-technological processes. Moscow: Chemistry, 1983. (In Russ.).]

10. Саморядова, А.Б. Ковтун Е.В. Разработка технологии и нормирования качества жидкого экстракта Софоры желтеющей корней (*Sophorae flavescens*) с рациональным использованием сырья / А.Б. Саморядова, Е.В. Ковтун // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т.16. № 1-3 С. 821-824.

11. Казуб, В.Т. Экспериментальное исследование режимов экстрагирования / В. Т. Казуб, А. Г. Кошкарлова, С. П. Рудобашта // Современная наука и инновации. – 2017. – № 3(19). – С. 122-127.

12. Гинстлинг А.М. Ультразвук в процессах химической технологии. / А.М. Гинстлинг, А.А. Барам – Ленинград: ГОСХИМИЗДАТ, 1960. [(In Russ.).]

13. Гершал Д. А., Фридман В. М. Ультразвуковая аппаратура. Москва: Энергия, 1967. [Gershal DA, Fridman VM Ultrasonic equipment. Moscow: Energy, 1967. (In Russ.).]

14. Казуб, В.Т. Определение скорости продвижения фронта экстрагента в растительный материал при его набухании / В.Т. Казуб, А.Г. Кошкарлова // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2014. – Т. 20. – № 4. – С. 773-779.

15. Локарев, А.В. Изучение флавоноидного состава фитоэкстрактов / А.В. Локарев, А.Я. Самуйленко, М.А. Огай [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2020. – № 1. – С. 97-104.

16. ВЭЖХ в исследовании флавоноидов. Определение рутина / В.И. Дейнека [и др.] // Хим.-фармац. журн. - 2004. - Т. 38, №4. - С. 23-25.

REFERENCES

1. Izuchenie himicheskogo sostava i vliyaniya ekstrakta iz cvetkov barhatcev rasprostertyh na pro/antioksidantnoe ravновесие v zheludke kryс pri vol'tarenovoy gastropatii [Elektronnyy resurs] / O.I. Papayani [i dr.] // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. - 2012. - №1. - Rezhim dostupa: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=5618>.

2. Kashchenko, N.I. Fenol'nye soedineniya i polisaharidy socvetij Tagetes patula / N.I. Kashchenko, L.M. Tanhaeva, D.N. Olennikov // Novye dostizheniya v himii i himicheskoy tekhnologii rastitel'nogo syr'ya: materialy V Vseros. konf. s mezhdunar. uchastiem. - Barnaul, 2012. - S. 262-263

3. Razrabotka i issledovanie fitoekstraktov, sodержashchih flavonoidy / M. A. Ogaj, E. V. Kovtun, A. A. CHahirova [i dr.] // Nauchnyj rezul'tat. Medicina i farmaciya. – 2018. – Т. 4. – № 2. – S. 90-103. – DOI 10.18413/2313-8955-2018-4-2-0-10.

4. Bubenchikova, V.N. Razrabotka metodov analiza rastitel'nogo syr'ya, sodержashchego flavonoidy / V.N. Bubenchikova, T.V. Tochкова // Sostoyanie i perspektivy razvitiya farmacii v Sibiri i na Dal'nem Vostoke: tez. dokl. nauch.-prakt. konf. - Tomsk, 1991. - S. 117-118.

5. Razrabotka i issledovanie fitoekstraktov, sodержashchih flavonoidy. Ogaj M.A., Kovtun E.V., CHahirova A.A., Samoryadova A.B., Bogatyreva Z.N.// Nauchnyj rezul'tat. Medicina i farmaciya. 2018. Т. 4. № 2. S. 90-103.

6. Prirodnye flavonoidy / D.YU. Korul'kin [i dr.]. - Novosibirsk: Geo, 2007. -232 s.

7. Belyakova A.YU., Pogrebnyak A.V., Pogrebnyak L.V. Fiziko-himicheskie i biologicheskie svoystva komponentov vneshnej kory beryozy. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. 2015; №2: 498.

8. ZHarova E.YA. Primenenie ul'trazvuka pri kristallizacii glyukozy (obzor). M.: Centr NIII i TEI pishch. pr-sti. 1974; 32. [Zharova E. Ya. Application of ultrasound in the crystallization of glucose (review). USSR, Moskow: Center NII and TEI of food industry. 1974; 32 (In Russ.).]

9. Novickij B.G. Primenenie akusticheskikh kolebanij v himiko-tehnologicheskikh processah. Moskva: Himiya, 1983. [Novitsky BG Application of acoustic os-cillations in chemical-technological processes. Moscow: Chemistry, 1983. (In Russ.)].
10. Samoryadova, A.B. Kovtun E.V. Razrabotka tekhnologii i normirovaniya kachestva zhidkogo ekstrakta Sofory zhelteyushchej kornej (*Sophorae flavescens*) s racional'nyim ispol'zovaniem syr'ya / A.B. Samoryadova, E.V. Kovtun // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. 2014. T.16. № 1-3 S. 821-824.
11. Kazub, V.T. Eksperimental'noe issledovanie rezhimov ekstragirovaniya / V. T. Kazub, A. G. Koshkarova, S. P. Rudobashta // Sovremennaya nauka i innovacii. – 2017. – № 3(19). – S. 122-127.
12. Ginstling A.M. Ul'trazvuk v processah himicheskoy tekhnologii. / A.M. Ginstling, A.A. Baram – Leningrad: GOSKHIMIZDAT, 1960. [(In Russ.)].
13. Gershal D. A., Fridman V. M. Ul'trazvukovaya apparatura. Moskva: Energiya, 1967. [Gershal DA, Fridman VM Ultrasonic equipment. Moscow: Energy, 1967. (In Russ.)].
14. Kazub, V.T. Opredelenie skorosti prodvizheniya fronta ekstragenta v rastitel'nyj material pri ego nabuhanii / V.T. Kazub, A.G. Koshkarova // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2014. – T. 20. – № 4. – S. 773-779.
15. Lokarev, A.V. Izuchenie flavonoidnogo sostava fitoekstraktov / A.V. Lokarev, A.YA. Samujlenko, M.A. Ogaj [i dr.] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Himiya. Biologiya. Farmaciya. – 2020. – № 1. – S. 97-104.
16. VEZHKKH v issledovanii flavonoidov. Opredelenie rutina / V.I. Dejneka [i dr.] // Him.-farmac. zhurn. - 2004. - T. 38, №4. - S. 23-25.

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Чахирова Анна Анатольевна, канд. фарм. наук, доцент кафедры фармацевтической технологии с курсом медицинской биотехнологии ПМФИ (357500, г. Пятигорск, пр.Калинина 11; +7(961)4603422, e-mail: annachaxirova@gmail.com

Chakhirova Anna A., Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor of the Department of Pharmaceutical Technology with the course of Medical Biotechnology of the PMFI (11 Kalinina Ave., Pyatigorsk, 357500; +7(961)4603422, e-mail: annachaxirova@gmail.com

Огай Марина Алексеевна, доктор фарм. наук, профессор кафедры фармацевтической технологии с курсом медицинской биотехнологии ПМФИ (357500, г.Пятигорск, пр.Калинина 11; +7(983)6217655, e-mail: marinafarm@yandex.ru

Ogai Marina Alekseevna, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor of the Department of Pharmaceutical Technology with a course in Medical Biotechnology of PMFI (11 Kalinina Ave., Pyatigorsk, 357500; +7(983)6217655, e-mail: marinafarm@yandex.ru

Ковтун Елена Владимировна, канд. фарм. наук, доцент кафедры фармацевтической технологии с курсом медицинской биотехнологии ПМФИ (357500, г.Пятигорск, пр.Калинина 11; +7(962)4425246, e-mail: elena.f.73@mail.ru

Kovtun Elena Vladimirovna, Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor of the Department of Pharmaceutical Technology with the course of Medical Biotechnology of PMFI (11 Kalinina Ave., Pyatigorsk, 357500; +7(962)4425246, e-mail: elena.f.73@mail.ru

Лежнева Лариса Петровна, канд. фарм. наук, доцент кафедры фармацевтической технологии с курсом медицинской биотехнологии ПМФИ (357500, г.Пятигорск, пр.Калинина 11; +7(903)4090760, e-mail: laralezhneva@yandex.ru

Lezhneva Larisa Petrovna, Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor of the Department of Pharmaceutical Technology with the course of Medical Biotechnology of PMFI (11 Kalinina Ave., Pyatigorsk, 357500; +7(903)4090760, e-mail: laralezhneva@yandex.ru

Ковтун Михаил Викторович, студент 4 курса, «Московский Институт радиотехники электроники и автоматики – Российский технологический университет», «Институт кибернетики», кафедра проблем управления/ специальность «Мехатроника и робототехника», +7(967)292-0746, e-mail: imia10@gmail.com

Kovtun Mikhail Viktorovich, 4th year student, "Moscow Institute of Radio Engineering of Electronics and Automation – Russian Technological University", "Institute of Cybernetics". Department of Control Problems / Specialty "Mechatronics and Robotics", +7(967)292-0746, e-mail: imia10@gmail.com

Дата поступления в редакцию: 02.04.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 03.06.2021

ПОЛИТОЛОГИЯ | POLITICAL SCIENCE

П.Л. Карабущенко [P. L. Karabushenko],
О. И. Оська [Ol. I. Oskina]

УДК:323.3

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.20

**ПОСТПРАВДА КАРНАВАЛЬНОЙ
ПОЛИТИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ
ЭЛИТ СОВРЕМЕННОГО
КОЛЛЕКТИВНОГО ЗАПАДА**

**THE POST-TRUTH OF CARNIVAL
POLITICAL CULTURE OF THE MODERN
COLLECTIVE WESTERN ELITE**

Астраханский государственный университет, e-mail: Pavel_karabushenko@mail.ru / Astrakhan State University, e-mail : Pavel_karabushenko@mail.ru

Аннотация

В современных западных СМИ освещающих политические процессы, все чаще начинают встречаться выражения, характеризующие особое состояние их политических элит и лидеров, с крайне критической (даже откровенно неприязненной) точки зрения. Их все чаще называют «политическими клоунами» (шутами), а проводимую ими политику именуют «политическим цирком», театром политического абсурда или просто – политическим карнавалом.

Материалы, методы, результаты и обсуждения

Карнавальная политическая культура представляет собой весьма устойчивое в политической истории явление, чаще всего затрагивающее профессиональные особенности деятельности правящих политических элит и их лидеров в осуществлении им власти. Она позволяет нам описать те отклонения в политике, которые регулярно в ней случаются в виде неких карнавальных волн политического абсурда. И чем глубже погружается власть в пучину этих карнавальных традиций, тем отчетливее обнаруживаются следы системного профессионального кризиса правящих элитных сообществ. Именно условия политического карнавала создают благоприятный климат для успешного развития постправды, фальсификации и манипулятивных политических технологий. Отличительной особенностью последней волны карнавальной политической культуры на Западе является то, что истеблишмент весьма активно и масштабно использует русофобию, в качестве своей воинствующей идеологии.

Заключение

Политический карнавал становится зоной концентрации политических аномалий, собранием политических патологий, которые отражаются на поведении политиков, приверженцев данного вида политической культуры.

Ключевые слова: карнавальная политическая культура; политический карнавал; постправда; «кроличья нора»; история элит; фальсификация; Достоверность; русофобия; мультикультурализм; кризис идентичности.

Abstract

In modern Western media covering political processes, expressions describing the special state of their political elites and leaders are increasingly beginning to occur from an extremely

critical (even openly hostile) point of view. They are increasingly called "political clowns" (buffoons), and their policies are called a "political circus", a theater of political absurdity or simply a political car-bulk.

Materials, methods, results and discussions

Carnival political culture is a very stable phenomenon in political history. It most often affects the professional characteristics activities of the ruling political elites' activities and their leaders in the exercising power. It allows us to describe those deviations in politics that regularly occur in it in the form of certain carnival waves of political absurdity. The deeper the power plunges into these carnival traditions, the more clearly the traces of a systemic professional crisis of the ruling elite communities are revealed. It is the conditions of the political carnival that create a favorable climate for the successful development of post-truth, falsification, and manipulative political technologies. A distinctive feature of the latest wave of carnival political culture in the West is that the establishment is very actively and on a large scale using Russia-hatred as its militant ideology.

Conclusion

The political carnival becomes a political anomalies concentration zone, a collection of political pathologies that are reflected in the behavior of politicians, adherents of this type of political culture.

Key words: carnival political culture; political carnival; post-truth; "Rabbit hole"; history of elites; falsification; reliability; Russia-hatred; multiculturalism; identity crisis.

В современных западных СМИ освещающих политические процессы, все чаще начинают встречаться выражения, характеризующие особое состояние их политических элит и лидеров, с крайне критической (даже откровенно неприязненной) точки зрения. Их все чаще называют «политическими клоунами» (шутами), а проводимую ими политику именуют «политическим цирком», театром политического абсурда или просто – политическим карнавалом. Подобного рода оценки свидетельствуют о фиксации СМИ роста карнавальной политической культуры и укрепления в их повседневности позиций политического карнавала.

Описывая по средствам подобной лексики современное состояние западной политики, журналистское сообщество невольно становится летописцем изменений произошедших с правящим классом коллективного Запад. И первыми как всегда атакам со стороны карнавальной политической культуры подверглись политические элиты и их формальные лидеры США. Именно т.н. «вашингтонский обком» стал для Запада основным рассадником ценностей политического карнавала. Карнавальные технологии (фальсификация, манипуляция, шантаж и угрозы) практически вытеснили классическую дипломатию и академическую политическую науку из процесса принятия решений и урегулирования конфликтных ситуаций. Карнавальная политическая культура вышла в лидеры и отодвинула на задний план иные виды политических культур. Власть на Западе все больше и все чаще отдает свои предпочтения карнавальным политическим ценностям, которые А лии влияют собой упрощенные (более примитивные) варианты некогда более сложных систем.

Политическая карнавальная культура имеет глубокие исторические корни и весьма часто проявляется в нашей политической повседневности. СМИ и политическая публицистика просто кишат сообщениями и фактами ее проявления. Вместе с тем в академической политической науке самого теоретического описания этого феномена нет и мы вынуждены идти по непроторенным маршрутам научного исследования, используя данные двух уже существующих научных систем: 1) теорию карнавала (М.М. Бахтина и К^о)¹ и 2) теорию поли-

¹ Бахтин М. М. Творчество Франсуа Рабле и народная культура Средневековья и Ренессанса // Бахтин М. М. Собрание сочинений: в 7 т. М.: Языки славянских культур, 2010. Т. 4 (2). С. 7–508.

тической культуры (Г. Алмонда и К⁰).² Именно из соединений этих двух теорий мы и выводим то, что позиционно называем карнавальной политической культурой. Но поскольку речь идет о власти и ее носителях, то анализ политической действительности неминуемо выводит нас на тему политической элитологии, что предполагает опору на методологическую базу отечественных элитологических разработок (Г.К. Ашин).³

В силу казанных выше обстоятельств, в качестве *объекта* настоящего исследования у нас выступает карнавальная политическая культура, а в роли *предмета* – политический карнавал. В качестве рабочей гипотезы мы вправе сформулировать тезис о том, что *карнавальная политическая культура всякий раз набирает вес, когда происходит резкое обострения кризиса профессионализма у правящих политических элит и их лидеров*. Эта, в общем, кризисная политическая культура. Культура которая вбирает и концентрирует в себе все политические отклонения и аномалии, все существующие в политике патологии.

Причины возникновения политической карнавальности. Среди различных причин, по которым возникает политический карнавал и А ливаются волны политической карнавальной культуры, назовем те, которые в настоящее время имеют наиболее очевидное проявление: это тройной кризис мультикультурализма + идентичности + профессионализма; засилье конспирологического видения мира; русофобия. Наконец, еще одно важное соображение, касается того, что мы живем в уникальной исторической эпохе – эпохи постправды, где все прямо на наших глазах переставляется местами, и где искажение акцента становится нормой бытия политических субъектов.

Было установлено, что распространение ценностей мультикультурализма породило в западном обывателе чувства эгоизма, безответственности, формализма и толерантности (как терпимости ко злу). Именно мультикультурализм и создал последнюю волку карнавальной политической культуры, которая в 2010-2020 гг. захлестнула преимущественно страны англосаксонского Запада. Причем тут англосаксы? Кризис монополярного мира означает разрушение их мировой гегемонии. Пережить эту потерю без психологических травм невозможно. Англосаксы так радовались в 1990-х гг. развалу СССР, что в настоящее время никак не могут смириться с тем, что и их постигла та же самая историческая участь – участь «дохлого льва».

Среди причин стимулирующих развитие карнавальной политической культуры следует также назвать кризис идентичности. Политические элиты теряют самопонимание, начинают утрачивать саму цель своего существования. Это наглядно видно на примере современной британской политической элиты, который страдает т.н. постимперским синдромом – перестав быть имперскими, данные политики продолжают вести себя так, будто бы их страна все еще имеет прежний имперский вес и значение. Это несоответствие – несоответствие формы и содержания – и приводит их к карнавальным политическим технологиям (фальсификации, мистификации и т.д.). Они живут в своих фантазиях, а не в реальном мире. И эта их фантазийность и делает их политическую культуру карнавальной.⁴ У постправды нет морального основания, поскольку она выводит тех, кто следует за ней по ту сторону добра и предлагает им совершенно иную (альтернативную) реальность.

В такой карнавальной действительности важны ярлыки, которые развешиваются сообразно своему мнению. Для постправды факты уже не нужны – важны мнения. Мнения нужных людей, которые объявляются VIP. Мы живем в мире постправды, где нет истины, но

² Almond G. Comparative Political Systems — Journal of Politics, 1956. vol. 18, No 3. P.391-409.

³ Ашин Г.К. Элитология: история, теория, современность: монография. — М.: МГИМО (У). 2010. — 600с.

⁴ См.: Карабущенко П.Л. Карнавальная политическая культура: субъекты и объекты театра абсурда // Вопросы элитологии. 2020. Том.1. №3. С.93-120; Карабущенко П.Л. Карнавальная политическая культура: политические элиты в поисках утраченной идентичности // Вопросы элитологии. 2020. Том 1. №4. С.138-164.

есть ее многочисленные видимости; это мир, где над всем царствует пропагандистский мем «*highly likely*». Продажа совести Мефистофелю становится для таких политиков нормой их повседневности.

Постправда или постистина (англ. *Post-truth*) существует в обстоятельствах, при которых объективные факты являются менее значимыми при формировании общественного мнения, чем обращения к эмоциям и личным убеждениям. Как информационный поток постправда намеренно конструируется в современном обществе с помощью СМИ для создания виртуальной, отличной от действительности, реальности с целью манипулирования общественным сознанием. Эти отличительную и манипулятивную реальность мы и называем карнавальной политической культурой.

Российские аналитики отмечают, что «предметное пространство анализа «политики постправды» описывается как противостояние «неистинной», «неразумной», «манипулятивной» («пропагандистской») технологии социального конструирования политическими элитами и экспертными сообществами политической повестки дня посредством современных массмедиа, — истинным, основанным на научном анализе дискурсивным практикам критического анализа интеллектуалов».⁵

Эпоха «постправды» самым принципиальным образом ставит вопрос о способности различать научные тексты от наукообразных, идеологических и мифологических. А ведь именно последние три последних варианта знания и характеризуют собой пространство карнавальной политической культуры. «В эпоху «постправды» размываются не только критерии истинности, но подчас сознательно разрушаются нормы нравственности и этичности поведения ученых... «Политика постправды» в науке делает сам вопрос о значении истины, о самой истине бессмысленным, задача для некоторых представителей науки заключается в «продвижении своего товара»».⁶ В условиях мультикультурализма постправда размывает устои традиции и низводит базовые ценности до ранга ненужного хлама.

Карнавализация политического пространства. Особенностью карнавальной политической культуры является то, что все участники политического карнавала постоянно падают в *кроличью нору*, в геометрической прогрессии множа политический абсурд и сюр. Сам политический карнавал представляет собой политическую вакханалию — анархию смыслов и хаос слов. Причем никто за этот хаос и анархию не отвечает. Все всегда ни при чем.

Резкое снижение качества профессионализма (компетентности) правящих политических элит, заставляет их уходить по «кроличьим норам» в мир карнавальной политической культуры. Именно стремление от правды в сторону постправды и отличает динамику развития и состояния современных элит коллективного Запада.

Современный западный мир представляет собой *цивилизацию лжи*, центром которого является *империя зла* (США). Причем об этом все чаще и настойчивее начинают писать сами западные авторы, видя в этой тотальной лжи главную угрозу безопасности современного мира. Нам остается лишь констатировать этот факт, который оказывается общим диагнозом западной цивилизации, построенной на фальшивом либерализме и демократии. Именно фейки стали витриной современного западного либерализма. А на фальсификации, как известно, далеко в историю не уедешь.⁷

⁵ «Политика постправды» и популизм [Текст] / под ред. О.В. Поповой. — СПб.: Скифия-принт, 2018. С.8.

⁶ Там же. С. 32.

⁷ Карабущенко, П.Л., & Вартумян, А.А. **Фальсификации политической истории: опыт исторической герменевтики:** монография, [электронное издание сетевого распространения] / П.Л. Карабущенко, А.А. Вартумян. — М.: «КДУ», «Добросвет». 2020. — 374 с. — doi: [10.31453/kdu.ru.978-5-7913-1146-7-2020-374](https://doi.org/10.31453/kdu.ru.978-5-7913-1146-7-2020-374)

Деградация элит может со временем стать (если уже не стала!) главной угрозой для безопасности всего человечества. Да и само это человечество при расширении диктатуры меньшинства (прежде всего, LGBT сообществ), может стать сборищем деградированных элементов, с гипертрофированными требованиями к правам человека и экологической безопасности. Кроме как что-то себе требовать это новое меньшинство ничего не умеет. Но требовать, не означает что-то самим делать. Они требуют от большинства, чтобы это большинство изменялось в соответствии с их интересами.

Карнавальность базируется на безапелляционных утверждениях, которыми политики обосновывают свои политические притязания на признания. И они всякий раз сами активно протестуют, когда их конкуренты применяют против них самих такие же скверные технологии. «Все немцы – потенциальные нацисты и все нацисты потенциальные лжесверхлюди...» Именно лжесверхчеловеком и оказывается современный субъект элиты, возмнившем себя выше и лучше всего остального человечества.

Карнавальная политическая культура служит оправданием элитам за их несостоятельную политику. И как оправдание карнавал подчеркивает активную позицию элит, но не столько на позитивное (творческое) созидание, сколько на манипуляцию и фальсификацию действительности. Карнавал стимулирует веру в бред, порождая время абсолютного политического безумия. По уровню психоза политический карнавал ничуть не уступает знаменитым психиатрическим лечебницам. Ни одной новой мысли, только один бесконечный спектакль абсурда и глупости. Все это говорит об их неадекватности. Неадекват занимается откровенной ерундой, игнорируя при этом решения важных проблем. В какофонии политического карнавала тонет здравый смысл. Субъекты политического карнавала постоянно «якают», ибо считают только себя обладателями высших истин и смыслов. Они приписывают себе право вмешиваться в глубины общественного мнения.

Проигравшие борьбу за власть или войну политики, часто используют оправдательную «отмазку», взятую ими из своих студенческих лет – нас нагло обманули, обещали и не сделали... Сама по себе «отмазка» эта популистская, не выдерживающая никакой критики, но крайне популярная в их среде прием, избежать наказания и снять с себя ответственность. Эти люди не могли публично признаться в собственной некомпетентности и нежелании внимать мнению экспертов, а потому причинами своих поражений называли «плохих» партнеров или коварных конкурентов. Рожденные таким образом байки скрывали их собственную ущербность и ограниченность. Они постоянно жалуются на то, что у них кривое зеркало, не замечая того, что творится с их собственным лицом.

На политическом ристалище уровень дискуссии падает, доходя до Амого откровенного примитивизма – идет откровенная лажа. Политический карнавал становится праздником неадекватности и слабоумия. Карнавальные маски искренне верят в то, что их прогнозы обязательно сбудутся. При этом они перестают сохранять рамки здравого смысла, выдавая свои психозы и фобии за нормы бытия. Лицемерная лживая сущность их отношений приводит их в политический балаган, в котором шуты и трикстеры являются Арионетками закулисных кукловодов.⁸

Игры в геополитические идеологии превосходства чреватые серьезными репутационными издержками. Перегибать историческую палку, значит создавать угрозу ответного идеологического удара по собственной безопасности. Именно подобного рода геополитическими провокациями и фейками и занимаются элиты карнавальной политической культуры. Для них история – это всего лишь идеологическая игрушка, которой можно свободно и безнаказанно манипулировать в угоду своих внешнеполитических интересам.

Для карнавальной политики характерна провокация оппонентов, подмена и откровенная фальсификация данных, различного рода манипуляции, позволяющие исключить воз-

⁸ Карабущенко, П.Л. Карнавальная политическая культура: системный анализ основных категорий. — Вопросы элитологии. Т.1. №2. 2020. С.31-62.

возможность установки реальных участников событий и т.д. Саму политическую борьбу они превращают в трюкачество, с целью легализации своей профессиональной некомпетентности и политической бездарности.

Массовое протестное движение которое мы наблюдали летом 2020 г. в США тоже подпадает под классификацию карнавальной политической культуры. Власти отказываются вступать в диалог с протестующими, а последние оказываются неспособными к конструктивному сотрудничеству с правительством. Тогда в конце мая 2020 г. во многих городах США произошли столкновения между полицейскими и протестующими из-за убийства полицией чернокожего мужчины. Для разгона протестующих полиция применила слезоточивый газ, введен комендантский час. Участились случаи мародерства – стали грабить супермаркеты и дорогие магазины. Общество оказалось расколотым. Была ведена национальная гвардия. Среди манифестирующих был Амый настоящий политический винегрет – анархисты, сторонник движения «Жизнь темнокожих имеет значение», ЛГБТ сообщества, зеленые, различного рода «ультрас» и т.д. Беспорядками решили воспользоваться сторонники демократической партии США, для того чтобы свалить на президентских выборах Д. Трампа. Использование протеста в политических целях заставил боссов демократической партии рядиться в их одежды и на словах выражать свою с ними солидарность. Но как только на президентских выборах победил их кандидат (Д. Байден) манифестации все куда-то разом исчезли и о них остались одни только воспоминания, Аналогичные погромы повторились и в апреле 2021 г.,⁹ но пришедшая к власти демократическая партия уже не проявила к ним должного внимания...

Теории заговора. Политический карнавал питается теориями заговора и живет исключительно за их счет. Было замечено, что чем чаще и охотнее политические элиты и их лидеры начинают отдаваться теориям заговора, тем ярче начинает проступать в них самих кризис их собственного профессионализма. Именно посредством конспирологии элиты пытаются скрыть свою некомпетентность, оправдать свои просчеты некими высокими целями, а поражения представить в виде далеко идущих стратегий, доступных лишь для понимания посвященных. Для элит это удобная отговорка. Но она ни в коей мере не должна устраивать и успокаивать общественность. Маска конспирологии должна быть непременно сорвана с личины элит, поскольку она есть одной из масок их карнавальной политической культуры.

Под конспирологией чаще всего имеют сферу знаний, «в которой история, особенно её резкие повороты, рассматривается сквозь призму тайной борьбы, заговоров и контрзаговоров неких скрытых сил — орденов, масонских лож, спецслужб, тайных международных организаций».¹⁰ В конспирологии важную роль отводится практикам тайных обществ, которые по мнению сторонников этих теорий и являются подлинными мировыми элитами.¹¹ «Под широким потоком истории человечества струятся скрытые подводные течения тайных обществ, которые в глубинах часто определяют изменения, происходящие на поверхности».¹² Актуализация и активизация конспирологии в начале XXI в. Позволило ей стать составляющей мейнстрима и даже больше того — основой политического мышления для некоторых правящих элит.

⁹ В США вспыхнули протесты из-за смерти афроамериканца Данте Райта. 12.04.2021. - URL: https://news.mail.ru/incident/45916804/?frommail=1&exp_id=899

¹⁰ Фурсов А. И. Конспирология, капитализм и история русской власти (введение к программе-направлению «конспирология») // Брюханов В. А. Трагедия России. Цареубийство 1 марта 1881 года. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2007. С. 7.

¹¹ Хлебников М.В. Теория заговора. Опыт социокультурного исследования. — М.: Кучково поле, 2012. — 464 с.

¹² Waite A. E. The Real History of the Rosicrucian's. N.Y.: Steinerbooks, 1977. P. A.

По мнению американского профессора Пенсильванского университета Д. Энтина, «теории заговоров помогают объяснить смятение умов нашего времени, а также широко распространенную неспособность частных лиц и групп действовать в своих интересах... Политические действия часто требуют секретности и планируются заранее. Поэтому порой нелегко провести черту между обычной политикой и заговором. Имеется один важный показатель: для приверженца теории заговоров предстоящее изменение имеет глобальное значение; на карту поставлены судьбы народов и всего мира. К тому же у страдающих паранойей отдельных лиц могут быть настоящие враги, а приверженцы теорий заговоров могут быть душевнобольными людьми».¹³

Еще раз напомним, что согласно М.М. Бахтину карнавальная культура представляет собой перевернутый мир.¹⁴ Параной конспирология не просто переворачивает мир, но еще и выворачивает его наизнанку. Такой истерический тип политиков делает их крайне устойчивыми и весьма раздражительными – их реакции экспрессивны и непредсказуемы. Но именно эта их несдержанность и выдает в них карнавальность их политического мышления.

Чаще всего конспиративизм рассматривают как менталитет или состояние сознания, как особый стиль мышления, которому свойственно параноидное состояние. «Отличительная черта параноидного стиля заключается не в том, что его приверженцы видят заговоры повсюду в истории, а в том, что они рассуждают об «огромном» или «глобальном» заговоре как движущей силе исторических событий. Сама история является заговором, составленным демоническими силами почти трансцендентной мощи, и чтобы нанести им поражение, нужны не обычные политические компромиссы, а всеобщий крестовый поход. Писатель-параноик рассматривает судьбу такого заговора в апокалиптических терминах – он торгует рождением и смертью целых миров, политических укладов, целых систем человеческих ценностей. Он всегда на баррикадах цивилизации. Он постоянно живет на поворотном пункте: время организовать сопротивление заговору – сейчас или никогда. Времени становится все меньше. Подобно предсказателям конца света, он выражает беспокойство тех, кто живет последние дни, а иногда и назначает дату апокалипсиса».¹⁵ Такое сознание строго биполярно – в его конфликтах борются «абсолютное добро» и «абсолютное зло», которым нужна «только полная победа».¹⁶ Именно в этом параноидном стиле и ведут себя современные западные политические элиты и их лидеры, для которых таким «абсолютным злом» стала Россия, а русофобия превратилась не просто в идеологию, а в новую политическую религию, в которую они свято верят от и до.

Русофобская истерия Запада. Неадекватность политиков проявляется в их постоянно нагнетающихся фобиях, главной из которых стала русофобия. Истерика по поводу «русской угрозы» является главной в театре политического абсурда коллективного Запада. Превосходство России в системе элитных вооружений наводит животный ужас на западных военных стратегов. Российские «С-400» — геополитическое оружие потому, что дает странам обладателям стабильность, обеспечивая их суверенитет. *В русофобской традиции страшные русские подводные лодки всплывают везде, даже там, где нет моря...*

Русофобов пугает то, что Русь стала Россией, вобрав в себя значительные просторы Азии. И Запад боится повторения этого успеха России в самой Европе. Боится нарастающей мощи России и своего собственного бессилия. Потому и истерит коллективный Запад, что

¹³ Энтин Дж. Теории заговоров и конспиративистский менталитет // Новая и новейшая история. №1, 2000.

¹⁴ Бахтин М. М. Творчество Франсуа Рабле и народная культура Средневековья и Ренессанса // Бахтин М. М. Собрание сочинений: в 7 т. М.: Языки славянских культур, 2010. Т. 4 (2). С. 7–508.

¹⁵ Hofstadter R. The Paranoid Style in American Politics and other Essays. New York, 1965. P.29-30.

¹⁶ Ibid. P. 31.

видит в России историю имперского успеха. В этом смысле Россия для Запада действительно реальная угроза, поскольку дает всему миру пример совершенно иного системного успеха. Политическая клоунада западных политиков уже довела до того, что с ними не ходят говорить в Москве.¹⁷ В Кремле посчитали, что их русофобские выходки уже нарушили все классические нормы дипломатии и вышли за рамки её протокола. Но иного сценария отношения у коллективного Запада (пока там верховодят США) с Россией нет.

Русофобия давно уже стала злонамеренной порчей репутации России с целью извлечения ее клеветниками из этого собственной выгоды. Русофобская истерия Запада объясняется утратой им своих мировых лидирующих позиций. Русофобия стала основным идеологическим оружием в руках западных политических элит, и изнутри разъедает ржавчиной марзма весь политический класс. Русофобия является главным признаком деградации западных элит.¹⁸ Она разрушает саму их основу, поскольку вводит их в состояние идеологического отупения, морального разложения, порождая иллюзорный мир, переполненный мифологическими политическими существами. Саму же *руссофобию необходимо на мировом законодательном уровне приравнять к расизму и антисемитизму, и установить за нее уголовную ответственность.*¹⁹

* * *

Царящие в настоящее время в западных политических системах карнавальные настроения (карнавальные ценности, мышление, технологии поведения и т.д.), свидетельствуют о кризисе профессионализма в правящих элитах и их лидерах, и о их стремлении с помощью политического карнавала замаскировать (нивелировать) возникшие в этой связи недостатки своей элитности. Напомним, что именно кризис элитности (конфликт между собственной формой и содержанием) является самым серьезным (и даже смертельной) опасностью для политических элит.

Русофобия как нельзя лучше укладывается в концепцию постправды и карнавальной политической культуры. Для того, чтобы она процветала как раз и требуется упрощенные модели политического поведения, не предполагающие серьезного критического анализа информации. А именно упрощенная форма сознания и отличается субъекта политического карнавального действия. Русофобия самая удобная для западных политических элит идеологема, потому что она самая простейшая. Её примитивизм как нельзя лучше соответствует примитивизму политического сознания правящих групп, которые за время своего мирового господства утратили значительную долю своей профессиональной компетентности, полагаясь во всем на свой авторитет и силу.

Усиление карнавальности в западной политике будет свидетельствовать о нарастании системного кризиса всей их политической системы в целом. И главными ответственными за этот серьезный системный сбой несут правящие элиты и их лидеры, которые катастрофически не хватает ответственности признать свою вину и исправить свои ошибки.

¹⁷ В феврале 2021 г. глава МИД РФ С.В. Лавров не исключил разрыва связей с Евросоюзом, если Брюссель продолжит политику санкций в отношении Москвы, создающие риски для чувствительных секторов российской экономики. При этом министр подчеркнул, что Россия не хочет изолироваться от остального мира, но осознает необходимость быть готовой к этому. - Лавров не исключил разрыва связей с ЕС в случае санкций. 12.02.2021. - URL: <https://news.mail.ru/politics/45201453/?frommail=1>

¹⁸ Известный итальянский журналист и общественный деятель Джульетто Кьеза (*Giulietto Chiesa*) (04.09.1940 – 26.04.2020) – в прошлом московский корреспондент газет «Унита» (1980—1990) и «Ла Stampa» (1990—2000) – прямо обвинял западные политические элиты и обслуживающих их СМИ в откровенной русофобии - Кьеза, Д. Русофобия 2.0: болезнь или оружие Запада? М.: «Эксмо». 2016.

¹⁹ Карабущенко П.Л. Русофобия: история одной химеры. Монография. /П.Л. Карабущенко. Москва: ИНФРА-М. 2021. С.314.

Именно безответственность власти является одной из глубинных черт карнавальной политической культуры, когда ответственность перекладывается на кого угодно (в том числе и на своих клятых врагов), но только не на себя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ашин Г.К. Элитология: история, теория, современность: монография. — М.: МГИМО (У). 2010. — 600с.
2. Бахтин М. М. Творчество Франсуа Рабле и народная культура Средневековья и Ренессанса // Бахтин М. М. Собрание сочинений: в 7 т. М.: Языки славянских культур, 2010. Т. 4 (2). С. 7–508.
3. Карабущенко, П.Л., & Вартумян, А.А. Фальсификации политической истории: опыт исторической герменевтики: монография, [электронное издание сетевого распространения] / П.Л. Карабущенко, А.А. Вартумян. — М.: «КДУ», «Добросвет». 2020. — 374 с. — doi: [10.31453/kdu.ru.978-5-7913-1146-7-2020-374](https://doi.org/10.31453/kdu.ru.978-5-7913-1146-7-2020-374)
4. Карабущенко П.Л. Карнавальная политическая культура: системный анализ основных категорий // Вопросы элитологии. 2020. Том 1. №2. С.31-62. (www.elitology-journal.com)
5. Карабущенко П.Л. Карнавальная политическая культура: субъекты и объекты театра абсурда // Вопросы элитологии. 2020. Том.1. №3. С.93-120.
6. Карабущенко П.Л. Карнавальная политическая культура: политические элиты в поисках утраченной идентичности // Вопросы элитологии. 2020. Том 1. №4. С.138-164.
7. Карабущенко П.Л. Русофобия: история одной химеры. Монография. /П.Л. Карабущенко. Москва: ИНФРА-М. 2021.
8. Къеза, Д. Русофобия 2.0: болезнь или оружие Запада? М.: «Эксмо». 2016. — 288с.
9. «Политика постправды» и популизм / под ред. О.В. Поповой. — СПб.: Скифия-принт, 2018. — 216 с.
10. Хлебников М.В. Теория заговора. Опыт социокультурного исследования. — М.: Кучко поле, 2012. — 464 с.
11. Хлебников М.В. Теория заговора. Историко-философский очерк. — Новосибирск: Альфа-Порте, 2014. — 460 с.
12. Фурсов А. И. Конспирология, капитализм и история русской власти (введение к программе-направлению «конспирология») // Брюханов В. А. Трагедия России. Цареубийство 1 марта 1881 года. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2007.
13. Энтин Дж. Теории заговоров и конспиративистский менталитет // Новая и новейшая история. №1, 2000.
14. Almond G. Comparative Political Systems — Journal of Politics, 1956. Vol. 18, No 3. P.391-409.
15. Hofstadter R. The Paranoid Style in American Politics and other Essays. New York: Knopf, 1965. — 346p.
16. Waite A. E. The Real History of the Rosicrucian's. N.Y.: Steinerbooks, 1977. P. A.

REFERENCES

1. Ashin, G.K. Elitologiya: istoriya, teoriya, sovremennost': monografiya / G.K. Ashin — M.: MGIMO (U). 2010. — 600s.
2. Bahtin, M. M. Tvorchestvo Fransua Rable i narodnaya kul'tura Srednevekov'ya i Renessansa // M.M. Bahtin //Sobranie sochinenij: v 7 t. M.: Yazyki slavyanskikh kul'tur, 2010. T. 4 (2). S. 7–508.
3. Karabushchenko, P.L., & Vartumyan, A.A. Fal'sifikacii politicheskoy istorii: opyt istoricheskoy germenevtiki: monografiya, [elektronnoe izdanie setevogo rasprostraneniya] / P.L. Karabushchenko, A.A. Vartumyan. — M.: «KDU», «Dobrosvet». 2020. — 374 s. — doi: [10.31453/kdu.ru.978-5-7913-1146-7-2020-374](https://doi.org/10.31453/kdu.ru.978-5-7913-1146-7-2020-374)

4. Karabushchenko, P.L. Karnaval'naya politicheskaya kul'tura: sistemnyj analiz osnovnykh kategorij // Voprosy elitologii. – 2020. – Tom 1. – №2. – S.31-62. (www.elitology-journal.com)
5. Karabushchenko, P.L. Karnaval'naya politicheskaya kul'tura: sub"ekty i ob"ekty teatra absurda / P.L. Karabushchenko // Voprosy elitologii. 2020. Tom.1. №3. S.93-120.
6. Karabushchenko, P.L. Karnaval'naya politicheskaya kul'tura: politicheskie elity v po-iskakh utrachennoj identichnosti / P.L. Karabushchenko // Voprosy elitologii. 2020. Tom 1. №4. S.138-164.
7. Karabushchenko, P.L. Rusofobiya: istoriya odnoj himery. Monografiya. /P.L. Karabushchenko. – M.: INFRA-M, 2021.
8. K'eza, D. Rusofobiya 2.0: bolezni ili oruzhie Zapada? D. K'eza – M.: «Eksmo». 2016. – 288 s.
9. «Politika postpravdy» i populizm / pod red. O.V. Popovoj. – SPb.: Skifiya-print, 2018. – 216 s.
10. Hlebnikov, M.V. Teoriya zagovora. Opyt sociokul'turnogo issledovaniya / M.V. Hlebnikov – M.: Kuchkovo pole, 2012. – 464 s.
11. Hlebnikov, M.V. Teoriya zagovora. Istoriko-filosofskij ocherk / M.V. Hlebnikov. – Novosibirsk: Al'fa-Porte, 2014. – 460 s.
12. Fursov, A I. Konspirologiya, kapitalizm i istoriya russkoj vlasti (vvvedenie k pro-gramme-napravleniyu «konspirologiya») // Bryuhanov V.A. Tragediya Rossii. Care-ubijstvo 1 marta 1881 goda. M.: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2007.
13. Entin, Dzh. Teorii zagovorov i konspirativistskij mentalitet / Dzh. Entin // Novaya i novejschaya istoriya. №1, 2000.
14. Almond, G. Comparative Political Systems – Journal of Politics, 1956. Vol. 18, No 3. R.391-409.
15. Hofstadter, R. The Paranoid Style in American Politics and other Essays. – New York: Knopf, 1965. – 346r.
16. Waite, A. E. The Real History of the Rosicrucian's. – N.Y.: Steinerbooks, 1977.

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Карабущенко Павел Леонидович, доктор философских наук, профессор. Астраханский государственный университет, E-mail: Pavel_karabushenko@mail.ru ; ORCID iD [0000-0003-2776-4089](https://orcid.org/0000-0003-2776-4089)

Pavel Leonidovich Karabushenko, doctor of Philosophy, professor. Astrakhan State University, E-mail: Pavel_karabushenko@mail.ru ; ORCID iD [0000-0003-2776-4089](https://orcid.org/0000-0003-2776-4089)

Оськина Ольга Ивановна, кандидат политических наук, доцент. Астраханский государственный университет, Россия, Астрахань, E-mail: oskina_olga@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2006-1786>

Oskina Olga Ivanovna, Candidate of Political Science, Associate Professor. Astrakhan State University, Russia, Astrakhan, E-mail: oskina_olga@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2006-1786>

Дата поступления в редакцию: 02.04.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 03.06.2021

А.В. Гукасов [A.V. Gukasov],
М.В. Гукасова [M.V. Gukasova]

УДК 327

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.21

**СОВРЕМЕННАЯ ВНЕШНЯЯ ПОЛИТИКА США В
ОТНОШЕНИИ КУВЕЙТА: КЛЮЧЕВЫЕ
ИНТЕРЕСЫ И ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ
РЕАЛИЗАЦИИ**

**IDENTITY OF THE INHABITANTS OF THE
CRIMEAN PENINSULA: IS THERE A CHANGE OF
ETHNIC BORDERS?(PART I)**

*Пятигорский государственный университет, г. Пятигорск, Россия/
Pyatigorsk State University, Pyatigorsk, Russia
e-mail: arsen.gukasov@yahoo.com*

Аннотация

Благодаря своей совокупной мощи США в состоянии оказывать значительное воздействие на динамику политических процессов, происходящих как в рамках мировой политической системы в целом, так и в рамках ее региональных подсистем. Несмотря на пересмотр США собственной глобальной стратегии, ближневосточный регион продолжает занимать важное место в перечне американских национальных интересов. Даже с учетом того, что у Вашингтона периодически возникают определенные сложности в рамках реализации внешней политики на Ближнем Востоке, ему удается поддерживать постоянный диалог по широкому спектру вопросов с монархиями Аравийского полуострова в целом и Кувейтом в частности.

Материалы и методы, результаты и обсуждения

Основной целью исследования является выявление ключевых интересов и анализ основных механизмов реализации внешней политики США в отношении Кувейта на современном этапе.

В качестве задач исследования были определены следующие: анализ положения Кувейта в системе внешнеполитических координат США на современном этапе; выявление основных направлений внешней политики США в отношении Кувейта в современных условиях; исследование динамики развития американо-кувейтских отношений в обозримой перспективе.

Международные обменные программы в области образования и культуры, курируемые Государственным департаментом США, на территории Кувейта путем открытия университетов и колледжей, аффилированных с США - это Американский международный университет, Американский университет Кувейта, Американский университет Ближнего Востока и Американский колледж Ближнего Востока и функционирование при Посольстве США в Эль-Кувейте центра «EducationUSA», позволяющий иностранным студентам получать актуальную информацию о системе высшего образования в США.

Заключение

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что на современном этапе США и Кувейту придерживаются конструктивного диалога по широкому спектру вопросов: от кооперации в военно-политической и торгово-экономической сферах до сотрудничества в области образования и культуры, т.е. интересы Вашингтона и Эль-Кувейта совпадают по большинству позиций.

Ключевые слова: США; Кувейт; Ближний Восток; внешняя политика; внешнеполитические интересы; механизмы реализации внешней политики.

Abstract

Due to its overall power the United States is able to influence significantly on the dynamics of political processes taking place both in the global political system and in its regional subsystems. Despite the fact that at the present stage the United States is revising its own global strategy, the Middle East still has an important position within the list of the U.S. national interests. Even taking into account the fact that Washington periodically experiences certain difficulties within the process of foreign policy implementation in the Middle East, it is capable of maintaining a constant dialogue on a wide range of issues with the monarchies of the Arabian Peninsula in general and Kuwait in particular.

Materials and methods, results and discussions

The main purpose of the study is to identify key interests and analyze the main mechanisms for the implementation of US foreign policy towards Kuwait at the present stage. The following research objectives were identified: analysis of the position of Kuwait in the system of US foreign policy coordinates at the present stage; identification of the main directions of US foreign policy towards Kuwait in modern conditions; study of the dynamics of the development of US-Kuwaiti relations in the foreseeable future. International exchange programs in the field of education and culture, supervised by the U.S. Department of State, in Kuwait by opening universities and colleges affiliated with the United States - this is the American International University, the American University of Kuwait, the American University of the Middle East and the American College of the Middle East and the functioning of the U.S. Embassy in Kuwait Center "Education USA", allowing international students to receive up-to-date information about the higher education system in the USA.

Conclusion

The analysis allows us to conclude that at the present stage, the United States and Kuwait adhere to a constructive dialogue on a wide range of issues: from cooperation in the military-political and trade-economic spheres to cooperation in education and culture, i.e. the interests of Washington and Kuwait coincide in most positions.

Key words: USA; Kuwait; Middle East; Foreign Policy; Foreign Policy Interests; Mechanisms of Implementation of Foreign Policy.

Introduction. The relevance of this study is due to the fact that, thanks to its *overall* power, the United States is *able to influence significantly* on the dynamics of political processes taking place both within the global political system as a whole and within its regional subsystems. One of these subsystems is the Middle East region, which, despite the revision by the United States of its own global strategy, continues to occupy an important place in the list of American national interests. The geostrategic attractiveness of the Middle East is dictated by a number of factors, among which the natural resource potential of the region is far from last. Even taking into account the fact that Washington periodically faces certain difficulties in the context of the implementation of policies on the Middle East track, it manages to maintain a constant dialogue on a wide range of issues with the monarchies of the Arabian Peninsula: from cooperation in the military-political and trade-economic spheres to building relations in the field of education and culture.

The **main purpose of the study** is to identify key interests and analyze the main mechanisms for the implementation of US foreign policy towards Kuwait at the present stage. The **objectives of the study** were the following: analysis of Kuwait's position in the system of US foreign policy coordinates at the present stage; identification of the main directions of US foreign policy towards Kuwait in modern conditions; study of the dynamics of the development of US-Kuwaiti relations in the foreseeable future.

Methodology. The methodological basis of the study was formed by the ideas of Z. Bauman [1], V.Ya. Belokrenitsky [2], A.D. Voskresensky [3], F. Zakaria [4], G. Kissinger [5], R. Cooper [6], D. Moisi [7], R. Haas [8], P.A. Tsygankov [9] on the theory and practice of the political dynamics of the modern world in general and the Middle East region in particular.

As the main research method, a systematic approach to the analysis of political processes and phenomena was chosen, the use of which makes it possible to determine the current state of American-Kuwaiti relations, as well as to give a predictive analysis of the dynamics of their development in the foreseeable future. In addition, the study uses the following methods of analyzing the situation: study of documents, observation and comparison.

Results and discussion. As mentioned above, the United States has been able to maintain a dialogue with the Arabian monarchies on a wide range of issues for quite a long period of time. In this sense, Kuwait is no exception, since Washington has a developed system of relations with this state: from cooperation in the military-political and trade-economic spheres to cooperation in education and culture.

Speaking about cooperation in the military-political sphere between the two states, it should be borne in mind that the events resulting from the Iraqi-Kuwait conflict in August 1990 gave a new impetus to the development of American-Kuwait relations. So, in 1991, the two states signed an Agreement on cooperation in the field of defense: initially it was designed for 10 years, but it still remains in force. In addition to this Agreement, a Status of Forces Agreement was concluded between Washington and Kuwait, which defines the legal status of the US armed forces stationed on the territory of another state. [35] Moreover, since 2016, the United States and Kuwait have regularly conducted the "Strategic Dialogue" dedicated to bilateral cooperation in the field of defense and security [31].

There is no doubt that Kuwait's geostrategic attractiveness is not least dictated by its geographic location. Due to the geographical proximity of Kuwait to Iraq, the territory of this state was used by the United States both in the framework of the military operation "Iraqi Freedom" in 2003 and during the withdrawal of American troops from Iraq in 2011. Despite the completion of the military operation in Iraq, Kuwait did not lose its geostrategic value for Washington: at the time of the withdrawal of American troops from Iraq, about 14 thousand US troops remained in Kuwait [30].

Moreover, in 2017, during a visit to Kuwait, former US Secretary of Defense James Mattis stated that only Germany, Japan, and South Korea have a larger American military presence than Kuwait. [16] the fact that Kuwait is the headquarters of a joint joint task force in the framework of the military operation "Unwavering Determination", which is directed against the terrorist organization "Islamic State" [29].

In addition, Kuwait's geographic proximity to Iran allows Washington to view this state, along with other regional partner states, as a fairly important "element" of the Iranian containment system. In this sense, the interests of Washington and Kuwait coincide in most positions, since Kuwait -veit, as well as other GCC member states, is interested in preventing an increase in Iran's sphere of influence within the Middle East region. In many respects, therefore, the leadership of this state in 2015 publicly supported the "Joint Comprehensive Action Plan" initiated by the United States, and already in 2018, "reacted with understanding" to Washington's withdrawal from the nuclear deal on Iran [22]. Moreover, Kuwait supported the US-Saudi initiative to create a Middle East strategic alliance aimed primarily against Tehran [32]. In this context, it is necessary to make a reservation that, despite the presence of a common desire among the GCC member states to contain the spread of Iran's influence on a regional scale, they do not have a common understanding of what foreign policy instruments should and should be used.

Analyzing the nature of US-Kuwaiti relations in the military-political sphere, one cannot fail to mention that there are a number of military facilities actively used by the United States on the territory of Kuwait. First of all, we are talking about the military base of the advanced deployment "Camp Arifjan" [13], the training base "Camp Buring" [14], the air bases "Ali-Al-Salem" [12] and

"Ahmed-Al-Jaber" [11] and also about the CampPatriot naval base [15]. In addition, the United States uses the largest air hub in the Persian Gulf region, Cargo City, located in close proximity to Kuwait International Airport. However, by 2023, it is planned to open the Western Al-Mubarak air base [24].

It should also be mentioned that Kuwait was given the status of a "main ally outside NATO," which, apart from Bahrain, no other state in the Gulf region has [26]. This circumstance is not surprising, given the scale of Kuwait's military-political cooperation with the United States and its allies in the North Atlantic Alliance.

Thus, since 2004, Kuwait has joined the Istanbul Cooperation Initiative, which was adopted as part of building interaction between the North Atlantic Alliance and four GCC member states - Bahrain, Qatar, Kuwait and the United Arab Emirates [20]. Moreover, in 2017, the NATO Regional Center - Istanbul Cooperation Initiative [28] was opened in Kuwait, and in 2018 Kuwait established a diplomatic mission to NATO [23].

In addition, the cooperation of Kuwait with the United States and its allies in the North Atlantic Alliance is also carried out within the framework of various international / regional formats. In particular, we are talking about the "Group for the development of financial measures to combat money laundering in the Middle East and North Africa", which includes a number of states in the Middle East region, including Kuwait, while Australia, Great Britain, Germany, Spain, the USA and France act as permanent observers [27]; The Egmont Group, which brings together the world's leading financial intelligence units and fosters cooperation with the Financial Action Task Force on Money Laundering and regional groups of its type [18]; The Center for the Suppression of the Financing of Terrorism, which includes all member states of the GCC and the United States. [33]

It should be noted that the status of "major ally outside NATO" allows Kuwait to build closer cooperation with Washington in the field of defense research and development, however, at the same time, it does not imply a reduction in the period of consideration by the American political establishment of applications for the purchase of American weapons. Nevertheless, the status of a military-political ally of the United States largely explains the priority implementation of almost all Kuwait's requests for the purchase of various types of American weapons. For example, in 2016, Kuwait's application for the purchase of 40 carrier-based fighter-bombers and attack aircraft "F / A-18E / F "SuperHornet" "and related equipment, training and support for a total of approximately US \$ 10.1 billion. [38] In 2018, Kuwait approved an application for the acquisition of 300 air-to-surface missiles AGM -114 "Hellfire" "for a total amount of approximately \$ 30.4 million. [34] In 2017, Kuwait approved an application for the modernization of 218" M1A1 "Abrams" tanks, for a total amount of approximately \$ 29 million. [39]. In 2020, Kuwait approved an application for the purchase of 84 PAC-3 MSE (Missile Segment Enhancement) missile interceptors for the Patriot air defense system and related equipment for a total amount of approximately 800 million US dollars [36]. In addition, to achieve its foreign policy goals and objectives with respect to Kuwait, the United States uses a variety of international programs in the field of military-political cooperation and in the field of security. In particular, we are talking about the following programs:

"Combating Terrorism Fellowship Program";

- "Defense Institution Reform Initiative";
- "Non-Security Assistance - Unified Command";
- "Nonproliferation, Anti-Terrorism, Demining, and Related Programs";
- "Regional Centers for Security Studies";
- "Section 1004 Counter-Drug Assistance";
- "Service Academies".

So, within the framework of the above-mentioned international programs for the period from 2000 to 2017. Kuwait received approximately \$ 3.2 million in assistance from Washington. [25] This circumstance is not surprising, given that during this period of time Kuwait took an active

part in two major operations initiated by the United States - "Iraqi Freedom" and "Unwavering Determination".

It should also be mentioned that in the period from 2007 to 2010. Within the framework of the International Military Education and Training Program, Kuwait received annual aid from the United States of approximately \$ 10,000 to \$ 20,000. [21] Despite the relatively small amount of aid, the availability of formal funding under this program allowed Kuwait to acquire various types of American weapons and a variety of military education and training programs at reduced prices. As noted above, US interaction with Kuwait is not limited exclusively to the establishment of allied relations in the military-political sphere, cooperation in the field of security, as well as cooperation in the fight against international terrorism. It should be noted that Washington has a fairly developed system of trade and economic relations with Kuwait, given the scale of the economy of this state.

In 2004, a framework agreement on trade and investment was signed between Kuwait and the United States [10], which laid the foundations for the further development of relations between the two states in the trade and economic sphere. Moreover, the signing of this framework agreement opens the way for the conclusion of the free trade agreement that Kuwait aspires to.

Kuwait is currently the 63rd largest trading partner of the United States, with trade between the two countries in 2018 reaching approximately US \$ 5.1 billion. As a result, Kuwait became the 53rd largest export market and 66th largest supplier of goods to the United States. As for the volume of US foreign direct investment in Kuwait, in 2017 it amounted to approximately 296 million. US dollars, while Kuwait's foreign direct investment in the United States in 2017 amounted to approximately US \$ 1.1 billion [37].

It should be noted that in the context of constructing relations with Kuwait, the United States is actively using the instruments of "soft power". In this regard, attention should be paid to the international exchange programs in the field of education and culture supervised by the US Department of State. The main purpose of these programs, among other things, is to familiarize the participants with American / Western values and, in general, with American political ideology and culture. Obviously, a similar goal and related tasks invariably arise in the framework of Washington's building of interaction with many states, and Kuwait is no exception in this sense.

The following set of international exchange programs is available for Kuwaiti citizens [19]:

- "Kennedy-Lugar Youth Exchange & Study (YES)" youth program, created specifically for countries in which the majority of the population is Muslim, and available for high school students aged 15 to 17 years (program duration - from one academic semester to one academic year);
- the international student exchange program "GlobalUGRAD", within the framework of which students of higher educational institutions study at one of the accredited US universities (the duration of the program is one academic semester);
- The Fall Residency international writing program, which provides foreign participants with opportunities to work on literary texts or research (program duration - ten weeks);
- International sports program "Sports Visitor", which is available for young foreign athletes and coaches (program duration - from one to two weeks);
- the international program "Fulbright Foreign Language Teaching Assistant", in which young teachers of English are given the opportunity to improve their teaching skills and level of English language proficiency, as well as to get acquainted in more detail with American culture and traditions (the duration of the program is one academic year);
- the international program "Fulbright Scholar-in-Residence", which allows American universities and colleges, which are little represented in international exchange programs, to host foreign teachers (the duration of the program is from three to six months and from six months to one year);
- international program "Study of the U.S. Institutes for Scholars", designed for university professors, school teachers, students, and other professionals, aimed at an in-depth study of the United States (program duration is from five to six weeks);

– Fortune Global Women's Mentoring Partnership Program, which provides foreign members with the opportunity to mentor someone from Fortune Magazine's Most Powerful Women Leadership List (program duration - three weeks);

– the international program "FulbrightVisitingScholar", under which foreign scientists are awarded grants for postdoctoral research in US educational institutions (the duration of the program is from three to six months and from six months to one year).

We must not forget that in addition to international exchange programs in the field of education and culture, supervised by the US Department of State, there are a number of universities and colleges affiliated with the United States in Kuwait. In particular, we are talking about the American International University, the American University of Kuwait, the American University of the Middle East and the American College of the Middle East. for students to receive up-to-date information about the higher education system in the United States, as well as about accredited universities and programs.

Conclusions and recommendations. Thus, the above analysis allows us to come to the following conclusions. At the present stage, the United States and Kuwait manage to maintain a constructive dialogue on a wide range of issues: from cooperation in the military-political and trade-economic spheres to cooperation in education and culture. Undoubtedly, this suggests that the interests of Washington and Kuwait coincide in most positions.

In this regard, a reservation should be made that in modern conditions the foreign policy course of even Washington's "traditional" regional allies, such as Kuwait, is distinguished by a certain degree of unpredictability, which does not indicate the desire of these states to make serious adjustments in their foreign policy lines. but is a consequence of the fundamental crisis of the world political system as a whole and its regional subsystems. Accordingly, today there are no prerequisites for the fact that the nature of Kuwait's foreign policy will radically change in the near future. As a consequence, Kuwait is likely to remain committed to an alliance with the United States in the short and medium term. The geostrategic attractiveness of Kuwait is directly related to its geographical position. In turn, the use of various foreign policy tools by Washington in building relations with Kuwait indicates that this state occupies an important place in the system of US foreign policy coordinates. military presence, deep cooperation in the military-technical sphere, a developed system of trade and economic relations, as well as cooperation in the field of education and culture. Undoubtedly, such a line of US foreign policy fits quite organically into a broader context - the US strategy in the Middle East. The US regards Kuwait as an important "element" of the Iranian containment system. In addition, given Kuwait's membership in OPEC, building constructive relations with this state opens up the opportunity for the United States to indirectly influence the global hydrocarbon market. Moreover, achieving a high level of trade and economic cooperation with such Middle Eastern states as Kuwait is necessary from the point of view of attracting foreign investment. Finally, an equally important task in the framework of the American Middle East strategy is to strengthen its own positions in the regional arms market, while cooperation with Kuwait in this sense is only a confirmation of this.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бауман, З. Текучая современность / З. Бауман – СПб.: Питер, 2008. – 240 с.
2. Белокреницкий, В.Я. Восток в мирополитических процессах. – М.: Институт востоковедения РАН, 2010. – 320 с.
3. Воскресенский, А.Д. Политические системы и модели демократии на Востоке / А.Д. Воскресенский – М.: Аспект Пресс, 2007. 190 с.
4. Закария, Ф. Постамериканский мир будущего / Ф. Закария. – М.: Европа, 2009. – 280 с.
5. Киссинджер, Г. Мировой порядок / Г. Киссинджер. – М.: АСТ, 2017. – 512 с.
6. Купер, Р. Раздор между народами. Порядок и хаос в XXI веке. / Р. Купер – М.: Московская школа политических исследований, 2010. – 239 с.

7. Моизи, Д. Геополитика эмоций. Как культуры страха, унижения и надежды преобразуют мир / Д. Моизи. – М.: Московская школа политических исследований, 2010. – 216 с.
8. Хаас, Р. Мировой беспорядок / Р. Хаас. – М.: АСТ, 2019. – 320 с.
9. Цыганков, П.А. Политическая динамика современного мира. Теория и практика / П.А. Цыганков. – М.: Изд-во МГУ, 2017. – 576 с.
10. Agreement Between the Government of the United States of America and the Government of the State of Kuwait Concerning the Development of Trade and Investment Relations// United States Trade Representative. URL: https://ustr.gov/sites/default/files/uploads/agreements/tifa/asset_upload_file909_7733.pdf
11. Ahmed Al Jaber Air Base // Global Security. URL:<https://www.globalsecurity.org/military/facility/ahmed-al-jaber.htm>
12. Ali Al Salem Air Base in Kuwait City, Kuwait //Military Bases. URL:<https://militarybases.com/overseas/kuwait/ali-salem>
13. Camp Arifjan Army Base in Arifjan, Kuwait //Military Bases. URL:<https://militarybases.com/overseas/kuwait/camp-arifjan>
14. Camp Buehring Army Base in Udari, Kuwait //Military Bases. URL:<https://militarybases.com/overseas/kuwait/camp-buehring>
15. Camp Partriot Army Base in Southeast Coast, Kuwait // Military Bases. URL:<https://militarybases.com/overseas/kuwait/camp-patriot>
16. Cronk T.M. U.S.-Kuwaiti Partnership Forged in 1991 Liberation Endures, Mattis Says // U.S. Department of Defense. URL: <https://www.defense.gov/Explore/News/Article/Article/1389196>
17. EducationUSAat US Embassy Kuwait // U.S. Department of State. URL: <https://educationusa.state.gov/centers/educationusa-us-embassy-kuwait>
18. Egmont Group // Official Website. URL:<https://egmontgroup.org/en>
19. Exchange Programs for Non-U.S. Citizens – Kuwait // The Bureau of Educational and Cultural Affairs of the U.S. Department of State. URL:https://exchanges.state.gov/non-us/search/solr/?f%5B0%5D=bundle%3Aexchange_program&f%5B1%5D=im_field_location%3A191&from_redirect=1
20. Istanbul Cooperation Initiative // NATO. URL: https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_58787.htm?
21. Katzman K. Kuwait: Governance, Security, and U.S. Policy // Congressional Research Service. URL: <https://fas.org/sgp/crs/mideast/RS21513.pdf>
22. Kuwait Follows Up U.S. Announcement on Iran’s Nuclear Deal with Great Interest //Kuwait News Agency. URL:<https://www.kuna.net.kw/ArticleDetails.aspx?id=2725312&language=en#>
23. Kuwait Inaugurates Diplomatic Mission to NATO // NATO. URL: https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_160834.htm
24. Kuwait to Host Largest US Military Airport in Middle East // The National. URL:<https://www.thenational.ae/world/gcc/kuwait-to-host-largest-us-military-airport-in-middle-east-1.750485>
25. Kuwait: Security Aid Pivot Table – Programs // Security Assistance Monitor. URL: <http://securityassistance.org/data/program/military/Kuwait/2000/2020/all/Global>
26. Major Non-NATO Ally Status // U.S. Department of State. URL: <https://www.state.gov/major-non-nato-ally-status>
27. Middle East and North Africa Financial Action Task Force // Official Website. URL: <http://www.menafatf.org/about>
28. NATO and Kuwait Move Their Long-Standing Partnership Forward // NATO. URL: https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_170820.htm
29. Operation Inherent Resolve // Official Website. URL:<https://www.inherentresolve.mil>

30. Shanker Th. In Kuwait, Panetta Affirms U.S. Commitment to Middle East // The New York Times. URL: <https://www.nytimes.com/2012/12/12/world/middleeast/in-kuwait-panetta-affirms-us-commitment-to-middle-east.html>
31. Strategic Dialogue // U.S. Embassy in Kuwait. URL: <https://kw.usembassy.gov/our-relationship/strategic-dialogue>
32. The Middle East Strategic Alliance Has a Long Way to Go // Carnegie Endowment for International Peace. URL: <https://carnegieendowment.org/2019/02/08/middle-east-strategic-alliance-has-long-way-to-go-pub-78317>
33. U.S. and Saudi Arabia to Co-Chair New Terrorist Financing Targeting Center // U.S. Department of the Treasury. URL: <https://www.treasury.gov/press-center/press-releases/Pages/sm0092.aspx>
34. U.S. Approves Possible Sale of 300 AGM-114R Hellfire Missiles to Kuwait // DefPost. URL: <https://defpost.com/us-approves-possible-sale-300-agm-114r-hellfire-missiles-kuwait>
35. U.S. Security Cooperation with Kuwait // U.S. Department of State. URL: <https://www.state.gov/u-s-security-cooperation-with-kuwait>
36. U.S. State Department Clears \$1.4 Billion Sale of Patriot Air and Missile System to Kuwait // Reuters. URL: <https://www.reuters.com/article/us-usa-kuwait-patriot-idUSKBN2343AR>
37. U.S.-Kuwait Trade Facts // United States Trade Representative. URL: <https://ustr.gov/countries-regions/europe-middle-east/middle-east/north-africa/kuwait>
38. US Approves 40 F/A-18 E/F Super Hornet Fighters, Engines, Radars for \$10.1 Billion to Kuwait // Defense World. URL: https://www.defenseworld.net/news/17697/US_Approves_40_F_A_18_E_F_Super_Hornet_Fighters_Engines_Radars_For_10_1_Billion_To_Kuwait
39. US Government to Upgrade 218 Kuwaiti M1A2 Abrams Tanks for \$29 Million // Defense World. URL: https://www.defenseworld.net/news/20979/US_Government_to_Upgrade_218_Kuwaiti_M1A2_Abrams_Tanks_for_29_Million

REFERENCES

1. Bauman, Z. Tekuchaya sovremennost' / Z. Bauman – SPb.: Piter, 2008. – 240 s.
2. Belokrenickij, V.YA. Vostok v miropoliticheskikh processah. – M.: Institut vostokovedeniya RAN, 2010. – 320 s.
3. Voskresenskij, A.D. Politicheskie sistemy i modeli demokratii na Vostoke / A.D. Voskresenskij – M.: Aspekt Press, 2007. 190 s.
4. Zakariya, F. Postamerikanskij mir budushchego / F. Zakariya. – M.: Evropa, 2009. – 280 s.
5. Kissindzher, G. Mirovoj poryadok / G. Kissindzher. – M.: AST, 2017. – 512 s.
6. Kuper, R. Razdor mezhdru narodami. Poryadok i haos v XXI veke. / R. Kuper – M.: Moskovskaya shkola politicheskikh issledovanij, 2010. – 239 s.
7. Moizi, D. Geopolitika emocij. Kak kul'tury straha, unizheniya i nadezhdy preobrazhayut mir / D. Moizi. – M.: Moskovskaya shkola politicheskikh issledovanij, 2010. – 216 s.
8. Haas, R. Mirovoj besporyadok / R. Haas. – M.: AST, 2019. – 320 s.
9. Cygankov, P.A. Politicheskaya dinamika sovremennogo mira. Teoriya i praktika / P.A. Cygankov. – M.: Izd-vo MGU, 2017. – 576 s.
10. Agreement Between the Government of the United States of America and the Government of the State of Kuwait Concerning the Development of Trade and Investment Relations// United States Trade Representative. URL: https://ustr.gov/sites/default/files/uploads/agreements/tifa/asset_upload_file909_7733.pdf
11. Ahmed Al Jaber Air Base // Global Security. URL: <https://www.globalsecurity.org/military/facility/ahmed-al-jaber.htm>
12. Ali Al Salem Air Base in Kuwait City, Kuwait //Military Bases. URL: <https://militarybases.com/overseas/kuwait/ali-salem>

13. Camp Arifjan Army Base in Arifjan, Kuwait //Military Bases. URL:<https://militarybases.com/overseas/kuwait/camp-arifjan>
14. Camp Buehring Army Base in Udari, Kuwait //Military Bases. URL:<https://militarybases.com/overseas/kuwait/camp-buehring>
15. Camp Partriot Army Base in Southeast Coast, Kuwait // Military Bases. URL:<https://militarybases.com/overseas/kuwait/camp-patriot>
16. Cronk T.M. U.S.-Kuwaiti Partnership Forged in 1991 Liberation Endures, Mattis Says // U.S. Department of Defense. URL: <https://www.defense.gov/Explore/News/Article/Article/1389196>
17. EducationUSAat US Embassy Kuwait // U.S. Department of State. URL: <https://educationusa.state.gov/centers/educationusa-us-embassy-kuwait>
18. Egmont Group // Official Website. URL:<https://egmontgroup.org/en>
19. Exchange Programs for Non-U.S. Citizens – Kuwait // The Bureau of Educational and Cultural Affairs of the U.S. Department of State. URL:https://exchanges.state.gov/non-us/search/solr/?f%5B0%5D=bundle%3Aexchange_program&f%5B1%5D=im_field_location%3A191&from_redirect=1
20. Istanbul Cooperation Initiative // NATO. URL: https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_58787.htm?
21. Katzman K. Kuwait: Governance, Security, and U.S. Policy // Congressional Research Service. URL: <https://fas.org/sgp/crs/mideast/RS21513.pdf>
22. Kuwait Follows Up U.S. Announcement on Iran's Nuclear Deal with Great Interest //Kuwait News Agency. URL:<https://www.kuna.net.kw/ArticleDetails.aspx?id=2725312&language=en#>
23. Kuwait Inaugurates Diplomatic Mission to NATO // NATO. URL: https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_160834.htm
24. Kuwait to Host Largest US Military Airport in Middle East // The National. URL:<https://www.thenational.ae/world/gcc/kuwait-to-host-largest-us-military-airport-in-middle-east-1.750485>
25. Kuwait: Security Aid Pivot Table – Programs // Security Assistance Monitor. URL: <http://securityassistance.org/data/program/military/Kuwait/2000/2020/all/Global>
26. Major Non-NATO Ally Status // U.S. Department of State. URL: <https://www.state.gov/major-non-nato-ally-status>
27. Middle East and North Africa Financial Action Task Force // Official Website. URL: <http://www.menafatf.org/about>
28. NATO and Kuwait Move Their Long-Standing Partnership Forward // NATO. URL: https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_170820.htm
29. Operation Inherent Resolve // Official Website. URL:<https://www.inherentresolve.mil>
30. Shanker Th. In Kuwait, Panetta Affirms U.S. Commitment to Middle East // The New York Times. URL: <https://www.nytimes.com/2012/12/12/world/middleeast/in-kuwait-panetta-affirms-us-commitment-to-middle-east.html>
31. Strategic Dialogue // U.S. Embassy in Kuwait. URL: <https://kw.usembassy.gov/our-relationship/strategic-dialogue>
32. The Middle East Strategic Alliance Has a Long Way to Go // Carnegie Endowment for International Peace. URL:<https://carnegieendowment.org/2019/02/08/middle-east-strategic-alliance-has-long-way-to-go-pub-78317>
33. U.S. and Saudi Arabia to Co-Chair New Terrorist Financing Targeting Center // U.S. Department of the Treasury. URL: <https://www.treasury.gov/press-center/press-releases/Pages/sm0092.aspx>
34. U.S. Approves Possible Sale of 300 AGM-114R Hellfire Missiles to Kuwait // DefPost. URL: <https://defpost.com/us-approves-possible-sale-300-agm-114r-hellfire-missiles-kuwait>

35. U.S. Security Cooperation with Kuwait // U.S. Department of State. URL: <https://www.state.gov/u-s-security-cooperation-with-kuwait>
36. U.S. State Department Clears \$1.4 Billion Sale of Patriot Air and Missile System to Kuwait // Reuters. URL: <https://www.reuters.com/article/us-usa-kuwait-patriot-idUSKBN2343AR>
37. U.S.-Kuwait Trade Facts // United States Trade Representative. URL: <https://ustr.gov/countries-regions/europe-middle-east/middle-east/north-africa/kuwait>
38. US Approves 40 F/A-18 E/F Super Hornet Fighters, Engines, Radars for \$10.1 Billion to Kuwait // Defense World. URL: https://www.defenseworld.net/news/17697/US_Approves_40_F_A_18_E_F_Super_Hornet_Fighters_Engines_Radars_For_10_1_Billion_To_Kuwait
39. US Government to Upgrade 218 Kuwaiti M1A2 Abrams Tanks for \$29 Million // Defense World. URL: <https://www.defenseworld.net/news/20979/>

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Гукасов Арсен Вячеславович, кандидат политических наук, доцент, доцент кафедры креативно-инновационного управления и права, ФГБОУ ВО «Пятигорский государственный университет», e-mail: arsen_gukasov@yahoo.com

Gukasov Arsen Vyacheslavovich, Candidate of Political Sciences, Associate Professor, Department of Creative and Innovative Administration and Law, Pyatigorsk State University, e-mail: arsen_gukasov@yahoo.com

Гукасова Маргарита Вячеславовна, кандидат филологических наук, доцент кафедры европейских языков, ФГБОУ ВО «Пятигорский государственный университет», e-mail: margarita.gukasova@yandex.ru

Gukasova Margarita Vyacheslavovna, PhD in Philology, Associate Professor, Department of European Languages, Pyatigorsk State University, e-mail: margarita.gukasova@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 02.04.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 03.06.2021

А.И. Бедаев [A.I. Bedaev]

УДК 94(470) / 321.01

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.22

**ВТОРАЯ МИРОВАЯ ВОЙНА В
КОНТЕКСТЕ
СОВРЕМЕННОЙ ПОЛИТИЧЕСКОЙ
МИФОЛОГИИ****WORLD WAR II IN THE CONTEXT
OF MODERN POLITICAL
MYTHOLOGY***Астраханский государственный университет, e-mail: sascha.bolqow2012@yandex.ru
Astrakhan State University, e-mail: sascha.bolqow2012@yandex.ru*

Аннотация. Целью настоящей статьи является рассмотрение комплекса политических мифов о Второй мировой войне, роли и места Советского Союза и других участников в ней, выявление основных тенденций и особенностей политических мифов по данной теме. Автор приходит к выводу, что возникновение политических мифов о Второй мировой войне имеет целью «нормализацию» собственной истории, что предполагает надделение других участников Второй мировой войны в рамках национального мифа наиболее отрицательными качествами. Таким образом, неудобные факты из истории собственного народа становятся меньше заметными и оправданными исторической необходимостью.

Материалы, методы, результаты и обсуждения. В работе выявлены диалектические связи между разными политическими мифами, что помогает установить исторические корни некоторых политических мифов о Второй мировой войне.

Результаты исследования. Политические мифы о Второй мировой войне можно условно разделить на категорию общих западноевропейских мифов и категорию мифов национальных. К категории общих мифов следуют отнести мифы о советской оккупации, мифы о равенстве тоталитаризмов и об одинаковой ответственности за начало Второй мировой войны Германии и СССР, мифы о пирровой победе Красной Армии и решающей роли природных условий России в разгроме нацистской Германии. К национальным мифам можно отнести мифы о народе-жертве (в Польше – народ – жертва двух оккупаций, причём, советская оккупация страшнее; в Германии – народ – жертва гитлеровского режима и наступающей Красной Армии), миф о попутчиках (в Германии), миф о равнозначности ГУЛАГА и лагерей смерти гитлеровской Германии (в Польше – на примере событий 1940 г. в Катыни).

Ключевые слова: Вторая мировая война, политический миф, фальсификация истории, «нормализация истории», «народ-жертва», «равенство тоталитаризмов», коннотация.

Abstract. The purpose of this article is to examine the complex of political myths about World War II, the role and place of the Soviet Union and other participants in it, to identify the main trends and features of political myths on this topic. The author concludes that the emergence of political myths about the Second World War is aimed at «normalizing» its own history, which implies endowing other participants of the Second World War within the framework of the national myth with the most negative qualities. Thus, inconvenient facts from the history of one's own people become less noticeable and justified by historical necessity.

Materials, methods, results and discussions. This study reveals dialectical connections between different political myths, which helps to establish the historical roots of some political myths about the Second World War.

Conclusion. *Political myths about World War II can be conditionally divided into the category of general Western European myths and the category of national myths. The category of common myths should include the myths about the Soviet occupation, the myths about the equality of totalitarianism and the equal responsibility for the outbreak of World War II between Germany and the USSR, the myths about the Pyrrhic victory of the Red Army and the decisive role of the natural conditions of Russia in the defeat of Nazi Germany. National myths include myths about a victim nation (in Poland, the people are a victim of two occupations, and the Soviet occupation is worse; in Germany, the people are a victim of the Hitler regime and the advancing Red Army), the myth of fellow travelers (in Germany), the myth of the equivalence of the GULAG and the death camps of Hitlerite Germany (in Poland - on the example of the events of 1940 in Katyn).*

Key words: World War II, political myth, falsification of history, «normalization of history», «people-victim», «equality of totalitarianism», connotation.

В последнее время в средствах массовой информации всё чаще можно услышать о проблеме фальсификации истории и формирования разного рода политических мифов, в том числе и мифов о Второй мировой войне. В большинстве случаев политические мифы о Второй мировой войне рассматриваются с нормативно-оценочной позиции, когда политические мифы соотносятся с объективными оценками и устанавливается ложность мифов. Такая оценка, конечно имеет право на существование, между тем, в нашей статье мы постараемся посмотреть на существующую проблему сквозь призму диалектического анализа и семиотического дискурса.

Прежде всего, необходимо выделить по меньшей мере два уровня политических мифов о событиях Второй мировой войны. Так как политическая мифология данного направления берёт своё начало в странах Западной Европы и активно развивается в настоящее время в республиках бывшего СССР, следует говорить о политических мифах общих для нынешней идеологической оппозиции современной России. Это – первый уровень политической мифологии о Второй мировой войне. В центре внимания здесь находится Советский Союз с его тоталитарным режимом и агрессивным подавлением порабощённых стран Европы походом Красной Армии 1945 г. Тоталитарный режим СССР представляется здесь схожим со значительно отличающимся режимом нацистской Германии. Объединяющим фактором здесь оказывается тотальное подавление прав и свобод личности. Графическое изображение на прямой двух тоталитарных режимов на полюсах прямой с этой позиции позволяет изогнуть эту прямую и сблизить полюса. Получившаяся, таким образом, подкова графически демонстрирует схожесть двух тоталитарных режимов (в нацистской Германии и СССР). Постановка в один ряд советского и нацистского режимов обесценивает победу Советского Союза над фашистской Германией и порождает миф о вторичной оккупации Европы – уже силами советского режима. Идея равенства тоталитаризмов активно поддерживается в странах Евросоюза. Так, в 2009 г. Европейским парламентом был учреждён «День памяти жертв сталинизма и нацизма» [2]. Особенно циничным выглядит выбор дня памяти – 23 августа 1939 г., – дня подписания «Пакта Молотова-Риббентропа», когда Советский Союз был вынужден самими же европейскими странами пойти на подписание подобного документа. Между тем, подавление прав человека советским оккупационным режимом, таким образом, даёт основание утверждать равнозначность ответственности СССР и Германии за страдания народов Европы. Этот миф, в свою очередь даёт почву для возникновения уже современного мифа о постоянной угрозе со стороны России для т. н. «европейских ценностей». Логика здесь проста: если Советский Союз был напрочь лишён этих ценностей, да и в современной России права человека нарушаются, то Россия – это угроза всему цивилизованному миру. В аналитическом обзоре от января 2016 г. французского государственного «Фонда Роберта Шумана» указывалось: «Россия рассматривалась как страна с антизападной моделью и по-

степенно таковой и становилась... <...>. Антагонизм между Западом и Россией сохраняется» [3, с. 138].

В то же время, следует назвать и политические мифы, формируемые в отдельных странах. Тема Второй мировой войны осмысливается в каждой стране не только с использованием общих политических шаблонов, но и требует творческого подхода, т. к. историческая роль разных стран в событиях 1939 – 1945 гг. была различной и диктовалась предшествующими событиями.

Так, например, в ФРГ ещё в 1985 г. была поставлена задача «нормализации прошлого» или «нормализации истории». Эта задача предполагала преуменьшение собственной роли Германии во Второй мировой войне за счёт выдвижения на первый план обсуждения недостатков, присущих политическим системам других стран, например СССР. Решение этой задачи началось с т. н. «спора историков» в Западной Германии (1985 г.), в котором приняли участие профессор Свободного университета Э. Нольте и философ Ю. Хабермас. Позицию Э. Нольте поддержали А. Хиллгрубер, Й. Фёст, Ю. Хильдебранд и советник канцлера ФРГ Г. Коля М. Штюрмер. Ю. Хабермас, выступавший с левоцентристских позиций, получил поддержку от историков Х. Моммзена и Э. Йеккеля, тогдашнего редактора журнала «Шпигель» Р. Аугштайна и др. Катализатором завязавшегося спора послужило посещение канцлером ФРГ Г. Коелем и президентом США Р. Рейганом мемориала СС в Битбурге в 1985 г. [1, с.52]. Объяснялось это тем, что воины СС уже предстали перед Богом и другого суда над ними уже вершить не надо. Так просто и изящно стало входить в политическую моду чествование воинов карательных отрядов СС.

В ходе завязавшейся дискуссии были поставлены вопросы, которые и легли в основу целого ряда мифов: это, уже упоминавшаяся нами, «теория подковы», миф о немецком народе, как народе-жертвы, миф о превентивном характере войны гитлеровской Германии против СССР, миф о равенстве ГУЛАГА и нацистских концлагерей. При этом, другая – советская Германия – ГДР – изучала иную историю и изначально позиционировала себя, как антифашистское государство. История фашистского рейха была объявлена здесь чудовишной ошибкой. Преступления нацизма связывались в ГДР, прежде всего, с преступлениями в Восточной Европе. В ФРГ тема преступлений нацизма в Восточной Европе замалчивалась. Здесь долгое время самым страшным преступлением считалось только массовое уничтожение евреев. Таким образом, признание вины в одном, как бы устраняло необходимость признавать вину в другом.

Нюрнбергский процесс породил миф о том, что *все* (!) главные преступники нацистской Германии – главные виновники развязывания Второй мировой войны и проведения в жизнь решений политического режима гитлеровской Германии уже наказаны. Остальные же участники тех кровавых событий – лишь «попутчики» нацистского режима. Миф о «попутчиках» был необходим политическому руководству Западной Германии, т. к. её политическая элита в значительной степени состояла из политической элиты Третьего рейха.

То же стремление уклониться от ответственности за события Второй мировой войны характерно не только для отдельных социальных групп, но и для целых государств. Так, для т. н. «малых стран» характерен миф о необходимости манёвра между «большими странами», которые и определяли всю политику. Малые страны, таким образом, лишь двигались в фарватере, намеченном другими. В то же время, страны, которые никак нельзя назвать «малыми», также пытаются дистанцироваться от сколько-нибудь значимых решений накануне и во время Второй мировой войны, обнажаящих неприглядную сторону внешней политики национальных правительств. Так, Польша объявляет себя жертвой агрессии гитлеровской Германии и Советского Союза, но всячески умалчивает о своём участии в Мюнхенском сговоре 1938 г. и последующей оккупации Тешинской области Чехословакии польскими войсками [Там же].

В 2010 г. на российском телевидении был показан фильм А. Вайды «Катынь» и тогда же была проведена дискуссия сразу после просмотра фильма по фильму и по событиям 1940

г. в Катыни [4; 5, с. 41]. Тогда же К.И. Косачёвым было отмечено, что трагедия Катыни, хотя и, безусловно, важная, но не единственная в польской истории. Например, можно вспомнить т. н. «Волынскую резню» украинскими националистами в 1943-1947 гг. Между тем, современная практика международных отношений считает упоминание Катыни более политкорректным, а упоминание «Волынской резни» – менее и на саму «Волынскую резню» Украина отвечает обвинениями в трагедии на Холмщине и Надсянье в 1944 г. [8]. В том же фильме А. Вайды, как обратил внимание В.Т. Третьяков, советская зона оккупации Польши обозначена соответствующим комментарием – «советская зона оккупации», а немецкая – нет. И хотя, участники дискуссии отказались признавать этот фильм антироссийским, определённый перекос в сторону антирусскости был отмечен. Вероятно, на подобных полунамёках, недосказанностях и вырастают впоследствии политические мифы. Политический миф, таким образом, может довольно существенно искажать события реальной истории, выделяя одни из них и замалчивая другие. Так, только открытое чествование украинских националистов заставило представителей властей Польши выразить своё несогласие по этому поводу в 2018 и 2019 гг., в то время, как тема Катыни муссируется в польском обществе постоянно [10]. И это при том, что за всё время существования независимой Польши ни в 1920-1930 гг., ни в 1945-2000 гг. правительство Польши не соглашается признавать ответственность за военное преступление Польши, когда здесь были расстреляны советские военнослужащие, попавшие в польский плен в ходе советско-польской войны 1919-1921 гг. [5, с. 41]. Цифры здесь называются разные: от 18 до 60 тыс. человек (количество расстрелянных поляков в Катыни варьируется от 2,5 до примерно 12,5 тыс. человек). При этом, в начале 1990-х гг. во время визита в Польшу Б.Н. Ельцыным были принесены официальные извинения российской стороны за события в Катыни. Между тем, польская сторона за расстрел советских военнослужащих никаких извинений России не приносила и сам факт этого преступления в Польше не является предметом постоянного и активного обсуждения. Более того, в 2015 г. министр иностранных дел Польши Гжегож Схетына, заявил, что предполагаемый памятник погибшим красноармейцам в Кракове не должен иметь надписей о том, что поляки расстреливали пленных, а указать другие причины смерти [11].

Если мифы о Второй мировой войне на территории бывших союзных республик являются известного рода «новоделом», то подобные же мифы в Западной Европе имеют долгую предысторию. Так, миф о равнозначности тоталитаризмов, по-видимому, вырос из представления о деспотической России во все времена, в противовес всегда демократическому Западу [7, с.464; 13]. Миф о советской оккупации Европы исходил из мифа о порабощении народов ещё в царской России. Так, греческо-польский историк Милтиадес Варвоунис пишет: «...не будет преувеличением сказать, что деспотическое государство царской России и СССР было построено на трупах нерусских покорённых народов, которые страдали в течение многих столетий под игом империалистического господства Кремля...» [3, с. 149].

Миф о том, что не мужество советских людей, превосходство в военной технике, военном управлении, не правильность решений советских военачальников привели советский народ к победе над Германией в 1945 г., а «генерал Мороз», или пресловутая распутица (по воспоминаниям Э. Манштейна [6, с. 149]) – восходит к мифу в западной историографии о роли того же «генерала Мороза» (по-сути, речь идёт о природных условиях России) в разгроме армии Наполеона в 1812 г. Отсюда возникает следующий миф – о том, что СССР одержал победу в войне с Германией ценой человеческих потерь, намного превосходящих германские потери. Т.е., речь идёт о «пирровой победе», т. к. несмотря на всю свою агрессивность, СССР не мог в чём-то превосходить Германию по определению. Этот миф, по-видимому, родился из мифа о тотальной отсталости и бескультурности России, распространённом ещё в XVIII-XIX вв. [7, с.464; 14]. Поправка на то, что из общего количества советских потерь военнослужащие составляют примерно половину, естественно, исключается [12].

Необходимо чётко осознавать, что однажды запущенный в массовое сознание нарратив в виде мифа, *навсегда* (!) остаётся в культурном поле нации и функционирует наряду с объективной информацией, предлагая коннотацию, как возможный выбор интерпретаций реальных событий, явлений и процессов. При определённой поддержке (финансовой, юридической, информационной) миф способен заменить собою денотат частично, или даже полностью его вытеснить из массового сознания [9, с. 195-196]. Так, например, обвинения Красной Армии в оккупации Европы заменили собою реальный страх европейцев в том, что Красная Армия может остановиться на границах СССР и миссию освобождения Европы от нацизма предоставит им самим. В качестве другого примера можно привести создание иного политического мифа о Второй мировой войне – мифа об обоснованности американских бомбардировок Хиросимы и Нагасаки. В 2007 г. министром обороны Японии Фумио Кюмой было сделано заявление, что он «не держит зла на США» за атомную бомбардировку японских городов, поскольку она помогла предотвратить оккупацию о. Хоккайдо советскими войсками [16]. Таким образом, жертвы ядерной бомбардировки ВВС США, а это не менее 450 тыс. человек [15], объявляются предпочтительнее советской оккупации Хоккайдо. При определённых условиях, это заявление японского политика может стать началом мифа о предпочтительности смерти советскому (в настоящее время российскому) плену, даже несмотря на почти полумиллионные жертвы мирного населения. Впрочем, остаётся надеяться, что сами рядовые японцы своего отношения к этой странице ствоей истории не поменяют, хотя... в 1945 г. советским солдатам, тоже, по-видимому, казалось, что никому не придёт в голову менять местами нападавшую и обороняющуюся стороны в войне с Германией.

Таким образом, по нашему мнению, можно выделить мифы, направленные на «нормализацию истории» отдельных стран через выставление неприглядных сторон других государств и режимов, мифы, обусловленные событиями сегодняшнего дня и направленные на то, чтобы заполучить, или сохранить выгодного союзника и избавиться всеми силами от невыгодного (бывшие союзные республики, а ныне Украина и страны Балтии). Мифы, касающиеся роли Советского Союза во Второй мировой войне, очевидно, могут иметь глубокие корни в Европе и восходить к уже давно сложившимся здесь стереотипам о России [7, с. 464]. Само собою, одновременно с этим повышается цена собственной демократичности (в смысле международного бренда) и собственной международной значимости. Вот почему, в американской истории мы не увидим ни битвы за Москву, ни Сталинграда, ни Курской дуги в том контексте, в котором они изучаются в России.

Всё сказанное выше, между тем, должно иметь в виду два важнейших фактора: первый – оперирование историческими фактами не может способствовать повышению уровня доверия между государствами, если оказывается на практике жонглированием датами, именами и событиями, а потому требует очень осторожного подхода. Стремление «нормализовать» свою историю нельзя осуществлять через исторические фальсификации и, по-видимому, в рамках комплиментарного подхода в международных отношениях дела прошлого должны рассматриваться узкими специалистами, без сопровождения массовой истерии в обществе. Второй аспект касается безопасности на уровне культурно-национальной памяти, т. н. «политики памяти» и связан с ведущейся сейчас против России информационной войной. Это означает, что до тех пор, пока в прессе, публичных заявлениях политиков, а также в отдельных мероприятиях (как, например, установка памятников солдатам СС, снос советских памятников воинам-освободителям в освобождённых странах и т. д.) будет присутствовать компонент информационной войны, необходимо вести постоянную работу в СМИ, сферах науки и культуры, публикации архивных материалов и т. д. с целью профессионального освещения самых различных аспектов Второй мировой войны, а значит всячески препятствовать малейшему искажению исторических фактов. Надо полагать, что только честный и непредвзятый подход к истории может быть условием ведения конструктивного диалога между странами, фактором, повышающим уровень доверия между ними.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьева Л. М. О трансформации чувства исторической ответственности политической элиты и общественности Германии и её бывших союзников за развязывание Второй мировой войны // Аналитические обзоры РИСИ. 2010. №1 (24). С. 3-51.
2. Европейский день памяти жертв сталинизма и нацизма. [Электронный ресурс]. URL: <https://ria.ru/20160823/1474973415.html> (дата обращения 15.11.2020).
3. Залесский К. А. Противостояние Русской и Западной цивилизаций: взгляд с Запада // Проблемы национальной стратегии. 2017. № 2 (41). С. 135-151.
4. Катынь. Послесловие. [Электронный ресурс]. URL: https://tvkultura.ru/article/show/article_id/21786/ (дата обращения 10.10.2020).
5. Кузнецовский В. Д. Экономический кризис правительство преодолевает успешно, на очереди – выработка мер по преодолению кризиса идеологического. М.: Российский институт стратегических исследований, 2012. – 85 с.
6. Манштейн Э. фон. Утерянные победы. Воспоминания фельдмаршала [пер. с немецкого]. М.: АСТ, 2007. – 828 с.
7. Меттан Г. Запад – Россия: тысячелетняя война. История русофобии от Карла Великого до украинского кризиса. М.: Паулсен, 2016. – 500 с.
8. Неменский О. Б. Память о Второй мировой войне и конфликты в области исторической политики между Украиной и Польшей (2015–2019 гг.) // Проблемы национальной стратегии. 2019. №6 (57). С. 118-143.
9. Николайчук И. А., Янгляева М. М., Якова Т. С. Управление прошлым и защита интересов государства // Проблемы национальной стратегии. 2020. №2 (59). С. 186-203.
10. Польша выразила протест из-за открытия на Украине памятника Шухевичу. [Электронный ресурс]. URL: <https://russian.rt.com/ussr/news/637625-polsha-protest-otkrytiye-pamyatnik> (дата обращения 10.10.2020).
11. Схетына озвучил условия установки памятника красноармейцам в Кракове. [Электронный ресурс]. URL: <https://ria.ru/20150415/1058763998.html> (дата обращения 10.10.2020).
12. Тимаков В. В. «Мы не завалили их трупами, а задавили броней». [Электронный ресурс]. URL: <https://rugraz.net/index.php/istoricheskoe-dostoinstvo/mifi-o-rossii-i-cccp/1489-v-timakov-mi-ne-zavalili-ih-trupami-a-zadavili-bronej> (дата обращения 10.10.2020).
13. Тимаков В. В. 1945. Поражение высшей расы // Изборский клуб (Русские стратегии). 2020. №1 (77). С. 111-121.
14. Тимаков В. В. Почему Запад не может простить России победы в Великой Отечественной войне? [Электронный ресурс]. URL: <https://rusvesna.su/news/1592941014> (дата обращения 10.10.2020).
15. «Это сущий ад на земле». 70 лет трагедии Хиросимы и Нагасаки. [Электронный ресурс]. URL: <https://tass.ru/spec/hiroshima> (дата обращения 10.10.2020).
16. Япония «не держит зла»: почему Токио не ждет извинений от США за бомбардировку Хиросимы. [Электронный ресурс]. URL: <https://tass.ru/mezhdunarodnaya-panorama/3315316> (дата обращения 10.10.2020).

REFERENCES

1. Voro'jova L. M. O transformacii chuvstva istoricheskoy otvetstvennosti politicheskoy jelity i obshhestvennosti Germanii i ejo byvshih sojuznikov za razvjazyvanie Vtoroj mirovoj vojny. // Analiticheskie obzory RISI. 2010. № 1 (24), S. 3-51.
2. Evropejskij den' pamjati zhertv stalinizma i nacizma [Elektronnyj resurs]. URL: <https://ria.ru/20160823/1474973415.html> (data obrashcheniya 15.11.2020).
3. Zalesskij K. A. Protivostojanie Russkoj i Zapadnoj civilizacij: vzgljad s Zapada // Problemy nacional'noj strategii. 2017. № 2 (41), S. 135-151.
4. Katyn'. [Elektronnyj resurs]. URL: https://tvkultura.ru/article/show/article_id/21786/ (data

obrashcheniya 10.10.2020).

5. Kuznechevskij V. D. Jekonomicheskij krizis pravitel'stvo preodolevaet uspesno, na ocheredi – vyrabotka mer po preodoleniju krizisa ideologicheskogo. M.: Rossijskij institut strategicheskikh issledovanij, 2012. – 85 s.

6. Manshtejn Je. fon. Uterjannye pobyedy. Vospominaniya fel'dmarshala [per. s nemeckogo]. M.: AST, 2007. – 828 s.

7. Mettan G. Zapad – Rossiya: tysjacheletnjaja vojna. Istorija rusofobii ot Karla Velikogo do ukrainskogo krizisa. M.: Paulsen, 2016. – 500 s.

8. Nemenskij O. B. Pamjat' o Vtoroj mirovoj vojne i konflikty v oblasti istoricheskoy politiki mezhdU Ukrainoj i Pol'shej (2015–2019 gg.) // Problemy nacional'noj strategii. 2019. № 6 (57). S. 118-143.

9. Nikolajchuk I. A., Jangljaeva M. M., Jakova T. S. Upravlenie proshlym i zashhita interesov gosudarstva // Problemy nacional'noj strategii. 2020. № 2 (59). S. 186-203.

10. Pol'sha vyrazila protest iz-za otkrytija na Ukraine pamjatnika Shuhevichu. [Elektronnyj resurs]. URL: <https://russian.rt.com/ussr/news/637625-polsha-protest-otkrytiye-pamyatnik> (data obrashcheniya 10.10.2020).

11. Shetyna ozvuchil uslovija ustanovki pamjatnika krasnoarmejcem v Krakove. [Elektronnyj resurs]. URL: <https://ria.ru/20150415/1058763998.html> (data obrashcheniya 10.10.2020).

12. Timakov V. V. «My ne zavalili ih trupami, a zadavili bronej». [Elektronnyj resurs]. URL: <https://rugraz.net/index.php/istoricheskoe-dostoinstvo/mifi-o-rossii-i-cccp/1489-v-timakov-mi-ne-zavalili-ih-trupami-a-zadavili-bronej> (data obrashcheniya 10.10.2020).

13. Timakov V. V. 1945. Porazhenie vysshej rasy // Izborskij klub (Russkie strategii). 2020. № 1 (77). S. 111-121.

14. Timakov V. V. Pochemu Zapad ne mozhet prostit' Rossii pobyedy v Velikoj Otechestvennoj vojne? [Elektronnyj resurs]. URL: <https://rusvesna.su/news/1592941014> (data obrashcheniya 10.10.2020).

15. «Jeto sushhij ad na zemle». 70 let tragedii Hirosimy i Nagasaki. [Elektronnyj resurs]. URL: <https://tass.ru/spec/hiroshima> (data obrashcheniya 10.10.2020).

16. Japonija «ne derzhit zla»: pochemu Tokio ne zhdet izvinenij ot SShA za bombardirovku Hirosimy. [Elektronnyj resurs]. URL: <https://tass.ru/mezhdunarodnaya-panorama/3315316> (data obrashcheniya 10.10.2020).

ОБ АВТОРЕ / ABOUT THE AUTHOR

Бедаев Александр Иванович, кандидат исторических наук, доцент кафедры политологии и международных отношений, Астраханский государственный университет

Bedaev Alexander Ivanovich, Candidate of Historical Sciences, Associate Professor of the Department of Political Science and International Relations, Astrakhan State University

Дата поступления в редакцию: 02.04.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 03.06.2021

Б. Г. Койбаев [B. G. Koybaev]¹
В. Ч. Ревазов [V. Ch. Revazov]²

УДК 327
DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.23

ОСОБЕННОСТИ ПОЛИТИКИ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА В ОТНОШЕНИИ СТРАН ЮЖНОГО КАВКАЗА В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

FEATURES OF THE EUROPEAN UNION'S POLICY TOWARDS THE SOUTH CAUCASUS COUNTRIES AT THE BEGINNING OF THE XXI CENTURY

¹Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова, г. Владикавказ, Россия, e-mail: koibaevbg@mail.ru/ Severo-Ossetian State University named after Kosta Levanovich Khetagurov, Vladikavkaz, Russia, e-mail: koibaevbg@mail.ru

²Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), г. Владикавказ, e-mail: revazov.v@yandex.ru/The North Caucasus Mining and Metallurgical Institute (State Technological University), Vladikavkaz, e-mail: revazov.v@yandex.ru

Аннотация

В статье анализируется роль Европейского союза (ЕС) во внутриполитических процессах в странах региона Южного Кавказа в начале XXI века. Отмечается, что Европейская политика соседства (ЕПС) была направлена на развитие ЕС привилегированных отношений с этими странами. Между тем оказываемая им финансовая помощь была связана с рядом важных условий, таких как развитие демократии, упрочение верховенства права, уважение прав человека. Ускоренное продвижение какой-либо из этих стран по пути реформирования политической системы гарантировало получение приоритетного места среди получателей европейской помощи.

Материалы, методы, результаты и обсуждения

В работе выявлен механизм содействия ЕС проведению демократических реформ в странах Южного Кавказа. Особенно это проявилось на примере Грузии: применение принципа политической обусловленности в рамках ЕПС весьма положительно повлияло на проведение институциональных изменений в этой республике. Подробно прослеживается взаимодействие между ЕС и Грузией в выполнении различных проектов в рамках подписанного в 2016 г. евро-грузинского ассоциированного соглашения. Констатируется, что после этого события отношения между ЕС и Грузией поднялись на качественно новый уровень. В целом успешно развивались также связи ЕС с Азербайджаном и Арменией, основанные на принципах демократии, верховенства права, уважения гражданских прав.

Заключение

Рассмотрев основные направления сотрудничества с ними, в работе сделан вывод, что в рассматриваемый период ЕС играл заметную роль в сложных внутриполитических процессах в этих странах, и эта тенденция продолжала оставаться устойчивой.

Ключевые слова: Европейский союз, страны Южного Кавказа, международные отношения, региональные геополитические процессы, европейские программы.

Abstract

The article analyzes the role of the European Union (EU) in the internal political processes in the countries of the South Caucasus region at the beginning of the XXI century. It is noted that the European Neighbourhood Policy (ENP) was aimed at developing the EU's privileged relations with these countries. Meanwhile, the financial assistance provided to them was associated with a number of important conditions, such as the development of democracy, the strengthening of the rule of law, and respect for human rights. The accelerated progress of any of these countries on the path of reforming the political system guaranteed a priority place among the recipients of European aid.

Materials, methods, results and discussions

The paper identifies the mechanism of the EU's assistance to the implementation of democratic reforms in the countries of the South Caucasus. This was especially evident in the case of Georgia: the application of the principle of political conditionality within the framework of the ENP had a very positive impact

on the implementation of institutional changes in this republic. The interaction between the EU and Georgia in the implementation of various projects under the agreement signed in 2016 is traced in detail. Euro-Georgian Association Agreement. It is stated that after this event, relations between the EU and Georgia have risen to a qualitatively new level. In general, the EU's relations with Azerbaijan and Armenia, based on the principles of democracy, the rule of law, and respect for civil rights, have also developed successfully.

Conclusion

Having considered the main areas of cooperation with them, the paper concludes that during the period under review, the EU played a significant role in the complex domestic political processes in these countries, and this trend continued to remain stable.

Key words: The European Union, the countries of the South Caucasus, international relations, regional geopolitical processes, European programs.

Введение

Политические процессы в странах Южного Кавказа в начале XXI века носили довольно противоречивый характер. Уникальное геополитическое положение, географическая близость к Европе усиливали внимание к региону Южного Кавказа со стороны ведущих западноевропейских стран. Мощным стимулом для активизации южно-кавказской политики явилось обнаружение в Каспийском субрегионе крупных запасов энергетического сырья: последнее обстоятельство придавало этому субрегиону чрезвычайно важную роль в энергетическом снабжении Европы. В контексте происходящих в Южном Кавказе геополитических процессов инструментом реализации политики ведущих стран Европы в этом направлении стал ЕС и его институты. Теоретической основой статьи явилось изложение сущности и специфик взаимоотношений ЕС со странами Южного Кавказа в рамках ЕПС; выявление проблем, возникших на пути их развития, раскрытие механизма сотрудничества между ними в двустороннем и многостороннем форматах.

Материалы и методы исследования

Эмпирической основой работы явились официальные документы ЕС, такие как Европейская стратегия безопасности (ЕСБ), 2003 г. («European security strategy», ESS); Европейская политика соседства (ЕПС), 2004 г. («European Neighbourhood Policy» ENP); программа Восточное партнерство (ВО), 2009 г. («Eastern partnership», EP); а также отдельные положения, внесенные в тексты конституционных законов Азербайджана (2009 г.) и Армении (2017 г.), после проведенных в этих странах референдумов.

Методологической основой работы является принцип объективности в освещении ключевых проблем взаимоотношений ЕС со странами Южного Кавказа. Их исследование предполагает использование методов институционального, сравнительного анализа.

Результаты и обсуждение

Расширение состава ЕС в начале нынешнего столетия оценивались элитами восточных стран-соседей этого объединения, как важное историческое событие. Несмотря на некоторый скептицизм, присутствующий в начале этого процесса, практика показала, что ЕС располагает большим потенциалом для развития отношений с восточными соседями, заинтересован в сотрудничестве с ними в создании зоны безопасности и благосостояния. В этот период стало все более очевидным, что границы ЕС в определенной степени являются условными, и в этом смысле у восточных стран-соседей появились благоприятные возможности для налаживания с ним сотрудничества в сфере политики, безопасности, экономики и культуры. Главной целью ЕПС было заявлено укрепление безопасности и рост благосостояния всех заинтересованных сторон. Путем ее реализации ЕС был намерен содействовать утверждению демократии, стабильности и росту благосостояния на соседних с ним территориях. Об этом отмечалось в Европейской стратегии безопасности (ЕСБ), одобренной в декабре 2003 г. В ней подчеркивалось, что ЕС стремится к созданию зоны развития, формированию «кольца дружественных стран», с которыми можно будет поддерживать высокого уровня отношения [2]. В то же время следует заметить, что в рамках ЕПС не предусматривалось предоставления восточным странам-партнерам каких-либо перспектив присоединения к ЕС, не предлага-

лись привилегированные отношения с ним, равно как и способствование в достижении целей в различных областях сотрудничества.

В ходе реализации ЕПС ставилось задачей расширение сотрудничества со странами Восточной Европы, а также региона Южного Кавказа. Однако учитывая разный уровень их развития, в Брюсселе придерживались принципа дифференцированного подхода к развитию отношений с ними. ЕПС осуществлялось в соответствии с положениями, отраженными в двусторонних соглашениях ЕС с этими странами. Стороны рассматривали эти соглашения как стратегически важные, поскольку в них содержались политические и экономические параметры, позволяющие определить в будущем уровень достигнутого прогресса во взаимоотношениях ЕС с восточными странами-соседями. Соглашения о сотрудничестве базировались на принципах уважения прав и интересов сторон, но в то же время, они отличались друг от друга наличием ряда факторов, таких как общий уровень взаимодействия ЕС с отдельными восточными странами-партнерами, потребности каждой из этих стран, получившие отражение в двусторонних соглашениях, учет взаимных интересов сторон и др.

В постсоветский период в страны Южного Кавказа стала поступать экономическая и финансовая помощь из ЕС, что имело важное значение в сложный переходный период [6]. Были разработаны проекты помощи этим странам, в частности, программа технической помощи СНГ (TACIS), включающая такие важные направления, как институциональные, законодательные и административные реформы; частный сектор и экономическое развитие; социальные аспекты транзиции; развитие инфраструктуры; ядерная безопасность и т.д. [5]. Среди проектов помощи ЕС важное место занимала также программа «Европейский инструмент содействия демократии и правам человека» (EIDHR) [11]. В ее рамках работающие в Грузии неправительственные организации получили в 2004-2006 гг. гранты на общую сумму 17 млн. евро [9]. Следует отметить, что в этой программе приоритетным направлением всегда была поддержка в республике независимых масс-медиа и парламентских структур.

В процессе реализации европейских программ порой возникали сложности из-за политики руководства стран Южного Кавказа. Прежде всего это касалось Армении. Так, в ходе официального визита в Москву 3 сентября 2013 г. президента республики С. Саргсяна было озвучено желание Еревана стать членом Евразийского таможенного союза (ЕТС), а 10 октября 2014 г. Армения вступила в Евразийский экономический союз (ЕЭС) [12]. Это событие служило свидетельством тому, что власти Армении придают важное значение развитию отношений с Российской Федерацией. В то же время, изменение армянского внешнеполитического курса было встречено с критикой в руководстве ЕС, надеявшегося на скорую интеграцию Армении в европейские структуры.

Особое его недовольство вызывал тот факт, что решение об изменении внешнеполитического курса Армении было принято спустя несколько месяцев после официальных переговоров руководителей республики в Брюсселе [1]. В этой связи в европейских политических кругах не скрывали сожаления из-за изменения внешнеполитического вектора Армении, полагая, что путем развития партнерских связей с ЕС можно было достичь модернизации в этой республике политических и экономических институтов, осуществить там демократические реформы [4].

Оппозиционная часть армянского электората выступила с осуждением политики руководства страны и потребовала внесения изменений в конституцию, предусматривающих перераспределение полномочий в пользу парламента при одновременных сокращениях властных полномочий у президентского института. Эти требования были поддержаны также международными организациями, в частности Советом Европы. В результате по итогам проведенного 27 ноября 2005 г. референдума в конституцию были внесены существенные изменения. В официальных армянских источниках новый текст с исправлениями получил название «Второй Конституции», или же «Конституции 2005 г.». Внесение изменений в конституцию было обусловлено теми обязательствами, которые были приняты Арменией перед ЕС. Проект конституции был разработан коалицией правительственных партий и организаций.

По данным Центральной избирательной комиссии в референдуме приняло участие 64% граждан страны, из них за внесение изменений в конституцию проголосовало 93,3%. В связи с необходимостью внесения изменений в конституцию 6 декабря 2015 г. был проведен референдум, поддержанный большинством армянского населения. Новые изменения предусматривали переход от президентской к парламентской форме правления, а также отказ от мажоритарной системы выборов в парламент [7].

Внесенные в конституцию Армении изменения официально вступили в силу в январе 2017 г. Согласно им, государственное управление строится по принципу разделения властей и баланса между законодательной, исполнительной и судебной властью (ст. 5). Такая формулировка присутствовала также в тексте конституции, принятой в 1995 г., однако по итогам референдума 2005 г., и особенно референдума в 2015 г. принцип разделения властей окончательно был закреплён в конституции республики [3]. В целом, прослеживая за процессом модернизации конституционного законодательства в Армении, следует отметить, что политические институты в республике формировались в условиях сильного внешнего воздействия. В 1991 г. в Армении начался процесс трансформации политической системы, который сопровождался противопоставлением нового общественно-политического устройства старой, советской модели.

В сложных условиях трансформировалась и политическая система в Азербайджане в начале XXI века. Действующая в республике конституция была принята 12 ноября 1995 г. В 2002 и 2009 гг. были проведены референдумы, по итогам которых в конституцию были внесены важные поправки. Согласно им, в первом туре президентских выборов для победы кандидату можно было получить простое большинство голосов (а не 2/3 голосов избирателей, как это практиковалось раньше). После проведенного в 2009 г. референдума в 29-ти статьях конституции было внесено 41 изменений, в соответствии с которыми полномочия президента существенно возросли. Будучи главой государства, он стал осуществлять контроль за деятельностью исполнительной власти. Специфика разделения властей в государственном устройстве Азербайджана давала повод полагать, что в политическом процессе доминирует президентский институт: именно президент руководил как внутренней, так и внешней политикой республики. В этой связи в подготовленном Венецианской комиссии Совета Европы заключении указывалось, что президент Азербайджана сосредоточил в своих руках широкую власть [15].

Areas of Limited Statehood

Transformative Power Europe?

The EU Promotion of Good Governance in

Areas of Limited Statehood В сложных условиях трансформировалась и политическая система в Азербайджане в начале XXI века. Действующая в республике конституция была принята 12 ноября 1995 г. В 2002 и 2009 гг. были проведены референдумы, по итогам которых в конституцию были внесены важные поправки. Согласно им, в первом туре президентских выборов для победы кандидату можно было получить простое большинство голосов (а не 2/3 голосов избирателей, как это практиковалось раньше). После проведенного в 2009 г. референдума в 29-ти статьях конституции было внесено 41 изменений, в соответствии с которыми полномочия президента существенно возросли. Будучи главой государства, он стал осуществлять контроль за деятельностью исполнительной власти. Специфика разделения властей в государственном устройстве Азербайджана давала повод полагать, что в политическом процессе доминирует президентский институт: именно президент руководил как внутренней, так и внешней политикой республики. В этой связи в подготовленном Венецианской комиссии Совета Европы заключении указывалось, что президент Азербайджана сосредоточил в своих руках широкую власть [15].

Кабинет министров строго в отведенный срок реализовывал указы и поручения президента, министры регулярно стали отчитываться перед ним за свою работу. Назначение премьер-министра было исключительной прерогативой президента, а парламент утверждал

представленную кандидатуру. Если по результатам трех этапов голосования в парламенте кандидатура премьер-министра не принималась депутатами, президент мог утвердить его без согласия депутатского корпуса. В рамках данных конституцией полномочий парламент мог выступить с законодательной инициативой и принимать постановления, кроме того, он утверждал государственный бюджет.

В 2009 г. в Грузии приступила к работе государственная комиссия с целью внесения существенных изменений в действующую конституцию страны, направленных на создание сбалансированной системы государственной власти и управления. В работе комиссии принимали участие представители как парламентской, так и внепарламентской оппозиции, эксперты, общественные активисты. Сам факт ее создания свидетельствовал о том, что в конституции республики имеются существенные недостатки, и разработка ее новой модели должна осуществляться в условиях широких консультаций.

В пакете конституционных изменений, представленных комиссией в ноябре 2010 г., получила отражение позиция, согласно которой для развития демократических процессов система государственной власти должна была быть модернизирована путем усиления полномочий парламента и ослабления власти президента. Настрой большей части гражданского общества в пользу усиления властных позиций парламента отражал имеющиеся в международной практике конституционные тенденции. В политических кругах Европы положительно оценивали эти изменения.

В ходе реализации ЕПС постепенно возрастала роль ЕС в региональных отношениях в Южном Кавказе, усиливалось здесь его влияние. В Брюсселе были заинтересованы в расширении диалога со странами региона: в 2003 г. сюда был направлен специальный представитель ЕС, что лишний раз свидетельствовало о высокой заинтересованности развивать сотрудничество со странами Южного Кавказа. В рамках действий, согласованных с ними, были определены главные приоритеты – укрепление демократических институтов, верховенство права, соблюдение прав и свобод граждан.

В одобренных в 2011 г. проектах помощи ЕС были отрегулированы программы сотрудничества на двусторонней основе, направленные на поддержку восточной страны-партнера, а также в многостороннем формате, ставивших целью решение проблем, возникающих перед несколькими, или же всеми восточными странами-партнерами ЕС. В рамках этих проектов особое внимание уделялось тем странам, которые достигли заметных успехов в создании демократических институтов. Защита неотъемлемых прав граждан и верховенство права считались непременным условием получения европейской помощи [8].

В рамках ЕПС планировалось развивать двусторонние отношения в разных направлениях, включая проведение реформ в сфере безопасности и государственного строительства. В целом, проследив за трансформацией политических систем в странах Южного Кавказа, можно отметить возрастающую роль в этом процессе ЕС. Так, в результате конституционных реформ в Грузии была изменена президентская система правления, возросла роль парламента и реформирована система местного самоуправления. Эти изменения были направлены на создание улучшенной контрольной и балансовой системы в этой республике. В соседних с ней Азербайджане и Армении, как отмечалось выше, также были внесены важные изменения в конституции, хотя имелись определенные недостатки в проведении реформ в этих республиках. В частности, в Азербайджане практика применения фундаментальных демократических прав находилась в зависимости от исполнительной власти, из-за чего в европейских экспертных кругах справедливо считали эту республику страной с «фасадной демократией» [10].

В исследуемый период ЕС являлся значительным донором для стран Южного Кавказа. В соответствии с опубликованной в 2006 г. программой регуляции внешней помощи ЕС приоритетные отношения с восточными странами-соседями должны были основываться на приверженности общечеловеческим ценностям [14].

В результате разработки новых механизмов и форматов в рамках программы ВП с 2009 г. политический диалог ЕС со странами Южного Кавказа активизировался: наблюдалась положительная динамика в сотрудничестве между ними в вопросах развития гражданского общества, что было важно с точки зрения расширения связей между неправительственными организациями, действующими в этих странах и аналогичными европейскими структурами. В ходе ежегодной оценки достигнутого уровня прогресса в двусторонних отношениях в Брюсселе опирались на результаты мониторинга, а также подготовленных отчетов со стороны гражданских обществ, местных и международных неправительственных организаций.

Выше отмечалось, что программа ВП предусматривала сотрудничество ЕС со странами Южного Кавказа в двустороннем и многостороннем форматах. В рамках двустороннего сотрудничества предполагалось создание политических и правовых рамок во взаимоотношениях между сторонами; многостороннее же сотрудничество было направлено на развитие региональных связей со странами Южного Кавказа путем реализации совместных проектов в политической, экономической и социальной сферах. Программа ВП была призвана создать условия для продвижения сторон в направлении расширения взаимовыгодных связей, способствовать укреплению безопасности в Южном Кавказе. В формате двустороннего сотрудничества программой ВП предусматривалась реализация проектов институционального развития: с их помощью ЕС союз стремился содействовать проведению демократических реформ в восточных странах-партнерах. В рамках программы ВП в 2010-2013 гг. ЕС было выделено 600 млн. евро для поддержки демократических реформ в 6 восточных странах-партнерах [13].

Выводы

Таким образом, темпы проведения реформ в странах Южного Кавказа в начале XXI века определяли общий уровень их сотрудничества с ЕС. При этом восточные страны-партнеры, достигшие наибольших успехов в проведении демократических реформ, получали больше выгод в соответствии с принципами «больше для большего», отраженными в ЕПС. Данная инициатива была направлена на содействие проведению демократических реформ в восточных странах-партнерах. При этом, как отмечалось на саммите ЕС в Вильнюсе 28-29 ноября 2013 г., необходимо было включить в рамки сотрудничества с восточными странами-партнерами их национальные парламенты, а также гражданские общества, бизнес-объединения и другие заинтересованные стороны.

Включение ЕС стран Южного Кавказа в различные проекты в рамках программы ВП партнерство являлось важным внешним фактором в проведении в них демократических реформ. В соглашениях с этими странами указывалось, что демократические ценности являются важным приоритетом, и что качество двустороннего и многостороннего сотрудничества зависит от приверженности всеобщим ценностям. После принятия программы ВП отношения ЕС со странами Южного Кавказа произошли качественные изменения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Договор о присоединении Республики Армения к Договору о Евразийском экономическом союзе от 29 мая 2014 года (подписан в г. Минске 10.10.2014); (ред. от 11.04.2017). [Электронный ресурс]. - URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_169854/ (дата обращения: 07.06.21).
2. Дудайти А.К. Большой Кавказ в мировой геополитике (состояние и перспективы развития политических процессов в Кавказском районе) // Вестник Владикавказского научного центра. – 2013. – Том 13. – №2. – С. 2-14.
3. Конституция Республики Армения с изменениями (принят 6 декабря 2015 года). [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.parliament.am/parliament.php?lang=rus&id=constitution> (дата обращения: 07.06.21).

4. Armenia to join Russia's Union, surprises EU.[Электронный ресурс]. - URL: <https://euobserver.com/foreign/121304> (дата обращения: 07.06.21).
5. Borzel T. A. Transformative Power Europe? The EU Promotion of Good Governance in Areas of Limited Statehood.[Электронный ресурс]. - URL: <https://www.researchgate.net>(дата обращения: 07.06.21).
6. European Commission. Wider Europe – Neighborhood: A new framework for relations with our eastern and southern neighbors. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. COM (2003) 104 final, 11 March 2003.[Электронный ресурс]. - URL: <https://docviewer.yandex.ru/>(дата обращения: 07.06.21).
7. EU Not Interested in Armenia Deal Ahead of Summit.[Электронный ресурс]. - URL: <http://asbarez.com/114866/eu-not-interested-in-armenia-deal-ahead-of-summit/>(дата обращения: 07.06.21).
8. European Neighborhood and Partnership Instrument (ENPI), 2007-2013.[Электронный ресурс]. - URL: <https://eur-lex.europa.eu>(дата обращения: 07.06.21).
9. European instrument for democracy and human rights.[Электронный ресурс]. - URL: https://ec.europa.eu/europeaid/how/finance/eidhr_en.htm_bg (дата обращения: 07.06.21).
10. Heinrich B. Formal Political System in Azerbaijan.[Электронный ресурс]. - URL: <http://www.laender-analysen.de/cad/pdf/CaucasusAnalyticalDigest24.pdf>(дата обращения: 07.06.21).
11. Technical Assistance for the Commonwealth of Independent States (TACIS). [Электронный ресурс]. - URL: <http://europa.eu>(дата обращения: 07.06.21).
12. The European Union and Georgia: portrait of a partnership.[Электронный ресурс]. - URL: https://eeas.europa.eu/sites/eeas/files/eu_georgia_en.pdf(дата обращения: 07.06.21).
13. Tikhon E. The Eastern partnership in terms of Brexit. [Электронный ресурс]. - URL: <http://csef.ru>(дата обращения: 07.06.21).
14. Regulation (EC) No 1893/2006 of the European parliaments and of the Council of 20 December 2006.[Электронный ресурс]. - URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1893&rid=1> (дата обращения: 07.06.21).
15. Venice Commission Questions Constitutional Changes in Azerbaijan.[Электронный ресурс]. - URL: http://azerireport.com/index.php?option=com_content&task=view&id=1110(дата обращения: 07.06.21).

REFERENCES

1. The Agreement on the Accession of the Republic of Armenia to the Treaty on the Eurasian Economic Union of May 29, 2014 (signed in Minsk on 10.10.2014); (as amended on 11.04.2017). [Electronic resource]. -URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_169854/
2. Dudaiti A. K. Greater Caucasus in world geopolitics (state and prospects of development of political processes in the Caucasus region) // Bulletin of the Vladikavkaz Scientific Center. - 2013. - Volume 13. - No. 2. - p. 2-14.
3. The Constitution of the Republic of Armenia as amended (adopted on December 6, 2015).[Electronic resource]. -URL: <http://www.parliament.am/parliament.php?lang=rus&id=constitution>
4. Armenia to join Russia's Union, surprises EU. [Electronic resource]. -URL: <https://euobserver.com/foreign/121304>
5. Borzel T. A. Transformative Power Europe? The EU Promotion of Good Governance in Areas of Limited Statehood. [Electronic resource]. - URL: <https://www.researchgate.net>
6. European Commission. Wider Europe – Neighborhood: A new framework for relations with our eastern and southern neighbors. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. COM (2003) 104 final, 11 March 2003.[Electronic resource]. - URL: <https://docviewer.yandex.ru/>
7. EU Not Interested in Armenia Deal Ahead of Summit. [Electronic resource]. -URL: <http://asbarez.com/114866/eu-not-interested-in-armenia-deal-ahead-of-summit/>

8. European Neighborhood and Partnership Instrument (ENPI), 2007- 2013.[Electronic resource]. -URL: <https://eur-lex.europa.eu>
9. European instrument for democracy and human rights. [Electronic resource]. - URL: https://ec.europa.eu/europeaid/how/finance/eidhr_en.htm_bg
10. Heinrich B. Formal Political System in Azerbaijan.[Electronic resource]. -URL: <http://www.laender-analysen.de/cad/pdf/CaucasusAnalyticalDigest24.pdf>
11. Technical Assistance for the Commonwealth of Independent States (TACIS). [Electronic resource]. - URL: <http://europa.eu>
12. The European Union and Georgia: portrait of a partnership. [Electronic resource]. - URL: https://eeas.europa.eu/sites/eeas/files/eu_georgia_en.pdf
13. Tikhon E. The Eastern partnership in terms of Brexit.[Electronic resource]. -URL: <http://csef.ru>
14. Regulation (EC) No 1893/2006 of the European parliaments and of the Council of 20 December 2006.[Electronic resource]. -URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1893&rid=1>
15. Venice Commission Questions Constitutional Changes in Azerbaijan.[Electronic resource]. - URL: http://azerireport.com/index.php?option=com_content&task=view&id=1110

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Койбаев Борис Георгиевич, доктор политических наук, профессор кафедры социологии и политологии Северо-Осетинского государственного университета им. К.Л. Хетагурова, г. Владикавказ, РСО-Алания, Российская Федерация.

Koybaev Boris Georgievich, doctor of Political Sciences, Professor of the Department of Sociology and Political Science, North Ossetian State University named after K. L. Khetagurov, Vladikavkaz, RNO-Alania, Russian Federation

Ревазов Владимир Черменович, кандидат педагогических наук, доцент кафедры философии и социально-правовых дисциплин Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета)», г. Владикавказ, e-mail: revazov.v@yandex.ru

Revazov Vladimir Chermenovich, candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Philosophy and Social and Legal Disciplines of the North Caucasus Mining and Metallurgical Institute (State Technological University), Vladikavkaz, e-mail: revazov.v@

Дата поступления в редакцию:12.05.2021

После рецензирования:23.05.2021

Дата принятия к публикации:13.06.2021

Сейед Хассан Мирфахраи [Seyed Hassan Mirfakhraei]

**СОГЛАШЕНИЕ МЕЖДУ ИРАНОМ И
ЕВРАЗИЙСКИМ ЭКОНОМИЧЕСКИМ
СОЮЗОМ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ
ГЕОЭКОНОМИЧЕСКИХ
ПОСЛЕДСТВИЙ**

**IRAN-EURASIAN ECONOMIC UNION
AGREEMENT FROM THE
PERSPECTIVE OF GEO-ECONOMIC
CONSEQUENCES**

УДК: 332.74
DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.24

Тегеран, Университет имени Алламе Табатабаи, e-mail: For5015020@yahoo.com/ Tehran, Allameh Tabatabai University, e-mail: For5015020@yahoo.com

Аннотация

Подписание соглашения о создании зоны свободной торговли между Исламской Республикой Иран и Евразийским экономическим союзом можно считать очень важным поворотным моментом в постсоветском взаимодействии Ирана и Евразийского региона.

Материалы, методы, результаты и обсуждения

Помимо экономических последствий, это событие может привести к изменениям в геополитических связях между Ираном и Евразией. Поэтому в настоящей работе геоэкономика является основной осью анализа этого соглашения. Соответственно, это торговое соглашение сопровождается геоэкономическими пре- и замедлителями между Ираном и Евразией. Среди наиболее важных факторов- присутствие Ирана в Евразийской интеграции, выход из геополитического тупика, создание антисанкционного механизма в Евразии и формирование Евразийского энергетического блока. Что касается наиболее важных структурных и экономико-политических факторов, то такие компоненты, как необходимость изменений в структуре микро-и макроэкономической экономики Ирана, обеспечение необходимой инфраструктуры, необходимость стратегического планирования для продления действующего соглашения или членства в союзе, внутренние политико-экономические споры в Евразийском союзе, односторонний характер согласованных преференциальных тарифов и загадка санкций, оказывают влияние.

Заключение

В конечном счете, однако, эта статья стремится доказать, что достижение этого соглашения с Евразийским экономическим союзом, при тщательном планировании и оптимальном использовании это может привести к возрождению геоэкономического потенциала Ирана в долгосрочной перспективе

Ключевые слова: Евразийский экономический союз, Иран, Россия, геоэкономика, санкции

Abstract

The signing of the agreement on the establishment of a free trade zone between the Islamic Republic of Iran and the Eurasian Economic Union can be considered a very important turning point in the post-Soviet interactions between Iran and the Eurasian region.

Materials, methods, results and discussions

Beyond the economic implications, this event could bring about changes in the geo-political connections between Iran and Eurasia. Therefore, in the present paper, geo-economics is the principal axis of analysis of this agreement. Accordingly, this trade agreement is accompanied by geo-

economic pre- and retarders between Iran and Eurasia. Among the most important promoters are Iran's presence in the Eurasian Integration, the exit from the geopolitical impasse, the achievement of an anti-sanctions mechanism in Eurasia, and the formation of the Eurasian energy bloc. Regarding the most important structural and economic-political retarders, components such as the need for changes in the structure of Iran's micro and macroeconomic economy, providing the necessary infrastructure, the need for strategic planning to extend the current agreement or membership in the union, internal political-economic disputes in the Eurasian Union, the unilateral nature of agreed preferential tariffs, and the enigma of sanctions are influential.

Conclusion

Ultimately, however, this article seeks to prove that reaching this agreement with the Eurasian Economic Union, if carefully planned and used optimally, can lead to the revival of Iran's geo-economic potential in the long run.

Key words: Eurasian Economic Union, Iran, Russia, Geo-economics, Sanction

Introduction

Iran is in a unique geopolitical environment. East of Iran is the strategic region of South Asia, which is embroiled in two serious crises between India and Pakistan and another in Afghanistan. The south of Iran in the Persian Gulf and the Sea of Oman, having the largest hydrocarbon resources in the world has led to the interventionist presence of the great powers and the escalation of tensions between Iran and these countries and their allies. In the western region of Iran, there is a critical geopolitics of the Middle East in Syria, Iraq, Palestine and Lebanon, which occupies a significant part of Iran's view. From this perspective, the stable geopolitics of the north can be considered the most accessible axis for the revival of Iran's geo-economy. However, in the years since the collapse of the Soviet Union, despite efforts, this has not been achieved. During the years 2013 onwards, with the observation of the convergent trend between Iran and Russia, there are signs of the revival of this geo-economic link.

In 2018, Iran and the Eurasian Economic Union signed an agreement to establish a free trade zone. Within the framework of this agreement, more than 800 items of goods were provided with preferential tariffs of both parties, and a number of important trade infrastructures were provided between the member countries of the Union and the Islamic Republic of Iran. The signing of this agreement was the result of a political process of convergence between Iran and Russia from 2014 onwards, given the new economic approaches of Iran and, of course, the Eurasian countries. However, despite offering economic and political opportunities, the agreement also faces significant political and structural challenges and obstacles. How to interact with these opportunities and challenges can have an impact on bilateral, regional and even international developments in the future. From this perspective, the scope of this agreement's impact is considered beyond economic issues, but in the geopolitical sphere and beyond the limited period of three years set out in the text of the agreement. All in all, the mechanism of this impact and the influencing and influenced factors is an ambiguity about which there is still disagreement. This article seeks to address these effects by focusing on geo-economics as its focus of attention.

Geo-economic link between Iran and Eurasia

Although the term "geo-economics" has not yet been clearly defined in the domain of international relations, its scope and limits of influence can be considered to some extent. Accordingly, based on the definitions of figures such as Magnon Chan, who considers geo-economics as a tool for analyzing economic strategies (Chan, 2011), the field of geo-economic analysis can be considered as the intersection between geopolitics and economics. Thus, in other words, geo-economics examines the role of economic variables in political decision-making and international issues and the impact of these resources on the shaping structure of regional or global geo-politics. On the other hand, the geo-economic consequences of globalization on the security of regions can be considered in the functioning of regions in the global economy, as well as the marginalization or devel-

opment of some regions in the conditions created by economic globalization (Ghasemi, 2012). Accordingly, the geographical and geopolitical components influencing the geopolitics of countries and regions all play a key role in geo-economics.

Geopolitics of Iran and Eurasia are located next to each other. From this perspective, Iran is considered as the gateway to the geopolitical link between Eurasia and the Middle East, especially the warm southern seas. Central Asia as a landlocked region and many other regions of Eurasia need access to warm southern seas to restore some of their capacity; in this regard, there is no other way than Iran. On the other hand, Iran is also considered as a bridge connecting Eurasia and the Indian Ocean (Kumar Mishra, 2012). On the other hand, there is an "enemy" or, in an optimistic view, a common "rival" (the United States) in both geopolitics, which has led to a greater bond between the two. The United States is working to block Russian infiltration and return to the Eurasian region, and to limit its current position by creating new structures. In addition, Eurasia can, according to Brzezinski, control and limit China's role on the world chessboard (Cichock, 2003). The United States also considers Iran a serious threat to the region and has made many efforts to block Iran in recent years (Rezaei&Jahanian, 2015).



Map 1: Intercontinental communication projects involving Russia and Eurasian geopolitics

Source: www.silkroadbriefing.com

In the field of security, the interests of Iran and Eurasia intersect in three subsystems of Central Asia, the Caspian Sea and the South Caucasus. These areas are considered as immediate security areas of Iran in which various arrangements have been made by Iran to deal with threats (Rezaei&Jahanian, 2015). In the case of Eurasia, Russia's security concerns about foreign influence or the possibility of physical security threats in its southern regions (in Central Asia and the Caucasus), which it calls "near abroad", have led to greater ties with Iran and other regions (Aydin, 2001). Therefore, the geopolitical link between the two regions in the context of common security concerns has been the result of developments in recent years in a way that even some views consider northern Iran as a geopolitical part of Eurasia.

These ties have led to the formation of Iran-Eurasia neighborly relations in a special structure. All interactions at other levels, including the economy, have been affected by these constant links. In recent years, however, we have witnessed the peak of dual economic and geopolitical interactions in Iran-Eurasia relations. Iran and Russia have common interests in the field of energy production and transmission, development of transit corridors for the transfer of domestic and foreign goods in the north-south direction, and protection of the sustainable use of biological resources. Interaction with Iran in the oil and gas industries, including shaping hydrocarbon transit corridors, can strengthen Russia's foreign policy by strengthening Moscow's position in Central and South Asia, and also the Middle East. This will also enhance Russia's role in promoting the security of energy in the region (Likhachev, 2012). There are also significant common interests in the North-South international Corridor project between Iran and Russia with the participation of other Eura-

sian actors. One route in this corridor connects Iran to Russia via Kazakhstan, Turkmenistan, and the other via Azerbaijan. Recently, the presidents of Iran, Azerbaijan and Russia signed a joint agreement in this regard (Singh & Sharma, 2017). However, the level of trade between Iran and Eurasia, and more precisely, the degree of economic interdependence between the two sides still does not match the capacities of the two sides, and this is a serious challenge in the field of geo-economics.

The Political Economy of the FTA between Iran and the EEU

The formation of the Eurasian Economic Union dates back to the collapse of the Soviet Union. Shortly after the formation of the Commonwealth of Independent States (CIS), in September 1993, the member states of this organization signed an agreement to establish a 10-year economic union that could be extended for another 5 years. In 1994, they agreed to establish a free trade zone. However, at that time, while all member states ratified the agreement, the Russian State Duma rejected it (Rotaru, 2018). More than a decade after these developments, the Eurasian Economic Union finally officially began its work on January 1, 2015. The formation of the union took place at a time when the last stage was a three-stage process that began with the creation of the customs union in 2010, and a single economic space in 2012. Russia, Kazakhstan, and Belarus, as founders of the Economic Union, quickly joined Armenia in January 2015, and Kyrgyzstan joined in May of that year; then all signed the Eurasian Economic Union Treaty (Roberts & Moshes, 2015). Over time, with the greater integration of internal structures and the consolidation of the Union's trade and economic trends, Russia sought to establish a development-oriented mechanism for the Union.

This period coincided exactly with the entry of Tehran-Moscow relations into a new phase, with the signing of the Joint Comprehensive Plan of Action (JCPOA) and cooperation in Syria. The signing of JCPOA in 2015 removed many obstacles to the development of relations between the two countries and provided space for further deepening of ties (Gharayagh-Zandi, 2018). In Syria, for the first time, Iran and Russia were on a joint operational front. The common issues between Iran and Russia used to be either bilateral issues or major international issues such as opposition to US unilateralism. Therefore, the Syrian factor also had a very decisive role in this period on the level of interactions and relations between Iran and Russia (Shouri, 2016). During this period, even some views raised the issue of "strategic partnership" for the relations between the two countries (Mirfakhraei and Rahimi, 2017). It was during this period that the development of cooperation between the two countries on a wider scale was considered.

The economy was one of the most important axes of this relationship development. At that time, Western sanctions against Russia had been imposed since 2014 under the pretext of Russian military intervention in the Ukraine crisis, and following the devaluation of the ruble, the economies of other Eurasian countries also faced challenges (Tyll, Pernica & Arltová, 2018). Under these circumstances, Russia, which was aware of Iran's economic growth experience under sanctions, turned its attention to Tehran. On the other hand, after the withdrawal of the United States from JCPOA, the Islamic Republic of Iran pursued a policy of looking at east more seriously, especially with a focus on looking at its neighbors. Naturally, Russia, Central Asia and the Caucasus were one of Iran's economic priorities in this regard. At this time, Russia's opposition to the US unilateral action created more room for convergence, too (Katzman, 2019). All these conditions led the two countries to move towards economic Integration in a political process.

Finally, Iran proposed to have negotiations between the two sides to consider establishing a joint free trade zone between Iran and the Eurasian Economic Union in 2016. During a three-year period, several talks were held between the two sides in this regard. Finally, on May 17, 2018, a three-year interim agreement was established between Iran and the Eurasian Economic Union to establish a free trade zone. This happened just days after Donald Trump announced that the United States would withdraw from JCPOA. Accordingly, this action was considered symbolic (Dragneva, 2018). After that, the agreement was signed in the parliaments of the member states and the implementation process began in October 2019. According to the signed agreement, 862 items need preferential tariffs for Iran and member countries. Among them, 502 items are preferences granted by

the Eurasian Economic Union to Iran and 360 items are preferences granted by Iran to the Union (Law on the Agreement on the Establishment of a Free Trade Area between the Islamic Republic of Iran and the Eurasian Economic Union and its member states).

Geo-economic promoters for Iran

The signing of a free trade agreement between Iran and the Eurasian Economic Union could have a direct impact on economic indicators and indirectly on the political arena. From this perspective, factors such as political convergence, economic exchanges, increasing political mobility, convergent trends, increasing resilience to sanctions, and flexibility in the energy game can be considered as the main indicators of Iran's geo-economic drivers in this process. Regardless of the level and extent of these effects, the most important benefits of this agreement can be described as follows:

Including in Eurasian Integration

including in Eurasian Integration: One of the salient features of modern world politics is the tendency towards regionalism. From this perspective, Russia in the post-Soviet period has seriously pursued the process of inclusive Eurasian Integration, which began with the formation of the CIS. The primary goal of this Integration was to restore Soviet hegemony in the region. To do so, institutionalizations were made (Brusis, 2013). However, after more than two decades, it can be seen that Russia's initial approach has not been successful and that it is now pursuing Eurasian integration in a more logical and pragmatic way. Offering comparative advantages to other countries is the main feature of Russia's new approach. Iran's active participation in this process can be effective in strengthening the resources and tools of foreign policy. Especially, in the face of US pressure, regular interaction with Russia and China (two permanent members of the Security Council) in collective processes, including the Shanghai Cooperation Organization, can reduce the damage caused by their association with the West and regulate their irregular support (Nouri, 2018). The agreement to establish a three-year free trade area with the Eurasian Economic Union, one of the key economic institutions in Eurasian integration, could be a first step towards possible membership in the medium term, along with political and security approaches to membership in the Shanghai Cooperation Organization.

Breaking out of the geopolitical impasse: One of the serious challenges to Iran's foreign policy and security doctrine is its confinement in the tense Middle East. In fact, Iran is at the center of these security challenges (Geranmayeh, 2018). By solving each of the major security puzzles in the region, the intersection of the interests of the great powers will create a new conundrum. The issue of Iraq and Afghanistan in the first decade of the 21st century, and the escalation of the Syrian and Yemeni crises in the second decade, illustrates this. In the south, too, Iran is at the crossroads of Arab rival countries and US interventionist challenges. In the east, Iran's geopolitics faces the closed doors of Afghanistan and the challenging dilemma of India and Pakistan, too. Under these circumstances, the best way to expand Iran's geopolitical advantages and to have a safe and stable platform for overcoming cross-sectional deadlocks is a large and stable Eurasia. The experience of resolving Tajikistan's civil war and easing the Nagorno-Karabakh crisis with the direct participation of Iran are signs of a higher degree of confidence in infiltrating these regions. From this perspective, Iran's free trade agreement with the Eurasian Economic Union is a step forward in activating this geopolitics.

Eurasian Anti-Sanction Mechanism: The establishment of the Eurasian Economic Union based on Russia's plans seems to have taken place in a medium-term process with the presence of key Baltic players such as Moldova, and in particular Ukraine in particular. In fact, geographically and politically, Ukraine was a key player for Russia. But after the annexation of Crimea, Ukraine's potential membership was also lost (Sergi, 2018). Not only did this take a potential advantage from Russia's potential Eurasian Union in 2014, but also had another consequence which was the premature establishment of the union in 2015, following trade and economic tensions between Russia and the West. This was because dealing unilaterally with this challenge was difficult and costly. Therefore, in the context of Eurasian Integration, Russia tried to address this issue, especially in the area

of sanctions. However, when EU member states also refused to impose EU sanctions, Russia returned to its unilateral approach (Perović, 2018). However, the process that cannot be ignored in this regard is the confrontational mechanism (with Western domination) and especially the anti-sanctions envisaged in the structure of this union. This mechanism can be seen in the context of measures such as the elimination of the dollar, and the creation of introverted mechanisms. The entry of the Islamic Republic of Iran into such a structure could lead to the formation of a stronger anti-sanctions bloc in the medium term. Thus, the Islamic Republic of Iran, by offering its anti-sanctions strategies in trade with Eurasia, can somehow reduce the cost of Russian sanctions in the Union through the proposed executive mechanisms of Iran.

Formation of the Eurasian Energy Bloc: In the post-Soviet period, although Russia can still be considered the most important and influential player in Eurasian energy due to its geopolitical components, there is no doubt that this influence has been declining. The main reason for this reduction in influence has been the formation of energy transmission corridors from non-Russian routes. The opening of the Baku-Tbilisi-Ceyhan pipeline was the first step in breaking Russia's leadership in the region's oil and gas transmission (Persee, 2016). Two more projects are currently underway. The first one is the TAPI gas transmission project (Turkmenistan, Afghanistan, Pakistan, India), which is about to be completed; and other projects called Trans-Caspian, are still in ambiguity. Meanwhile, another route has been built to China over the years, which is significant in terms of the volume of energy transmission. Russia seems to have less trouble moving gas through its close allies to maintain relative control. From this perspective, the Islamic Republic of Iran, located in southern Eurasia, can be a more desirable alternative (from Russia's view) for countries with Eurasian energy, to diversify their energy transmission routes.

Structural retarders

Although the benefits of membership in the Eurasian Economic Union are so clear that many countries seek to reach agreements, even temporarily, membership in the union, like any other international organization, is fraught with structural and political challenges. The Islamic Republic of Iran is also facing this issue due to special political and economic conditions.

In the first place, it should be borne in mind that the main roots and key factors influencing the current state of Iran's international trade, rather than being affected by difficult international conditions, are due to domestic policies and economic structures. In general, there are serious criticisms of the current structure; in communicating the general policies of the resistance economy, which was in fact a response to this structural change in 2014. However, it does not appear that major changes have been made at the policy-making and structuring levels in the foreign trade of the Islamic Republic of Iran. From this perspective, failure to receive the desired result from international economic-political actions due to weakness in domestic structures may be considered as weakness in these institutions. Therefore, as long as internal trends are not corrected along with external approaches, one cannot hope for the deep economic impact of membership in these organizations.

Table 1 - Trade between Iran and the Eurasian Economic Union member countries in 2017 (before the signing of the agreement) in millions of dollars (www.tradingeconomics.com)

Name of the country	Exports (from Iran)	Import (to Iran)	Trade exchanges
Russia	285	704	989
Belarus	2	16	18
Kazakhstan	168	66	234
Kyrgyzstan	38	6	44
Armenia	205	25	225
Total	698	817	1515

In addition, enjoying the economic benefits of the free trade zone with the Eurasian Economic Union requires the provision of a number of infrastructures in the Iranian economy. The Iranian market still does not have any specialized views on Eurasian goods. The channels of communication between merchants and trading circles on both sides are also much more limited than in the periphery of South Asia or even the Middle East. Transit infrastructure such as direct flights, railways, sea routes, etc. are still not at the desired level. At the level of executive issues, issues such as the coordination of customs procedures, the creation of direct electronic channels between parallel entities, and in particular, financial transfers, continue to face serious questions. From this perspective, it seems that the three-year period provided for in the agreement between Iran and the Eurasian Union is to establish and complete the relevant infrastructure.

At a higher level, however, there is a more serious question that may limit government policy and private sector investment in this area. This question is about extending or not renewing the said agreement after the end of the 3-year period. There are also differing views on Iran's possible membership in the union. Earlier, the head of Iran's Trade Development Organization said in a statement, "At the moment, there is no question of joining the Eurasian Union; but Iran's goal is to join this union" (World Economy, 2019). Many of the investments made will face serious risks if Iran does not renew or join the union. This uncertainty is the main structural challenge for Iran's cooperation with the Eurasian Economic Union.

Political-economic challenges

In addition to these challenges, there are still a number of political challenges along the way. In the first place, internal disputes among union members are more important than other factors. These differences were seen in several cases, such as the "Sugar War" or the "Milk War" in 2005 and 2009, Russia's ban on meat imports from Belarus in 2016, and Belarus' retaliation for a ban on Russian milk imports. There were similar disputes between Kyrgyzstan and Kazakhstan over border control and, in the case of Armenia, over the borders of the disputed region of Nagorno-Karabakh (Russell, 2017). In addition, the Eurasian Economic Union continues to have serious weaknesses in the area of dispute resolution bodies and mechanisms, which have obscured its future prospects. These two internal structural challenges of the Eurasian Economic Union can also create challenges for Iran, which is not a member of the union and is working on a new framework for a free trade agreement with the union.

Another politico-economic challenge to the current agreement is the unilateral nature of items subject to preferential tariffs. This issue has been mentioned in the study conducted by the Deputy of Economic Studies of Tehran Chamber of Commerce, Industries, Mines and Agriculture (ICCIMA). An expert examination of the items covered by the Preferential Trade Agreement between Iran and the Eurasian Union shows that the value of imports of items subject to Iran's concessions to Eurasia is greater than the value of exports of items subject to Eurasian concessions to Iran and their share of total imports to the country is far above the share of goods that are subject to Eurasian concessions to Iran from the total value of Iran's exports. Studies show that among the eight-digit tariff codes subject to the preferential discounts granted by Eurasia to Iran, only in 16 tariff codes, Eurasian countries were among the three major export destinations of Iran in 2018. In other items, Eurasian countries have either not been part of Iran's export destinations at all or their share of Iran's exports in that product has been low (KarimiAmirkasir, 2019). This could affect the future of this agreement if it has a tangible impact on the trade balance.

However, the Trade Development Organization of Iran believes that the Islamic Republic of Iran has also offered a small tariff reduction to the Union in its major imports from Eurasia. According to the report of the Trade Development Organization of Iran, out of the first 15 rows of imports from Eurasia in the list granted by Iran in November 1998 (implementation of the agreement between the two countries), 14 rows including livestock corn, barley seeds, dark wood, lamb, lentils, paper in rolls, etc. are not subject to any tariff discount to Eurasia (www.tpo.ir).

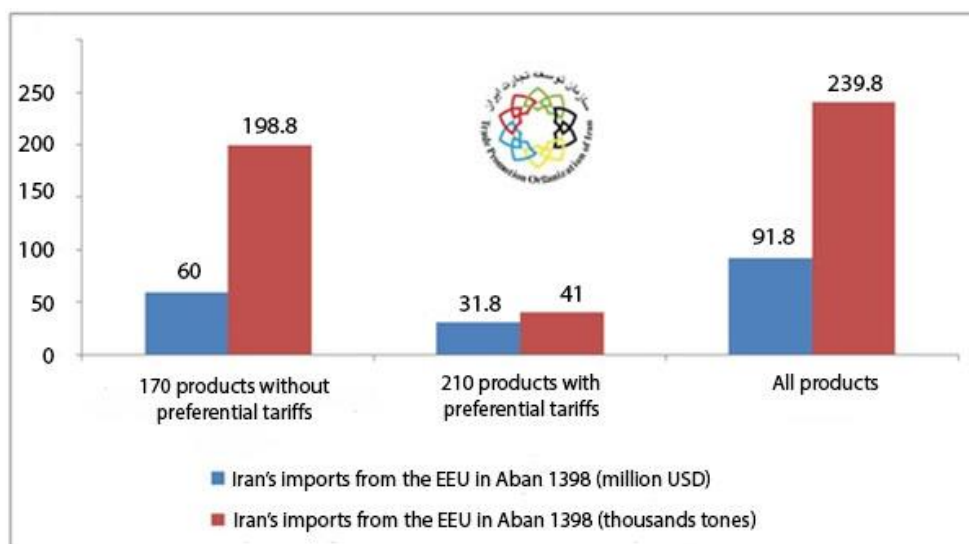


Fig.1 -Trade Development Organization report on Iran-Eurasia tariff reductions in the first month of implementation of the agreement

The last issue to be addressed among the political-economic challenges of Iran-Eurasian Economic Union interactions is the enigma of sanctions. Following the annexation of Crimea, Western countries imposed sanctions on Russia, and Russia subsequently imposed sanctions on imports of agricultural products from Western countries. Russia expected the Eurasian Economic Union member states to comply with the sanctions, but this did not happen. As a result, Russia began to complain to other members of the union about exports and closed its markets, which affected their export earnings. Russia, for example, said Belarus did not meet Russian standards and banned imports of meat and dairy products. Russia also accused Belarus of transporting and repackaging Western goods and sending them to that country (Mostafa & Mahmood, 2018). Similar disagreements arose among other union members. At the same time, it should be noted that sanctions on Iran could again create new challenges for member states. Many businesses in the union have stable monetary and financial transactions with Western countries. Trade with Iran can pose political and economic risks for them (Shibutov, 2019). From this perspective, the issue of sanctions can also be considered a serious challenge in advancing Iran's trade and the Eurasian Economic Union.

Revival of Iran's geo-economics in the light of the Eurasian approach

The free trade agreement between Iran and the Eurasian Economic Union can undoubtedly be considered a fundamental change and a turning point in Iran's political economy. This is the first time since the Islamic Revolution that Iran has reached such an agreement with an international economic union. Past experiences, such as the Economic Cooperation Organization (ECO), have essentially pre-revolutionary roots and are less important than the new event. On the other hand, at the beginning of the formation of this agreement, and as long as its extension is questionable and the issue of membership has not yet reached the negotiating table of the two sides, it may lead to pessimistic analyzes, such as those in the political cooperation between Iran and Russia. However, the author believes that the consequences of this event should not be assessed solely in relation to the union and surface indicators such as the level of trade. A deeper look at Iran's geo-economy can answer the questions more accurately.

First of all, it should be emphasized that although Iran's agreement is with the Eurasian Economic Union and more precisely with some Eurasian countries, but the positive effects of this agreement can be seen in Iran's economic relations with all Eurasian countries. The agreement, in the months following its implementation, has become a psychological stimulus and political incentive to develop Iran's economic relations with non-member Eurasian countries. The Republic of Azerbaijan, Uzbekistan and Tajikistan are among these countries.

On the other hand, it should be noted that this agreement has been accompanied by a process of liberalization of geopolitical capacities in the northern regions of Iran in two key regions since

the formation of the negotiations. First, in the strategic geopolitics of the Caspian Sea, the accession of the five littoral states to the "Convention on the Legal Status of the Caspian Sea" is fundamentally a fundamental change in the geopolitics of the region (Aliyeva, 2018). Currently, three of the five littoral states (Iran, Russia and Kazakhstan) are in a free trade agreement. One external manifestation of this approach can be seen in the establishment of the Iran-Kazakhstan-China transit corridor from the Aktau port to the Anzali port in Iran via the Caspian Sea (www.financialtribune.com). In the geopolitics of the South Caucasus, during the last 2 years, at the same time with the agreement of the littoral states on the Caspian Convention, intensive negotiations and extensive operational measures have been taken to complete the international north-south transit corridor with the Republic of Azerbaijan (Mann, 2018). In the case of Armenia (a member of the Eurasian Union), as another key hub in the South Caucasus, the resumption of negotiations on the construction of a gas pipeline from Iran is one of the key axes of Iran-South Caucasus relations that could affect the geopolitics of energy in the region.

China's Belt and Road Initiative

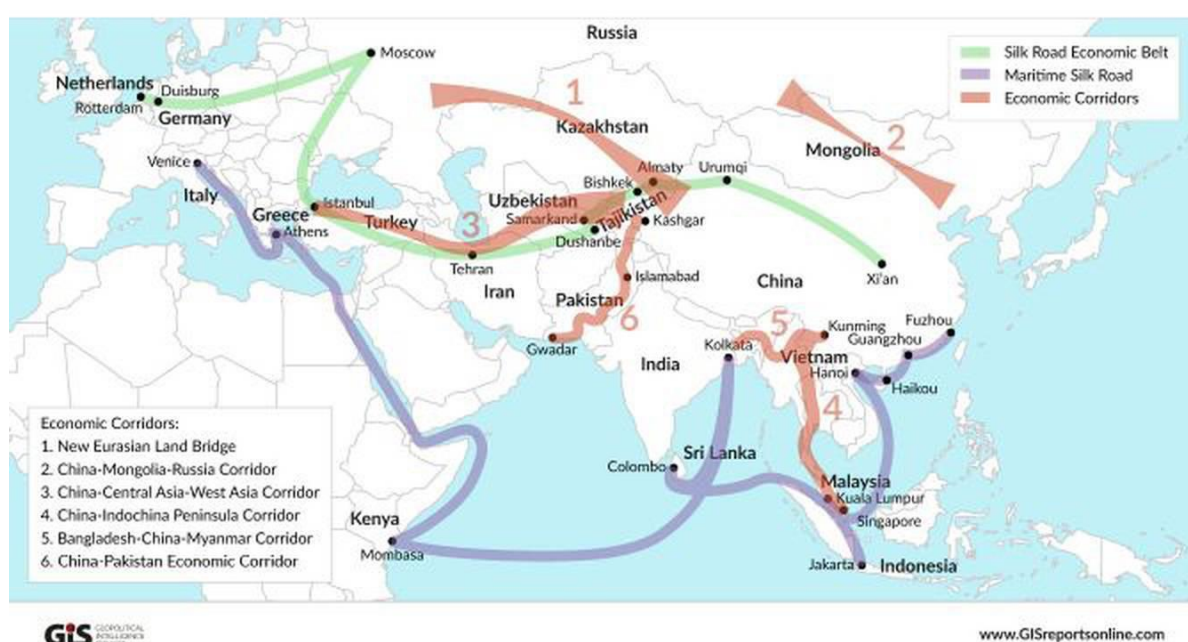


Fig.2. The linkage between Iran and Eurasia in the Initiative Economic Belt and Corridor (Belt and Road)
 Source: www.gisreportsonline.com

In addition to these two issues, another key factor in "transit" must be considered. Iran has a significant transit advantage due to its unique geopolitical position in connecting several continents. However, political issues have led to a lack of this geo-economic feature. Iran's free trade agreement with the Eurasian Economic Union as a serious impetus for the development of trade relations with Eurasian countries, as an important part of the puzzle of international transit plans in the region, could lead to the revival of another part of Iran's geo-economy. Currently, two transit super-projects link Iran and Eurasia. The first one is the North-South International Transit Corridor project, and the second is a belt, a China-centric road project.

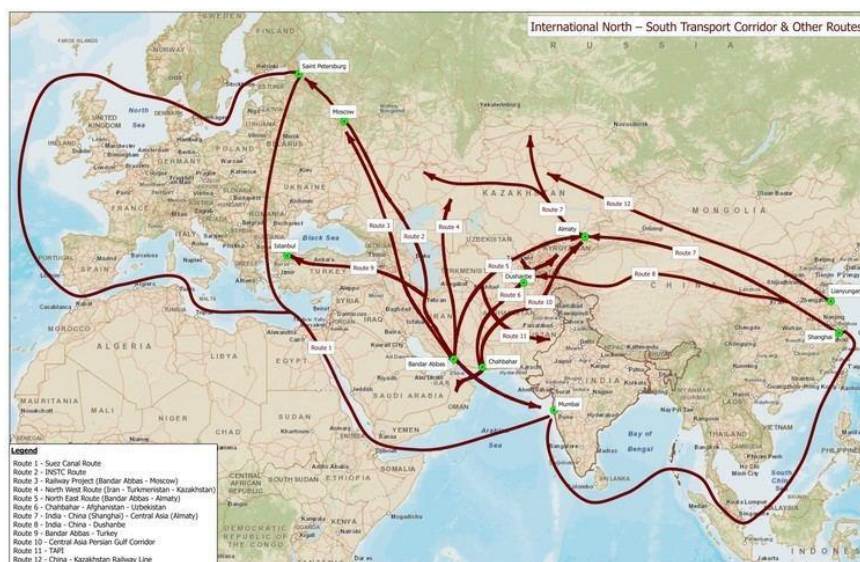


Fig.3. Location of Iran and Eurasia in the North-South International Corridor and peripheral routes Source: www.alchetron.com

Conclusion

The free trade agreement between the Islamic Republic of Iran and the Eurasian Economic Union was the result of a political process that led to an economic outcome. Therefore, it cannot be considered purely political or exclusively economic. At the same time, this issue is involved in several geopolitical factors in the environment of Iran and Russia, which gives it a geo-economic dimension. Therefore, any deeper analysis and evaluation of this event should be considered in the geo-economic context. Hence, like any other important international agreement, it has its ups and downs in economics and politics. In the field of economic drivers, we can mention such things as Iran's including in the Eurasian Integration, exit from the geopolitical impasse, achieving an anti-sanctions mechanism in Eurasia and the formation of the Eurasian energy bloc. In the retarders section, at both structural and political levels, components such as the need for changes in the structure of Iran's micro and macroeconomics, the provision of the necessary infrastructure, the need for strategic planning to extend the current agreement or membership in the union, internal political and economic disputes in the Eurasia Union, the unilateral nature of the agreed preferential tariffs and the enigma of sanctions can be considered to be effective.

However, in the aftermath of the effects of this agreement on Iran's political economy, one must consider components beyond mere economic interactions. The geographical scope of this influence was considered not only among the five Eurasian member states of the Union, but also in the whole Eurasian region, as one of the regions associated with Iran's geo-economy. At the conceptual level, it can be argued that this event is a step in the direction of the conceptual evolution of Iran's trade routes that can provide trans-Asian advantages in the future. At the level and in terms of time, it should be noted that if the structure and economic interdependence between Iran and Eurasia are structured, in the long run and far beyond this limited period of three years, even if Iran does not renew or join the organization, we observe its effects on trade exchanges and economic ties between the two countries. Iran's specific geo-economics is the main axis of this link in the future. Therefore, in the end, it can be said that reaching this agreement with the Eurasian Economic Union, if carefully planned and used optimally, can lead to the revival of Iran's geo-economic capacity in the long run.

REFERENCES

1. Alchetron (Free Social Encyclopedia for the World), (2018), North–South Transport Corridor, Available from: <https://alchetron.com/North%E2%80%93South-Transport-Corridor#northsouth-transport-corridor-7003b79e-17e4-47b6-8227-14ec0440519-resize-750.jpg>, Accessed on 2020/01/12.

2. Aliyeva, Sevinc, (2018), Caspian Sea status. The Long-awaited Convention, EaP Think Bridge, Issue 4, September, 2018.
3. Aydin, Mustafa, (2001), Geopolitics of Central Asia and the caucasus| continuity and change since the end of the Cold War, Turkish yearbook of international relations, No. 22.
4. Brusis, Martin, (2013), A Eurasian European Union? Relaunching Post-Soviet Economic Integration, ECPR General Conference Sciences Po, Bordeaux, September 2013.
5. Chan, Mignonne, Man, jung, (2011), Geo-Economic Challenges for the Asia-Pacific Region in the Post-Crisis Governance and Taiwan's Roles in the Region, Asia Pacific Security Forum.
6. Cichock, Mark, (2003), Russia and Eurasia Politics, London: Langman.
7. Dragneva, Rilka, (2018), The Eurasian Economic Union: Putin's Geopolitical Project, Foreign Policy Research Institute, October 2018.
8. Financial Tribune, (2018), New Transport Corridor Links Iran's Caspian Port to China, Kazakhstan, Available from: <https://financialtribune.com/articles/economy-business-and-markets/88744/new-transport-corridor-links-irans-caspian-port-to-china>, Accessed on 2019/11/18.
9. Geranmayeh, Ellie, (2018), Regional Geopolitical Rivalries in the Middle East: Implications for Europe, IAI PAPERS, No. 18, OCTOBER 2018.
10. Gharayagh-Zandi, Davoud, (2018), Iran and Russia after US Exit from JCOPA: Possibilities and Prospects, IRS PAPERS, 2/97.
11. Ghasemi, F. (2012), Globalization and Regional Security Models in the Global System. Geopolitical Quarterly, Volume 8, Number 3.
12. GIS, (2019), Opinion: India nudges China toward Belt and Road changes, Available from: <https://www.gisreportsonline.com/opinion-india-nudges-china-toward-belt-and-road-changes,politics,2762.html>, Accessed on 2020/01/12.
13. KarimiAmirkiasar, F. (2017). Review of the items in the Preferential Trade Agreement between Iran and the Eurasian Union, Tehran Chamber of Commerce, Industries, Mines and Agriculture, Deputy of Economic Studies, November 2017.
14. Katzman, Kenneth, (2019), Iran Sanctions, CRS Report,RS20871.
15. Kumar Mishra, Manoj, (2012), Iran's Changed Perception Concerning its Role in Afghanistan Following Soviet Disintegration, Afro Eurasian Studies, Vol. 1, Issue 2.
16. Likhachev, Vladimir, (2012), The role of energy in russia's relations with Turkey and Iran, Paper Prepared for an International Workshop "The Turkey, Russia, Iran Nexus: Economic and Energy Dimensions", Ankara, March 29, 2012.
17. Mann, Poonam, International North-South Transport Corridor: A Game Changer for India?, Defense and Diplomacy, Vol. 8, No. 1.
18. Mirfakhraei, H., & Rahimi, O. (2017), Strategic Partnership: A New Model for Iran-Russia Relations, International Relations Research, Volume 7, Number 25.
19. Mostafa, Golam, Mahmood, Monowar, (2018), Eurasian Economic Union: Evolution, challenges and possible future directions, Journal of Eurasian Studies, Vol. 9, Issue 2.
20. No name, قانون موافقتنامه وقت تشکیل منطقه آزاد تجاری میان جمهوری اسلامی ایران و اتحادیه اقتصادی اوراسیا و کشورهای عضو [Law on the agreement on the establishment of a free trade zone between the Islamic Republic of Iran and the Eurasian Economic Union and its member states] Retrieved from: <https://rc.majlis.ir/en/law/show/1184382>.
21. Nouri, A. (2015). Iran, Russia and Eurasian Integration: The Interests of Active Regionalism, Central Eurasian Studies, Volume 12, Number 1.
22. Perović, Jeronim, (2018), Russia's Turn to Eurasia, Policy Perspectives, Vol. 6, No. 5.
23. Persee, James, (2016), Baku-Tbilisi-Ceyhan Pipeline - Geopolitical benefits for the countries it goes through, BTC Analysis, Sep 2016.
24. Rezaei, M., & Jahanian, S. (2015). Regional Security in Eurasia and Iran's Position. Quarterly Journal of Parliament and Strategy, Volume 22, Number 82.

25. Roberts, Sean, Moshes, Arkady, (2015), The Eurasian Economic Union: a case of reproductive integration?, Post-Soviet Affairs, Vol. 32, Issue 6.
26. Rotaru, Vasile, (2018), The Eurasian Economic Union – a sustainable alternative for the former soviet space?, Journal of Contemporary European Studies, Vol. 26, Issue 4.
27. Russell, Martin, (2017), Eurasian Economic Union: The rocky road to integration, EPRS Briefing, PE 599.432, April 2017.
28. Sergi, Bruno S, (2018), Putin's and Russian-led Eurasian Economic Union: A hybrid half-economics and half-political "JanusBifrons", Journal of Eurasian Studies, Vol. 9, Issue 1.
29. Shibutov, M. (7/9/1398), The Outlook of Eurasian Economic Union Trade with Iran. Retrieved from: <http://easterniran.com/en/doc/note/2121/>, accessed: 9/16/98 .
30. Shouri, M. (2016). Iran and Russia in the Middle East: Cooperation without Partnership, in "Iran-Russia Cooperation: Dimensions and Perspectives", pp. 89-79.
31. Silk Road briefing, (2018), A Brave New World: China, Russia, and ASEAN Lead Eurasian Free Trade, Available from: <https://www.silkroadbriefing.com/news/2018/05/25/brave-new-world-china-russia-asean-lead-eurasian-free-trade/>, Accessed on 2020/01/12.
32. Singh, Suresh, Sharma, Manila, (2017), INSTC: India-Russia's Trade to Get a Major Boost, RIAC papers, September 20, 2017.
33. Trade Development Organization of Iran. (2019). Important considerations in the method of calculating trade statistics in the framework of the Iran-Eurasia Agreement. Retrieved from: <http://www.tpo.ir/index.aspx?fkeyid=&siteid=1&pageid=1840&newsview=8644>, accessed: 16/10/98.
34. Trading Economics, (2017), Iran Imports and exports by country, Available from: <https://tradingeconomics.com/iran/exports>, Accessed on 2020/01/12.
35. Tyll, Ladislav, Pernica, Karel, Arltová, Markéta, (2018), The impact of economic sanctions on Russian economy and the RUB/USD exchange rate, Journal of International Studies, Vol. 11, No. 1.
36. World Economy, (15/7/1398), three-year deadline for membership in the Eurasian Union, No. 4723.

ОБ АВТОРЕ / ABOUT THE AUTHOR

Сейед Хассан Мирфахраи, доктор наук, адъюнкт-профессор, Тегеран, Университет имени Алламе Табатабаи, For5015020@yahoo.com, +989354236375

Seyed Hassan Mirfakhraei, Dr, Associate professor, Tehran, AllamehTabataba'i University, For5015020@yahoo.com, +989354236375

Дата поступления в редакцию: 12.05.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 13.06.2021

Д.В. Маковская [D. V. Makovskaya]
Л.Н. Гарас [L. N. Garas]

УДК 323.1
DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.25

МОДЕЛЬ ЭТНОНАЦИОНАЛЬНОЙ ВИКТИМИЗАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ УКРАИНЫ НА ПРИМЕРЕ ХЕРСОНСКОЙ ОБЛАСТИ

MODEL OF ETHNONATIONAL VICTIMIZATION OF THE POPULATION OF UKRAINE ON THE EXAMPLE OF THE KHERSON REGION

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, республика Крым
Российская Федерация, e-mail: 76mdvl@mail.ru/ Sevastopol State University, Sevastopol, Republic of
Crimea Russian Federation, e-mail: 76mdvl@mail.ru

Аннотация: Статья посвящена изучению роли этнонациональной виктимизации населения Украины как средства конструирования общегражданской идентичности и реализации внешнеполитических стратегий.

Материалы, методы, результаты и обсуждения

В исследовании на примере Херсонской области выявлены место и роль этнонациональной составляющей в формировании комплекса жертвы у населения Украины, установлены и классифицированы ключевые паттерны этнонациональной составляющей виктимизации населения Херсонской области, изучены особенностей историко-географического развития региона на дискурсы этнонациональной виктимизации, определен состав заинтересованных участников этнонациональной виктимизации населения Украины на общенациональном и региональном уровне (на примере Херсонской области), проанализирована и охарактеризована корреляция между текущей внешнеполитической повесткой дня и изменением дискурсов этнонациональной виктимизации.

Заключение

В результате исследования сформированы модели конструирования этнонациональной виктимизации населения, реализуемой в условиях одновременного воздействия на население общенациональных контекстов конструирования комплекса жертвы и их региональных особенностей, выявлена зависимость особенностей формирования комплекса жертвы от внешнеполитической повестки, общенациональной и региональной социально-политической и экономической ситуации.

Ключевые слова: Херсонская область, этнонациональная виктимизация, жертва, конструкт, моноэтическая нация, модель.

Abstract

The article is devoted to the study of the role of ethno-national victimization of the Ukrainian population as a means of constructing a civil identity and implementing foreign policy strategies.

Materials, methods, results and discussions

The study revealed the place and role of the ethno-national component in the formation of the victim complex among the population of Ukraine, identified and classified the key patterns of the ethno-national component of victimization of the population of the Kherson region, studied the features of the historical and geographical development of the region on the discourses of ethno-national victimization, determined the composition of interested participants in the ethnonational victimization of the population of Ukraine on the national and at the regional level (on the example

of the Kherson region), analyzed and characterized the correlation between the current foreign policy agenda and the changing discourses of ethno-national victimization.

Conclusion

As a result of the study, models were formed for constructing ethno-national victimization of the population, which is implemented under the conditions of the simultaneous impact on the population of the nationwide contexts of constructing the victim complex and their regional characteristics; the dependence of the characteristics of the formation of the victim complex on the foreign policy agenda, national and regional socio-political and economic situation has been revealed.

Key words: Kherson region, ethno-national victimization, victim, construct, monoethical nation, model.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и АНО ЭИСИ в рамках научного проекта № 20-011-31790 «Концептуализация модели этнонациональной виктимизации населения Украины на примере Херсонской области с учетом общеукраинских и региональных контекстов конструирования образа жертвы»/ The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research and the ANO EISI within the framework of the scientific project No. 20-011-31790 "Conceptualization of the model of ethno-national victimization of the population of Ukraine on the example of the Kherson region, taking into account the general Ukrainian and regional contexts of constructing the image of the victim".

Актуальность данного исследования обусловлена наращиванием использования в качестве доминирующей основы формирования украинской идентичности этнонациональной виктимизации населения Украины. Виктимизирующие конструкты, получая широкое распространение в информационном пространстве, преимущественно направлены на конфликтную консолидацию и мобилизацию граждан Украины для «борьбы» с четко идентифицированным врагом. В качестве такого «врага» позиционируется Российская Федерация, взаимодействие с которой как в исторической ретроспективе, так и на современном этапе, преподносится в контексте нанесения преднамеренного «ущерба» украинской государственности и разного рода «вреда» украинскому народу.

Целью данной статьи является концептуализация моделей этнонациональной виктимизации населения полиэтнического и поликонфессионального региона Украины (на примере Херсонской области), реализуемой в условиях одновременного воздействия на население общенациональных и региональных контекстов конструирования комплекса жертвы.

Опыт моделирования виктимологических процессов достаточно обширен. В частности, В.А. Майоров в работе «Модель развития виктимологической ситуации» [14] говорит о содержании модели виктимологической ситуации и представлении на этой основе характеристики составляющих ее элементов. Варчук Т.В. в диссертационном исследовании «Теория виктимологического моделирования и ее развитие в российской криминологической науке и практике предупреждения преступности» [7] формирует теоретико-методологические основы виктимологического моделирования преступности. Математическая модель прогнозирования проявления виктимности личности в социокультурной среде была представлена Анронниковой О.В. в исследовании «Онтогенетическая концепция развития личности» [2]. В конфликтологическом ключе опыт моделирования конструирования жертвы присутствует в монографии Г.И. Козырева «Жертва в социальном конфликте: реальность и виртуальность» [13], хотя автор не применяет в исследовании термин «модель». Роль средств массовой информации в моделировании виктимизационных процессов анализирует Горшенков А.Г. в исследовании «Виктимологический аспект предупредительного воздействия на преступность в сфере массовой информации» [9], где выделяет пять ключевых моделей массово-информационного виктимизирующего воздействия на неопределенный круг лиц на основе оценки взаимосвязи основных субъектов правоотношений «жертва - СМИ – преступник».

Для формирования модели этнонациональной виктимизации населения Украины нами был решен ряд исследовательских задач, в частности: выявлены место и роль этнонациональной составляющей в формировании комплекса жертвы у населения Украины, установлены ключевые паттерны виктимизации населения Херсонской области; обозначены осо-

бенности влияния историко-географического развития региона на дискурсы этнонациональной виктимизации; определен состав заинтересованных участников этнонациональной виктимизации населения Украины на общенациональном и региональном уровне (на примере Херсонской области); проведен анализ корреляции между текущей внешнеполитической повесткой дня и изменением дискурсов этнонациональной виктимизации.

В рамках реализации целей и задач был проведен дискурс анализ и традиционный анализ текстов публикаций, размещенных в сети интернет и продуцирующих контексты этнонациональной виктимизации с 2014 по 2020 год.

Рассмотрение роли и места этнонациональной составляющей в формировании комплекса жертвы у населения Украины позволило утверждать, что этнонациональная виктимизация населения Украины является одной из доминирующих основ формирования общенациональной идентичности. На данный момент происходит продуцирование и обоснование новых смыслов виктимизации украинского общества, призванное довести до логического завершения формирование украинской нации. Успешное развитие и консолидация украинского общества вопреки развязанной Россией гибридной войне позиционируются как основной объединяющий маркер украинской нации, новый триггер консолидации украинского общества. При этом в риторике украинского научного сообщества закрепляется идея о том, что путь консолидации Украины так или иначе лежат через антирусскость, достигаемую через конструирование виктимизирующих смыслов [15].

Украинской научной элитой обосновывается идея об украинскости в ее этническом преломлении как о единственном способе сохранения украинской государственности перед внешней угрозой, что противоречит провозглашаемому Украиной тезису формирования политической, а не этнической нации. При этом прослеживается использование виктимизирующих конструктов для формирования концепта моноэтнического государства [15]. Конструкт «жертва» здесь обладает общенациональным характером, корреспондируется на все население Украины в целом и призван объединить население государство для борьбы с идентифицируемым врагом – Российской Федерацией. Кроме того, имеет место внедрение представлений о необходимости сохранения проявлений жертвенности для достижения целей, стоящих перед современным украинским государством.

В результате решения второй исследовательской задачи, предусматривающей установление и классификацию ключевых паттернов этнонациональной составляющей виктимизации населения Украины на примере Херсонской области, установлено, что ключевым базовым паттерном этнонациональной виктимизации являются антироссийские интерпретации истории, в которых становление украинской государственности с разной степенью категоричности формулируется с позиции многовековой борьбы против имперской политики России.

С 2014 года наблюдается содержательное расширение присутствующих в украинском информационном поле виктимизирующих нарративов и трансформация коннотаций основного виктимизирующего исторического нарратива голодомора с сугубо жертвенной на консолидирующую, в том числе через сакрализацию событий Майдана. К связке «жертва – народ» и «жертва-трагедия» присоединяется конструкт «жертва-герой», в котором акцент делается не только на скорби о погибших, а на необходимости консолидации для выживания и победы над врагом. При этом дискурсы голодомора включают призывы к мести Российской Федерации, как правопреемнице Советского Союза, где события на Донбассе оцениваются как продолжение геноцида России по отношению к украинскому народу.

Еще одним ключевым паттерном виктимизации населения Украины с 2014 года является конструкт о совершении акта агрессии Российской Федерации по отношению к Украине. Он доминирует над историческими сюжетами, является базовым шаблоном для большинства публикаций по тематике российско-украинских отношений, служит основой для формирования образа Украины и украинского народа как жертв агрессии России.

В дискурсе научной элиты Украины данный конструкт приобретает форму тезиса о развязанной Россией гибридной войне. Термин «жертва» применительно к конструкту агрессии России против Украины за редким исключением не используется, но фиксируется в контексте присутствующих в информационном пространстве медиаматериалов. Одним из исключений является проект закона «О государственной политике переходного периода» от 17 декабря 2020 года, представленный на обсуждение Министерством по делам временно оккупированных территорий Украины. Он предусматривает учреждение после провозглашаемой украинским правительством «деокупации» Крыма Национального дня памяти жертв вооруженной агрессии и создание в Киеве, Донецке, Луганске, Севастополе и Симферополе мемориальных комплексов памяти жертв вооруженной агрессии Российской Федерации.

Внедрение конструкта «жертва» в массовое сознание демонстрирует категоричные антироссийские форматы. Например, в информационном пространстве распространяются материалы, в которых война Украины против России заявляется как ключевой мобилизующий проект, способный сформировать государственность Украины.

Таким образом, проведенное исследование дало возможность выделить два основных шаблона внедрения антироссийских контекстов этнонациональной виктимизации, присутствующих в информационном пространстве Украины.

Первый связан с антироссийскими интерпретациями исторических событий, в которых становление и развитие украинской государственности формулируется с позиции многовековой борьбы против имперской политики России. Вторым ключевым паттерном этнонациональной виктимизации является конструкт «Украина – жертва Российской агрессии», который служит основой для формирования образа Украины и украинского народа как жертв агрессии России, прослеживается на ресурсах разного уровня и фактически становится фоновым, то есть наличествует практически во всех материалах, затрагивающих российско-украинские отношения.

Непосредственно термин «жертва» применительно к конструкту агрессии России против Украины используется достаточно редко, но фиксируется в контексте присутствующих в информационном пространстве медиаматериалов.

Таким образом, содержание информационного влияния на население носит сложный, многовекторный характер. Прослеживается конструирование синтетической, многофункциональной жертвы, основными составляющими которой являются образы «жертвы-народа», «жертвы-трагедии», «жертвы-героя», каждая из которых несет определенную целевую нагрузку, и направлено на активную этнонациональную виктимизацию населения, которая является одной из базовых основ конструирования общеукраинской идентичности и консолидации украинской нации.

Изучение влияния особенностей историко-географического развития региона на дискурсы этнонациональной виктимизации, позволяет утверждать следующее. Во-первых, историко-географические особенности развития региона определяют пограничный статус Херсонской области, который был приобретен после перехода Крыма в состав Российской Федерации в 2014 году. Это обстоятельство влияет на объективные социально-экономические условия жизнедеятельности населения области, которые будут рассмотрены позже. В части содержания дискурсов этнонациональной виктимизации пограничный статус региона обуславливает постоянное присутствие с 2014 года в материалах украинских интернет-ресурсов информационных конструктов о возможном скором вторжении российских войск на территорию Херсонской области. Также можно отметить продуцирование в интернет-пространстве материалов, направленных на формирование убежденности в целенаправленной дестабилизации Российской Федерацией ситуации в Херсонской области, о стимулировании Российской Федерацией здесь сепаратистских тенденций, о корреляции обострения криминальной ситуации в области и деятельностью России по подрыву экономического благосостояния страны.

По мнению украинских исследователей, население области, преимущественно юга, ощущает себя жителями «серой зоны» [3], чему способствует удаленность региона от центра, плохие внутренние коммуникации и низкий уровень мобильности населения (например, более половины жителей Херсона за последние не выезжали за пределы своего города) [26]. В определенной степени это влияет на неоднозначное отношение населения к административно внедряемой героизации Майдана и Небесной сотни, достаточно широкое использование русского языка [16]. Более того, в регионе присутствуют признаки утраты национальной государственности [21] и формирование локальной идентичности (таврическая и геническая идентичность).

На фоне этого конструкт «жертва», призванный консолидировать население на фоне сопротивления российской агрессии, активно сакрализуется через коммеморативные практики. В Херсонской области создаются места памяти, посвященные Небесной сотне и героям АТО, внедряются мнемонические даты, связанные с жертвенностью жителей Херсонской области в борьбе против российской агрессии [8]. Для внедрения в массовое сознание конструкта «жертвы-героя» в публичную плоскость переносятся личные трагедии семей погибших на Донбассе жителей области, которых объявляют новыми «иконами» борьбы против российской агрессии, используется эмоциональная составляющая.

Во-вторых, в процессе историко-географического развития региона формировалась его этническая карта, что, в принципе, может определять перечень объектов для виктимизирующего воздействия. По данным последней Всеукраинской переписи населения 2001 года на территории Херсонской области проживают представители 115 «национальностей и народностей». Часть этносов представлена только одним или несколькими лицами. Не все этнические общности, выявленные во время переписи, представляют собой устойчивые сообщества, в которых люди каким-то образом были бы связаны между собой. К числу наиболее крупных этнических общностей, большинство из которых обладают какой-либо формой формального представительства относятся украинцы, русские, белорусы, татары, армяне, молдаване, турки, крымские татары, цыгане, поляки, немцы, азербайджанцы, корейцы, болгары [4, с. 10].

Но на украинских интернет-ресурсах практически не прослеживается присутствие внимания к каким-либо этносам Херсонской области за исключением крымских татар и, в меньшей степени, турок-месхетинцев. В виктимизационном дискурсе центральных и региональных СМИ Херсонской области отсутствуют материалы, учитывающие особенности этнической идентичности населения Херсонской области. Эпизодически в информационном пространстве затрагивается языковая проблематика, которая направлена на дискредитацию применения русского языка.

Рассматривая корреляцию между текущей социально-политической и экономической ситуацией, изменением социальной структуры населения региона и изменением дискурсов этнонациональной виктимизации, можно отметить следующее.

Экономическая ситуация, кардинально изменившаяся после перехода Крыма в состав Российской Федерации и запрета на торговлю с полуостровом, негативно сказывается на жителях региона. Херсонские аграрии, специализирующиеся на овощеводстве, садоводстве и бахчеводстве, понесли значительные убытки, потеряв основные рынки сбыта – Россию (в том числе Крым) и Донбасс. Район является приграничным с Крымом, и воспринимается как зона риска, что крайне ограничивает приток инвестиций. Ситуацию усугубляет повышение цен на горюче-смазочные материалы, энергоносители и воду для орошения, а также перераспределение земельных ресурсов, рейдерство. Население очень боится бедности, присутствует уже своеобразная культура бедности.

При этом на украинских интернет-ресурсах прослеживается перенос существующих проблем в экономической сфере на конструкт жертвы. Например, в региональных СМИ формируется мнение о целенаправленном препятствовании развития экономики Россией через блокировку портов в Азовском море, о больших убытках для украинской экономики из-

за кражи Россией украинского газа, добываемого на шельфе Черного моря, о постоянных незаконных задержаниях «окупантами» украинских рыбаков и т.п.

Сложная экономическая ситуация в сочетании с утратой рынков сбыта и с постоянной трансляцией конструкта «Украина – жертва российской агрессии» создает необходимый фон для формирования комплекса жертвы, формирования негативного, враждебного отношения к Российской Федерации.

После 2014 года в Херсонской области произошло изменение этнической структуры населения. Сюда переехала значительная часть крымских татар, покинувших полуостров (по приблизительным оценкам – от 10 до 15 тысяч человек), увеличив количественный состав представителей этой этнической общности в регионе. Численность турок-месхетинцев вследствие трудовой миграции напротив сократилась (в 2019 г. более чем на 20% по сравнению с 2015 годом).

Именно к крымским татарам в наибольшей степени приковано внимание как украинской власти, так и зарубежных акторов. Виктимизирующая риторика в отношении крымских татар в основном направлена на конструирование и закрепление в общественном сознании образа «жертвы-трагедии», в основу которой заложен дискурс геноцида, и «жертвы-государства», что предполагает требования о восстановлении законных прав крымских татар на свою территорию и национальную государственность. Многие информационные сообщения нацелены на закрепление в общественном сознании представителей крымскотатарской общности комплекса жертвы, основанном на факте депортации. На территории Херсонской области создаются места памяти, посвященные депортации крымских татар 1944 года (например в мае 2019 года в Херсоне открыли первый в Украине памятный знак «Жертвам геноцида крымскотатарского народа 1944 года»), транслируется необходимость «деокупации» Крыма, проводятся символические акции, направленные на привлечение мировой общественности к этой проблеме.

Отдельно стоит обратить внимание на взаимодействие контактирующих этнических общностей с крымскими татарами, проживающими в регионе. Результаты исследования «Предотвращение конфликтов на юге Украины», осуществленное в 2018-2019 гг. при финансовой поддержке «Национального фонда демократии» («National Endowment for Democracy», NED, США), подтверждают наличие проблем в межэтнических отношениях крымских татар с контактирующими этносами. Треть респондентов считает, что крымские татары получают больше привилегий и лучший доступ к ресурсам вследствие манипуляций статусом вынужденных переселенцев [11]. Недовольство вызывает монополизация крымскими татарами отдельных сфер экономики, в частности, контроль перевозок и торговли на рынках, препятствование проникновению в эти сферы экономики представителям других этносов, проявления nepотизма [10, с. 68]. Кроме того, с 2016 г. крымскотатарский меджлис (организация запрещена в РФ) финансируется из государственного бюджета.

Одним из показательных всплесков недовольства у контактирующих этнических общностей в Херсонской области вызвало заявление экс-президента Украины об инициативе предоставления крымским татарам национально-территориальной автономии на территории, которая в соответствии с планами лидеров крымскотатарской общности в Украине должна была включать Херсонскую область [23]. Ответной реакцией стало требование болгарской диаспоры Украины создать национально-территориальную автономию болгар [5].

Здесь можно обратить внимание на то, что виктимологические аспекты этнической (этнополитической) конфликтности могут проявлять себя в нескольких аспектах: в качестве характеристики социальной среды жизнедеятельности этнических субъектов виктимологическое содержание несет в себе неравенство по этническому признаку; в контексте уязвимости этнических субъектов (на индивидуальном и групповом уровнях) по отношению к совершаемым в отношении них на основании деликтам, проявлениям неприязни по этническому признаку; в качестве маркера социальной группы, демонстрирующей виктимное поведение по отношению к реальному или сконструированному врагу [27]. Соответственно, пре-

тензии на более высокий статус потенциально опасны в контексте активизации этнической конфликтности.

Отдельно можно упомянуть, что виктимологическим влиянием обладает отношение со стороны контактирующих этносов на сообщество турок-месхетинцев, проживающих в Херсонской области. Оно определяется в первую очередь замкнутостью этой локальной общности, конкуренцией в экономическом пространстве на фоне низкого уровня жизни, сформированными стереотипами, а также особенностями взаимодействия с органами государственной власти.

Основным виктимизирующим фоном, обладающим наибольшим распространяемым на всю этническую общность травмирующим эффектом, является факт депортации турок-месхетинцев 1944 году и дальнейшее вынужденное переселение из мест депортации вследствие погромов. При этом наиболее жесткой риторики в оценке роли России в этих и других негативных исторических событиях в прошлом турок-месхетинцев придерживаются турецкие источники информации как научного, так и публицистического характера. Исторические контексты формирования негативного образа Российской Федерации проецируются на современную ситуацию. В украинских и турецких информационных источниках, находящихся в публичном доступе, присутствует дискурс констатации страха перед Россией как у населения Херсонской области в целом, так и конкретно у турок-месхетинцев. Вина на существующие проблемы в экономической сфере проецируется на агрессию России, которая объявляется виновницей экономических проблем жителей Херсонской области в целом и причиной того, что турки-месхетинцы оказались на грани «новой катастрофы».

Тем не менее среди турок-ахыска присутствует лояльное отношение к советскому прошлому и русскому народу, но существует сконструированный страх перед возможной российской агрессией. Существующие проблемы в экономической сфере они возлагают на украинскую государственную власть. Можно констатировать наличие виктимизирующего характера социально-экономической среды функционирования общности турок-месхетинцев на территории Херсонской области и его интерпретаций. Они связываются с историческими аспектами взаимодействия с Россией. При этом в информационном поле присутствует перенос ответственности за происходящие процессы на Российскую Федерацию, что может формировать у турок-ахыска комплекс-жертвы, где в качестве идентифицируемого врага будет выступать Российская Федерация.

Рассматривая вопрос о составе заинтересованных участников этнонациональной виктимизации населения Украины на общенациональном и региональном уровне (на примере Херсонской области), их интересы, динамику и содержание активности можно констатировать практически абсолютное следование риторики местных органов власти центральным, что не представляет серьезного исследовательского интереса.

На данный момент Украина является площадкой для активности государственных структур зарубежных государств. Общая картина их присутствия проявляется через деятельность различного рода фондов, как выполняющих роль дополнительного инструмента внешней политики.

Из американских фондов наибольшую активность демонстрирует Национальный фонд поддержки демократии, Фонд «Открытое общество», который в Украине действует в первую очередь через Международный фонд «Возрождение», Фонд Чарльза Стюарта Мотта, Фонд Кока-кола. Очень интенсивно проявляют себя немецкие фонды, среди которых можно отметить Фонд Конрада Аденауэра, Фонд Фридриха Эберта, Фонд Фридриха Науманна за Свободу, Фонд Ганса Зайделя, Фонд Генриха Белля и Фонд Розы Люксембург.

Помимо американского и немецкого присутствия заметно участие Великобритании, Нидерландов, Канады, Польши, Литвы, Чехии в различного рода проектах, реализуемых на территории Херсонской области. Наряду с экономическими, образовательными и другими инициативами они в большей или меньшей степени связаны с этнонациональной виктимиза-

цией населения Украины в целом, реализуемой в контексте продуцирования тезиса о гибридной войне России против Украины.

Характерным примером является деятельность Литвы, которая выступает соорганизатором мероприятий, продвигающих данную идею. Например, существует прецедент проведения на площадке Центра публичной дипломатии в Херсоне семинара-практикума «Дезинформация как инструмент гибридной войны: особенности распространения и возможности противодействия», состоявшегося при содействии Госкомтелерадио Херсонского городского совета, в партнерстве с Культурным центром «Украина – Литва», при финансовой поддержке Программы развития сотрудничества и продвижения демократии Министерства иностранных дел Литовской Республики [22]. Подобного рода мероприятия проводятся на территории области регулярно.

При поддержке зарубежных фондов и государственных институций массово публикуется литература, обладающая ярко выраженным антироссийским характером. В качестве примеров можно привести работу «Стіяка Україна. Захист суспільства від російської агресії» (2020 г.) [6], изданную при поддержке расположенного в Лондоне Королевского института международных отношений (Chatham House). Показательным является пример монографии Котлярчука А. «В кузнице Сталина»: шведские колонисты Украины в тоталитарных экспериментах XX века», изданной еще в 2012 г., которая публиковалась при финансовой поддержке Комитета по печати университета Содерторн, Швеция. В ней речь идет о истории крестьян-этнических шведов из села Старошведское Херсонской области Украины, анализируется политика «сталинского государства по принудительной нормализации шведских колонистов Украины с целью переориентации их социально-политической и культурнолингвистической идентичности».

Интересным проявлением деятельности зарубежных акторов в регионе является проект «Багатокультурна Таврія», презентованный в 2015 году Херсонским отделением Социологической ассоциации Украины, ЦМІ «Тотем» и Департаментом вопросов внутренней и внешней политики ХОДА, официально направленный на создание условий, которые способствуют осознанию мультикультурности Таврии и формирование имиджа Таврии как «многонационального и толерантного» региона. В его рамках был создан «Атлас этнических групп Таврии» и интернет-ресурс «Путь через культуры: этнокультурные маршруты по югу Украины». Проект «Многокультурная Таврия» реализуется через Украинскую миротворческую школу при финансовой поддержке Посольства Великобритании в Украине.

Как уже упоминалось, внимание к этническим общностям Херсонской области в основном проявляют зарубежные акторы, в первую очередь акцентируясь на крымскотатарском вопросе в попытках его интернационализации. Такой же политики придерживается и официальная власть Украины.

На территории Украины функционируют неправительственные общественные организации, которые публикуют отчеты о нарушениях прав крымских татар в Крыму (Центр гражданских свобод, Крымская полевая миссия по правам человека (переформатирована в 2015 г.), Крымская правозащитная группа, КрымSOS, Центр гражданского просвещения «Альменда», и т.д.).

Показательным является пример организации «КрымSOS» (ее офисы расположены в Киеве и Херсоне), финансирование которой осуществляют: Агентство ООН по делам беженцев, Агентство США по международному развитию (USAID), фонд «Солидарность», фонд «Образование для демократии», Национальный фонд в поддержку демократии, международная организация «Интерньюс». Вливание средств также осуществляется через другие фонды, например через польский фонд «Образование для демократии», финансовую поддержку которому оказывают Национальный фонд поддержки демократии (США), DESPRO (швейцарско-украинский проект, поддерживающий децентрализации в Украине), Польско-Американский Фонд Свободы, Сенат Республики Польша, Фонд международной солидарности. Например, в 2015 году польский фонд провел для участников общественной организа-

ции «КримSOS» тренинги, целью которых стало увеличение эффективности работы с волонтерами, закупил новую технику, 287 семей получили денежную помощь [25]. Проект был профинансирован Министерством иностранных дел Польши через польский Фонд международной солидарности, который в свою очередь финансируется Агентством по международному развитию (США), Германским обществом международного сотрудничества, Генеральной дирекцией международного сотрудничества и развития, правительства Канады, Швейцарии и другими дарителями [24].

«КримSOS» работает над реализацией различных проектов имеющих ярко выраженную антироссийскую направленность и провозглашает в качестве своей миссии «деокупацию Крыма и реинтеграцию полуострова», освещение «незаконности оккупации Крыма и репрессивной политики РФ в отношении крымчан, поддержание связей полуострова с материковой Украиной, а также консолидацию украинского общества через защиту прав, свобод и интересов внутренне перемещенных лиц (ВПЛ) и других людей, пострадавших в результате вооруженного конфликта на востоке Украины и в Крыму» [17]. Наиболее активно «КрымSOS» работает по крымско-татарской проблематике, в том числе публикуя с 2016 г. ежемесячные аналитические отчеты по Крыму, где акцент делается на нарушениях прав крымских татар [1].

В данной связи можно упомянуть инициативу Турции по переселению турок-месхетинцев из Украины (в том числе из Херсонской области) в турецкие провинции. При этом Анкара воздержалась от действий, которые можно расценить как поощрение эмиграции крымских татар из Крыма, что может говорить о стратегической заинтересованности Турецкой республики в максимальном сохранении тюркского населения в Крыму [12, с. 69], а также в Херсонской области. Косвенным подтверждением этому можно считать активность турецкого государства в регионе, примером чего является проект строительства жилья в Херсоне и Геническе для переселенцев-крымских татар, который планируется реализовать при тесном сотрудничестве с Турецкой Республикой (на данный момент проект находится в замороженном состоянии) [18]. Можно упомянуть активную помощь в благоустройстве, которую оказывает крымскотатарской общности Херсонской области Турецкое Агентство международного сотрудничества и координации [20], экономические проекты Турции в регионе.

Говоря о корреляции между текущей внешнеполитической повесткой дня и изменением дискурсов этнонациональной виктимизации, можно сказать следующее. Во-первых, ключевые паттерны этнонациональной виктимизации населения Украины транслируются на международных площадках (Организация Объединенных Наций, Европейскому Парламент, Парламентская Ассамблея Совета Европы, Парламентской Ассамблеи ОБСЕ, Парламентской Ассамблеи НАТО и так далее) при поддержке позиции украинского государства со стороны внешнеполитических игроков. Основное содержание дискурсов этнонациональной виктимизации меняется в зависимости от внешнеполитической повестки дня только на оперативном уровне и определяется логикой глобального противостояния с Российской Федерацией. Например, в связи с позицией Украины по отношению к использованию российской вакцины от Covid-19, в информационном пространстве стали присутствовать материалы, где отказ от нее украинской власти объясняется существующей российской вооруженной агрессией против Украины [19]. То же самое можно сказать риторике внешних игроков, в первую очередь Турции, которая вне зависимости от характера взаимоотношений с Российской Федерацией неизменно транслирует тезисы об аннексии крымского полуострова, о преследовании крымских татар, о трагедии 1944 года как геноциде крымскотатарского народа.

Выводы. Таким образом, на основе проведенного исследования можно сформулировать две базовые модели взаимосвязанные и взаимозависимые модели этнонациональной виктимизации населения Украины на примере Херсонской области, в основу которой будет заложен объект и цель виктимизирующего воздействия.

Первая модель схематично будет выглядеть следующим образом:

Субъект воздействия $\Rightarrow$ интернет-ресурс $\Rightarrow$ жертва (население Херсонской области безотносительно этнической принадлежности) $\Rightarrow$ цель (украинская этническая нация).

Вторая модель будет выглядеть следующим образом:

Субъект воздействия $\Rightarrow$ интернет-ресурс $\Rightarrow$ жертва (представители отдельных этнических общностей) $\Rightarrow$ реализация рациональных внешнеполитических или внутривнутриполитических целей.

Первая модель абсолютно доминирует в этнонациональной виктимизации населения Украины и четко отражает процесс конструирования моноэтнической нации на основе «антирусскости». Присутствие во втором случае этнических характеристик у «жертвы», в качестве которых на данный момент выступают крымские татары и в меньшей степени турки-месхетинцы, является скорее продуктом востребованности повышенного внимания к той или иной этнической общности из соображений политической или экономической целесообразности, обусловленной внешнеполитическим «заказом» или другими рациональными соображениями. Можно предположить, что у внешних акторов данный интерес состоит в формировании у населения, проживающего на территории фронта и обладающего тесными связями с полуостровом, ярко выраженных антироссийских настроений для использования региона как плацдарма дестабилизации ситуации в Крыму.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аналітичні звіти по Криму. URL: <https://krymsos.com/reports/analitichni-zviti-po-krimu/> (дата обращения: 01.11.2020).
2. Андронникова О.О. Онтогенетическая концепция виктимности личности: дис. ... доктора психологических наук. Томск. 2019. 566 с.
3. Антипенко І. «Сіра зона»... на Херсонщині. 2018. URL: <https://www.prostir.ua/?news=sira-zona-na-hersonschyni> (дата обращения: 21.07.2020).
4. Атлас етнічних груп Херсонської області. Херсон: ХДУ. 2016. 34 с.
5. Болгары Украины попросили автономию на юге страны. URL: <https://easaily.com/ru/news/2016/07/04/bolgary-ukrainy-poprosili-avtonomiyu-na-yuge-strany> (дата обращения: 11.11.20).
6. Булек М., Луцевич О. Стійка Україна. Захист суспільства від російської агресії. 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/2020-10/2020-09-17-resilient-ukraine-boulegue-lutsevych-ukainian.pdf> (дата обращения: 09.01.21).
7. Варчук Т. В. Теория виктимологического моделирования и ее развитие в российской криминологической науке и практике предупреждения преступности: автореферат дис. ... д-ра юрид. наук. М. 2013. 48 с.
8. В Херсоне появился памятник Небесной сотне. // Херсонские Вести: [сайт]. URL: <https://visti.ks.ua/novosti/foto/12608-v-hersone-poyavilsya-pamyatnik-nebesnoy-sotne.html> (дата обращения: 01.01.2020).
9. Горшенков А.Г. Виктимологический аспект предупредительного воздействия на преступность в сфере массовой информации: дис. ... канд. юрид. наук. Нижний Новгород. 1999. 185 с.
10. Данилов С. І., Ейгельсон І. В., Єлігулашвілі М. С. Мусульманські громади Херсонщини в контексті регіональної соціально-політичної динаміки і безпекових викликів // Східний світ. 2020. № 4. С. 36–47.
11. Дороги, бідність, нудьга. Херсонщина через сусідство з Кримом потребує особливої уваги (Соціологія, інфографіка). 2018. URL: https://texty.org.ua/articles/86461/Dorogy_bidnist_nudga_Khersonshhyna_cherez_susidstvo_z-86461/ (дата обращения: 21.07.2020).
12. Золотарьов Д. Ю. До питання еміграції турків-месхетинців з України в Туреччину у 2015–2017 рр. // Східний світ, 2020, № 2. С. 63–78.

13. Козырев Г.И. Жертва в социальном конфликте: реальность и виртуальность. М. РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2010. 176 с.
14. Майоров В.А. Модель развития виктимологической ситуации // Виктимология. 2018. №1(15). С. 30-36.
15. Маковская Д.В., Гарас Л.Н. Этнонациональная виктимизация украинского общества в дискурсе научной элиты Украины: тенденции и содержание // Вопросы элитологии. 2020. №4. С. 105-121.
16. Невероятная, живописная область, но вывесок на украинском языке не увидел”: Сергей Притула про отдых на Херсонщине. // Херсон Daily: [сайт]. URL: <https://khersondaily.com/news/neverojatnaja-zhivopisnaja-oblast-no-vyvesok-na-ukrainskom-jazyke-ne-uvidel-sergej-pritula-pro-otdyh-na-hersonschine> (дата обращения: 24.01.2021).
17. Про КримSOS URL:<https://krymsos.com/about/krym-sos/>(дата обращения: 15.11.2020).
18. Стало известно, когда в Геническе начнут строить жилье для переселенцев. URL: <https://genichesk.ipc.org.ua/ru/2020/02/stalo-yzvestno-kogda-v-genycheske-nachnut-stroyt-zhyle-dlya-pereselentsev/> (дата обращения: 15.01.2021).
19. Про вакцину. Лонгрід.: [сайт]. URL: <https://www.facebook.com/arsen.zhumadilov/posts/10158175843324580> (дата обращения: 15.01.2021)
20. Турецкие меценаты вместе с региональным меджлисом крымских татар реализуют в Геническом районе социальные проекты. URL: <http://kherson-news.info/society/tyreckie-mecenaty-vmeste-s-regionalnym-medjlisom-krymskih-tatar-realizyut-v-genicheskom-raione-socialnye-proekty/> (дата обращения: 15.01.2021).
21. У Херсоні є загрози втрати національної державності – голова ТСК щодо Гандзюк. // Українська правда: [сайт]. URL: <https://www.pravda.com.ua/news/2018/11/30/7199797/> (дата обращения: 24.01.2021).
22. У Херсоні обговорили можливості протидії інформаційній агресії під час семінару-тренінгу ЦПД. <http://publicdiplomacy.org.ua/?p=797> (дата обращения: 02.02.2021)
23. Херсонщина становиться новым Крымским ханством. URL:<https://ukraina.ru/exclusive/20170814/1019030193.html> (дата обращения: 10.12.20).
24. Фонд международной солидарности (ФМС) URL: <https://solidarityfund.pl/ru/kim-jestesmy/o-nas/>(дата обращения: 15.02.2021).
25. Юхименко С., Кравчук В., Ангел Є., Бураковський І. Іноземні недержавні фонди в Україні: напрями та масштаби діяльності». Інститут економічних досліджень та політичних консультацій. 2018. [Електронний ресурс]. URL: http://www.ier.com.ua/files/publications/Special_research/Funds2018_ua.pdf (дата обращения: 29.10.2020).
26. Center for Insights in Survey Research. Fourth Annual Ukrainian Municipal Survey, 20 January – 10 February, 2018. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.iri.org/taxonomy/term/15> (дата обращения: 24.09.2020).
27. Daria V. Makovskaya, Lyudmila N. Garas Victimological aspects of ethno-political conflict (on the example of the Circassian and Crimean Tatar ethnic communities) // Revista Inclusiones. Volumen 7. Octubre – Diciembre 2020. pp. 370-379.

REFERENCES

1. Analitichni zviti po Krimu. URL: <https://krymsos.com/reports/analitichni-zviti-po-krimu/> (data obrashheniya: 01.11.2020).
2. Andronnikova O.O. Ontogeneticheskaja koncepcija viktimnosti lichnosti: dis. ... doktora psihologicheskikh nauk. Tomsk. 2019. 566 s.

3. Antipenko I. «Sira zona»... na Hersonshhini. 2018. URL: <https://www.prostir.ua/?news=sira-zona-na-hersonschyni> (data obrashhenija: 21.07.2020).
4. Atlas etnichnih grup Hersons'koï oblasti. Herson: HDU. 2016. 34 s.
5. Bolgary Ukrainy poprosili avtonomiju na juge strany. URL: <https://easaily.com/ru/news/2016/07/04/bolgary-ukrainy-poprosili-avtonomiyu-na-yuge-strany> (data obrashhenija: 11.11.20).
6. Bulek M., Lucevich O. Stijka Ukraïna. Zahist suspil'stva vid rosijs'koï agresii. 2020. [Jelektronnyj resurs]. URL: <https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/2020-10/2020-09-17-resilient-ukraine-boulegue-lutsevych-ukainian.pdf> (data obrashhenija: 09.01.21).
7. Varchuk T. V. Teorija viktimologicheskogo modelirovanija i ee razvitie v rossijskoj kriminologicheskoy nauke i praktike preduprezhdenija prestupnosti: avtoreferat dis. ... d-ra jurid. nauk. M. 2013. 48 s.
8. V Hersone pojavilsja pamjatnik Nebesnoj sotne. // Hersonskie Vesti: [sajt]. URL: <https://visti.ks.ua/novosti/foto/12608-v-hersone-poyavilsya-pamyatnik-nebesnoy-sotne.html> (data obrashhenija: 01.01.2020).
9. Gorshenkov A.G. Viktimologicheskij aspekt predupreditel'nogo vozdejstviya na prestupnost' v sfere massovoj informacii: dis. ... kand. jurid. nauk. Nizhnij Novgorod. 1999. 185 c.
10. Danilov S. I., Ejgel'son I. V., Cligulashvili M. S. Musul'mans'ki gromadi Hersonshhini v konteksti regional'noï social'no-politichnoï dinamiki i bezpekovich viklikiv // Shidnij svit. 2020. № 4. S. 36–47.
11. Dorogi, bidnist', nud'ga. Hersonshhina cherez susidstvo z Krimom potrebuje osoblivoï uvagi (Sociologija, infografika). 2018. URL: https://texty.org.ua/articles/86461/Dorogy_bidnist_nudga_Khersonshhyna_cherez_susidstvo_z-86461/ (data obrashhenija: 21.07.2020).
12. Zolotar'ov D. Ju. Do pitannja emigracii turkiv-meshetinciv z Ukraïni v Turechchinu u 2015–2017 rr. // Shidnij svit, 2020, № 2. S. 63–78.
13. Kozyrev G.I. Zhertva v social'nom konflikte: real'nost' i virtual'nost'. M. RHTU im. D.I. Mendeleeva. 2010. 176 s.
14. Majorov V.A. Model' razvitija viktimologicheskij situacii // Viktimologija. 2018. №1(15). S. 30-36.
15. Makovskaja D.V., Garas L.N. Jetnonacional'naja viktimizacija ukrainskogo obshhestva v diskurse nauchnoj jelity Ukrainy: tendencii i sodержanie // Voprosy jelitologii. 2020. №4. S. 105-121.
16. Neverojatnaja, zhivopisnaja oblast', no vyvesok na ukrainskom jazyke ne uvidel": Sergej Pritula pro otdyh na Hersonshhine. // Herson Daily: [sajt]. URL: <https://khersondaily.com/news/neverojatnaja-zhivopisnaja-oblast-no-vyvesok-na-ukrainskom-jazyke-ne-uvidel-sergej-pritula-pro-otdyh-na-hersonschine> (data obrashhenija: 24.01.2021).
17. Pro KrimSOS URL:<https://krymsos.com/about/krym-sos/>(data obrashhenija: 15.11.2020).
18. Stalo izvestno, kogda v Genicheske nachnut stroit' zhil'e dlja pereselencev. URL: <https://genichesk.ipc.org.ua/ru/2020/02/stalo-izvestno-kogda-v-genicheske-nachnut-strojt-zhyle-dlya-pereselentsev/> (data obrashhenija: 15.01.2021).
19. Pro vakcinu. Longrid.: [sajt]. URL: <https://www.facebook.com/arsen.zhumadilov/posts/10158175843324580> (data obrashhenija: 15.01.2021)
20. Tureckie mecenaty vmeste s regional'nym medzhlisom krymskih tatar realizujut v Genicheskom rajone social'nye proekty. URL: <http://kherson-news.info/society/tyreckie-mecenaty-vmeste-s-regionalnym-medjlisom-krymskih-tatar-realizyut-v-genicheskom-raione-socialnye-proekty/> (data obrashhenija: 15.01.2021).

21. U Hersoni є zagrozi vtrati nacional'noï derzhavnosti – golova TSK shhodo Gandzjuk. // Ukraïns'ka pravda: [sajt]. URL: <https://www.pravda.com.ua/news/2018/11/30/7199797/> (data obrashhenija: 24.01.2021).
22. U Hersoni obgovorili mozhlivosti protidii informacijnij agresii pid chas seminaru-treningu CPD. <http://publicdiplomacy.org.ua/?p=797> (data obrashhenija: 02.02.2021)
23. Hersonshhina stanovitsja novym Krymskim hanstvom. URL: <https://ukraina.ru/exclusive/20170814/1019030193.html> (data obrashhenija: 10.12.20).
24. Fond mezhdunarodnoj solidarnosti (FMS) URL: <https://solidarityfund.pl/ru/kim-jestesmy/o-nas/> (data obrashhenija: 15.02.2021).
25. Juhimenko S., Kravchuk V., Angel Є., Burakovs'kij I. Inozemni nederzhavni fondi v Ukraïni: naprjami ta masshtabi dijal'nosti». Institut ekonomichnih doslidzhen' ta politichnih konsul'tacij. 2018. [Jelektronnyj resurs]. URL: http://www.ier.com.ua/files/publications/Special_research/Funds2018_ua.pdf (data obrashhenija: 29.10.2020).
26. Center for Insights in Survey Research. Fourth Annual Ukrainian Municipal Survey, 20 January – 10 February, 2018. [Jelektronnyj resurs]. URL: <https://www.iri.org/taxonomy/term/15> (data obrashhenija: 24.09.2020).
27. Daria V. Makovskaya, Lyudmila N. Garas Victimological aspects of ethnopolitical conflict (on the example of the Circassian and Crimean Tatar ethnic communities) // Revista Inclusiones. Volumen 7. Octubre – Diciembre 2020. pp. 370-379.

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Дарья Владимировна Маковская, кандидат политических наук, доцент, старший научный сотрудник кафедры «Международные отношения и зарубежное регионоведение» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Российская Федерация

Daria Vladimirovna Makovskaya, Candidate of Political Sciences, Associate Professor, Senior Researcher of the Department of International Relations and Foreign Regional Studies, Sevastopol State University, Sevastopol, Russian Federation

Людмила Николаевна Гарас, кандидат философских наук, доцент, доцент кафедры «Политические науки и философия» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Российская Федерация

Lyudmila Nikolaevna Garas, Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Political Sciences and Philosophy, Sevastopol State University, Sevastopol, Russian Federation

Дата поступления в редакцию: 24.11.2020

После рецензирования: 13.12.2020

Дата принятия к публикации: 9.02.2021

А.А. Малькевич [A. A. Malkevich]

УДК 32.019.5

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.26

**FAKE NEWS КАК ИНСТРУМЕНТ
МЕДИАВОЗДЕЙСТВИЯ НА МОЛОДЕЖЬ: К
ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ И
КЛАССИФИКАЦИИ****FAKE NEWS AS A TOOL OF MEDIA INFLUENCE
ON YOUNG PEOPLE: ON THE QUESTION OF
DEFINITION AND CLASSIFICATION**

Ленинградский государственный университет им. А.С. Пушкина, Санкт-Петербург, Россия,
e-mail: alexander.malkevich@inbox.ru / A.S. Pushkin Leningrad State University, Saint Petersburg, Russia,
e-mail: alexander.malkevich@inbox.ru

Аннотация Статья посвящена анализу такого феномена современных массовых коммуникаций и инструмента манипуляционного воздействия на молодежную аудиторию, как фейковые новости (fake news). В статье предлагается авторское определение термина «фейковые новости», рассматриваются ключевые подходы к дефиниции и классификации данного понятия.

Ключевые слова: фейковые новости, социальные сети, интернет, молодежь, манипуляция, пропаганда, информационные войны

Abstract The article is devoted to the analysis of fake news as a phenomenon of modern mass communications and a tool of manipulative influence on the youth audience. The article offers the author's definition of the term "fake news", considers the key approaches to the definition and classification of this concept.

Ky words: fake news, social networks, Internet, youth, manipulation, propaganda, information wars

In recent years, there has been an increase in the interest of the scientific community in the phenomenon of fake news. Despite the fact that “fake” journalism has a rather long history and, according to researchers, originates in the practice of spreading so-called “newspaper ducks” [for more details on the history of fake news, see, for example: 9; 15], the problem of deliberate production and use of disinformation in the media space gained particular relevance in the 2010s. In our opinion, this is primarily due to the development of online technologies and the emergence of numerous social media with their ability to create user-generated content and establish communication between users. Today, in almost all countries of the world, fake news has become an integral element of information wars [8], foreign and domestic political propaganda, an instrument of manipulative media influence on various groups of the population, including young people. The neologism “fake news” firmly entered the information agenda in 2016 due to the massive appearance during the presidential election campaign in the United States of materials, the content of which did not correspond to the real state of affairs. Among the fake news that appeared during the 2016 campaign on social networks (mainly Facebook) were publications that discredited candidates (for example, “Hillary Clinton sold weapons to ISIS”), and, on the contrary, aimed at increasing their electoral rating (“The Pope blessed Donald Trump”) [11, p. 44]. Foreign researchers note that the creation and dissemination of fake news was one of the factors that influenced the outcome of the US presidential elections in 2016: for example, about 14% of American voters used social networks as their main source of information, and the rating of viewing “fake” publications exceeded popularity of materials of leading American socio-political publications, including such as “The Washington

Post" and "The New York Times" [17]. The fact that fake news has become an integral part of the informational, sociocultural and socio-political reality of the modern world is the choice of the term "post-truth" by the Oxford Dictionary in 2016 as the word of the year. This concept describes the modern era of the development of mass communications, when truth and objective facts become not fundamentally important [1]. In 2017, the Collins dictionary compilers chose fake news as the word of the year, noting that use of the term has increased by 365% since 2016 [12]. The problem of using fake news as an instrument of information warfare and media influence is recognized today at the state level. In the Russian Federation, since March 18, 2019, amendments to Article 15 No. 149-FZ "On Information, Information Technologies and Information Protection" dated July 27, 2006 and to the Administrative Code of the Russian Federation are in force. According to the adopted amendments, the definition of fake information includes "unreliable socially significant information disseminated under the guise of reliable messages, which creates a threat of harm to the life and (or) health of citizens, property, a threat of mass violation of public order and (or) public safety, or the threat of creating interference with the functioning or termination of functioning of life support facilities, transport or social infrastructure, credit institutions, energy, industry or communications facilities" [13]. The adopted amendments to the legislation of the Russian Federation allow state bodies to block inaccurate information, as well as to prosecute the distributors of fake news: Internet sites, portals, media, social networks and other resources (with the exception of news aggregators). The problem of wide dissemination of fake news and their impact on Russian youth seems to us extremely urgent. Social networks and Internet technologies have become an integral part of the lives of most Russians. If in 2001 the share of Internet users was only 2-3% of Russian citizens, then in 2019 it is already 72%. According to the Digital 2020 report, which is annually compiled by We Are Social and Hootsuite, 118 million Russians, or 81% of the country's population, have access to the Internet today, and the Russian audience of social networks is 70 million people (48% of the population of Russia) [16]. At the same time, it is young citizens under the age of 25 who use social networks most actively - their share is 85% [2].

The emergence of the Internet and digital technologies revolutionized the system of political communication of young people both within their social group and in the interaction of young people with the "outside world" [18]. This is due to the fact that Internet technologies form new channels for the dissemination of information and create new opportunities for political participation of young people, which has always remained limited for this age group [6]. It is obvious that the development of Internet technologies, social networks, various types of new media and their demand among Russian youth creates great opportunities for manipulative influence with the help of fake information. It is also worth agreeing with A.A. Rassadina that "generational" characteristics of information perception also contribute to loyal perception of fake news: young Russians prefer the interpretation of the primary source, distancing themselves from independent analysis, and also tend to consume narrowly focused information [10]. In a broad sense, fake news should be understood as any "unreliable information that was deliberately created under the guise of a reliable fact" [14]. Supporters of this interpretation note that a key aspect of the emergence and dissemination of fake information is the presence of a deliberate plan: it can be commercial interests (for example, the creation of viral videos, photographs or information messages within the framework of marketing and PR activities) or political goals (the formation of unreliable messages designed to impose their political views and values on the target audience, induce them to commit certain actions, discredit politicians, etc.). One way or another, the intentionality of creating and distributing fake news always implies the occurrence of certain and - most importantly - real consequences [Ibid]. According to G. Pennikuk, D. Rand and T. Cannon, the most important characteristic of fake news is the formation of an "illusion of truth" with a low level of credibility [19]. The essence of the fake news phenomenon is precisely revealed by the researcher A.A. Efanov: fake news "being formally (in structure) constructed as a news message (similar composition, style, basic elements, dialectical answer to the triad of questions: "what", "where", "when"), the pseudo-news message substantially contradicts the main signs of news (objectivity, reliability, reflection of current reality) [3, p. 163].

At the same time, A.A. Efanov proposes to distinguish between two types of pseudo-news - fake and post-truth: in this case, fake is not necessarily the result of deliberate actions, while post-truth is always the result of "planned techniques, the ultimate goal of which is deliberate misinformation of the audience" [Ibid.]. In our opinion, fake news should be understood as a deliberately or unintentionally created information message, formally possessing signs of a reliable fact, but not being such in content, which has become widespread, the result of which is misinformation of the audience. At the same time, one of the key properties of fake news that "favorably" distinguishes them from traditional information messages is the sensationalism and emotional color of the information disseminated. As the political scientist A.V. Manoilo, "fakes containing information of a deliberately provocative nature, which has a strong (" explosive ") impact on the emotional sphere of citizens, are spread in society in the so-called " viral " way - due to the effect of " emotional infection " " [7]. This property endows fake information disseminated through social networks and new media with powerful manipulation and mobilization potential. In modern scientific literature, there is no single approach to the classification of fake news. They may differ depending on the degree of reliability of the broadcast information, the form and structure of the information message, the target audience, distribution channels, etc. One of the most complete classifications is offered by the journalist K. Wardle, who distinguishes 7 types of fake news messages [20]:

1. Satire (parody) message (Satire or parody); 2. Misleading content; 3. Fraudulent message (Imposter content); 4. Deliberately fabricated content (Fabricated content); 5. A message containing false referrals (False connection); 6. A message containing a false context; 7. Message for the purpose of manipulation (Manipulated content). According to the degree of unreliability of the broadcast information, the following groups of fake news can be distinguished [5]: 1. Fake news containing completely false information; 2. News that is partially false; 3. News that distorts the essence of real events. Depending on the content, fake messages related to the current information agenda, as well as fakes that appeal to historical myths, are highlighted [4]. Thus, the trend associated with the widespread dissemination of fake information, as well as the accelerated dynamics of the development of online technologies in general, contribute to the transformation of the entire system of political communications. In this regard, the question of the influence of fake information on the younger generation of Russians is a major problem that requires a comprehensive analysis.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков, Д. Российский медиа-ландшафт 2019: телевидение, пресса, интернет и социальные сети / Д. Волков, С. Гончаров // Левада-Центр. 2019. 1 Августа. URL: <https://www.levada.ru/cp/wp-content/uploads/2019/08/LevadaMedia2019-1.pdf>.
2. Ефанов, А.А. Функционирование псевдо-новости в полях телевидения и интернета: типология, практика, социальные эффекты / А.А. Ефанов // Коммуникология. 2018. Т. 6. № 1. С. 155-165.
3. Жолудь, Р.В. Фейковые новости в эру постправды: функциональные аспекты / Р.В. Жолудь // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Филология. Журналистика. 2019. № 3. С. 101-104.
4. Красовская, Н.Р. Фейковые новости как феномен современности / Н.Р. Красовская, А.А. Гуляев, Г.Н. Юлина // Власть. 2019. Т. 27. № 4. С. 79-82.
5. Малькевич, А.А. Социальные сети как фактор политической социализации молодежи: от иерархии к сетевой модели / А.А. Малькевич // Вестник Московского университета. Серия 12. Политические науки. 2019. № 6. С. 88-97.
6. Манойло, А.В. «Фейковые новости» как угроза национальной безопасности и инструмент информационного управления / А.В. Манойло // Вестник Московского университета. Серия 12. Политические науки. 2019. № 2. С. 37-45.
7. Пономарев, Н.Ф. Фейковые новости в информационной войне / Н.Ф. Пономарев // Филология в XXI веке. 2019. № 2 (4). С. 54-64.

8. Распопова, С.С. Фейковые новости: природа происхождения / С.С. Распопова, Е.Н. Богдан // Вестник Челябинского государственного университета. 2017. № 11 (407). С. 48-53.
9. Рассадина, А.А. Фейковые новости в мультимедийных медиа как фактор влияния на современное поколение молодежи в России // Публичная политика. 2019. Т. 3. № 1-2. С. 149-159.
10. Рубцова, Е.В. К вопросу об определении «фейковых новостей» и их роли в предвыборных кампаниях / Е.В. Рубцова // Региональный вестник. 2019. № 18 (33). С. 44-45.
11. Словарь Collins выбрал словом года «фейковые новости» // Meduza. 2017. 2 Ноября. URL: <https://meduza.io/news/2017/11/02/slovar-collins-vybral-slovom-goda-feykovye-novosti>
12. Федеральный закон «О внесении изменений в статью 15.3 Федерального закона "Об информации, информационных технологиях и о защите информации"» от 18.03.2019 N 31-ФЗ (последняя редакция) // КонсультантПлюс. 2019. 18 Марта. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_320401/
13. Barclay, D.A. Fake news, propaganda, and plain old lies: how to find trustworthy information in the digital age. Lanham, Maryland: The Rowman & Littlefield Publishing Group, 2018.
14. Burkhardt J.N. History of Fake News / Combating Fake News in the Digital Age // Library Technology Reports. Nov/Dec 2017. Vol. 53. No. 8, pp. 5-10.
15. Digital 2020 // Wearesocial: website. 2020. URL: <https://wearesocial.com/digital-2020>
16. Hunt A., Gentzkow M. Social Media and Fake News in the 2016 Election // Journal of Economic Perspectives. 2017. No. 31 (2), pp. 211-236.
17. Owen D. Election media and youth political engagement // Journal of Social Science Education. 2008. № 7 (2), pp. 14-24.
18. Pennycook G., Cannon T., Rand D.G. Prior Exposure Increases Perceived Accuracy of Fake News // Journal of Experimental Psychology: General. 2018. Vol. 147. No. 12, pp. 1865-1880.
19. Wardl A. Fake news: read all about it. N.Y.: New York Times Educational Publishing in association with The Rosen Publishing Group, 2019
20. «Постправда» стала словом года по версии Оксфордского словаря // Русская служба BBC. 2016. 16 Ноября. URL: <https://www.bbc.com/russian/news-37995176>

REFERENCES

1. Volkov, D. Rossiiskii media-landshaft 2019: televidenie, pressa, internet i social'nye seti / D. Volkov, S. Goncharov // Levada-Centr. 2019. 1 Avgusta. URL: <https://www.levada.ru/cp/wp-content/uploads/2019/08/LevadaMedia2019-1.pdf>.
2. Efanov, A.A. Funkcionirovanie psevdo-novosti v polyah televideniya i interneta: tipologiya, praktika, social'nye efekty / A.A. Efanov // Kommunikologiya. 2018. T. 6. № 1. S. 155-165.
3. ZHolud', R.V. Fejkovyie novosti v eru postpravdy: funkcional'nye aspekty / R.V. ZHolud' // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Filologiya. ZHurnalistsika. 2019. № 3. S. 101-104.
4. Krasovskaya, N.R. Fejkovyie novosti kak fenomen sovremennosti / N.R. Krasovskaya, A.A. Gulyaev, G.N. Yulina // Vlast'. 2019. T. 27. № 4. S. 79-82.
5. Mal'kevich, A.A. Social'nye seti kak faktor politicheskoy socializatsii molodezhi: ot ierarhii k setevoy modeli / A.A. Mal'kevich // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 12. Politicheskie nauki. 2019. № 6. S. 88-97.

6. Manojlo, A.V. «Fejkovye novosti» kak ugroza nacional'noj bezopasnosti i instrument informacionnogo upravleniya / A.V. Manojlo // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 12. Politicheskie nauki. 2019. № 2. S. 37-45.
7. Ponomarev, N.F. Fejkovye novosti v informacionnoj vojne / N.F. Ponomarev // Filologiya v XXI veke. 2019. № 2 (4). S. 54-64.
8. Raspopova, S.S. Fejkovye novosti: priroda proiskhozhdeniya / S.S. Raspopova, E.N. Bogdan // Vestnik CHelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta. 2017. № 11 (407). S. 48-53.
9. Rassadina, A.A. Fejkovye novosti v mul'tikanal'nyh media kak faktor vliyaniya na sovremennoe pokolenie molodezhi v Rossii // Publichnaya politika. 2019. T. 3. № 1-2. S. 149-159.
10. Rubcova, E.V. K voprosu ob opredelenii «fejkovyh novostej» i ih roli v predvy-bornykh kampaniyah / E.V. Rubcova // Regional'nyj vestnik. 2019. № 18 (33). S. 44-45.
11. Slovar' Collins vybral slovom goda «fejkovye novosti» // Meduza. 2017. 2 Noyabrya. URL: <https://meduza.io/news/2017/11/02/slovar-collins-vybral-slovom-goda-fejkovye-novosti>
12. Federal'nyj zakon «O vnesenii izmenenij v stat'yu 15.3 Federal'nogo zakona "Ob informacii, informacionnyh tekhnologiyah i o zashchite informacii"» ot 18.03.2019 N 31-FZ (poslednyaya redakciya) // Konsul'tantPlyus. 2019. 18 Marta. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_320401/
13. Barclay, D.A. Fake news, propaganda, and plain old lies: how to find trustworthy information in the digital age. Lanham, Maryland: The Rowman & Littlefield Publishing Group, 2018.
14. Burkhardt J.N. History of Fake News / Combating Fake News in the Digital Age // Library Technology Reports. Nov/Dec 2017. Vol. 53. No. 8, pp. 5-10.
15. Digital 2020 // Wearesocial: website. 2020. URL: <https://wearesocial.com/digital-2020>
16. Hunt A., Gentzkow M. Social Media and Fake News in the 2016 Election // Journal of Economic Perspectives. 2017. No. 31 (2), pp. 211-236.
17. Owen D. Election media and youth political engagement // Journal of Social Science Education. 2008. № 7 (2), pp. 14-24.
18. Pennycook G., Cannon T., Rand D.G. Prior Exposure Increases Perceived Accuracy of Fake News // Journal of Experimental Psychology: General. 2018. Vol. 147. No. 12, pp. 1865-1880.
19. Wardl A. Fake news: read all about it. N.Y.: New York Times Educational Publishing in association with The Rosen Publishing Group, 2019
20. «Postpravda» stala slovom goda po versii Oksfordskogo slovarya // Russkaya sluzhba BBC. 2016. 16 Noyabrya. URL: <https://www.bbc.com/russian/news-37995176>

ОБ АВТОРЕ / ABOUT THE AUTHOR

Малькевич Александр Александрович, кандидат политических наук, доцент, профессор-консультант кафедры рекламы и общественных коммуникаций филологического факультета, Ленинградский государственный университет им. А.С. Пушкина, 196605, г. Санкт-Петербург, Пушкин, Петербургское шоссе, д. 10, e-mail: alexander.malkevich@inbox.ru

Malkevich Aleksandr Aleksandrovich, Candidate of Political Sciences, Associate Professor, Professor-consultant of the Department of Advertising and Public Relations of Faculty of Philology, Pushkin Leningrad State University, St. Petersburg highway, 10., Pushkin, 196605, St. Petersburg, e-mail: alexander.malkevich@inbox.ru

Дата поступления в редакцию: 12.05.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 13.06.2021

Е.П. Мармилова [E.P. Marmilova]

УДК 324

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.27

**О ЗАМЕНЕ ДОБРОВОЛЬНОГО
ГОЛОСОВАНИЯ НА ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ
ГОЛОСОВАНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ ЧИЛИ****ON THE REPLACEMENT OF VOLUNTARY
VOTING FOR MANDATORY VOTING IN THE
REPUBLIC OF CHILE**

Аннотация Автор статьи рассматривает вопрос о замене добровольного голосования на обязательное голосование в Республике Чили в 2020 году.

Материалы, методы, результаты, обсуждения, вывод

Автор проводит экспертное оценивание мнений специалистов и оценку общественного мнения. Автор статьи приходит к выводам, что главной причиной политологической дискуссии о возврате к обязательному голосованию в Республике Чили в 2020 году является поиск способа увеличения явки избирателей на выборах. Многие политические фракции стремятся легитимировать себя в условиях кризиса, который переживает представительная демократия, путем замены добровольного голосования на обязательное голосование. Ученые-политологи отмечают, что обязательное голосование при его введении помогло бы сбалансировать избирательный процесс и предотвратить возможные вопросы легитимности власти, однако для любого изменения необходимо, прежде всего, достигнуть высокого кворума 2/3 в парламенте. И ученые, и избиратели сходятся во мнении, что сама по себе замена добровольного голосования на обязательное голосование является недостаточной мерой. Для того чтобы решить социальный кризис, необходимо повышать уровень правового образования и степень участия граждан в политической жизни страны, развивать другие проекты в отношении пенсионного обеспечения, здравоохранения и укрепления демократии.

Ключевые слова: явка избирателей, выборы, обязательное голосование, добровольное голосование, выборы в Республике Чили

Abstract

The author of the article is considering replacing voluntary voting with mandatory voting in the Republic of Chile in 2020.

Materials, methods, results, discussions, conclusion

The author gives an expert assessment of the opinions of specialists and society. It is concluded that the main reason for the political science discussion about returning to mandatory voting in the Republic of Chile in 2020 is to find a way to increase voter turnout in elections. To solve the social crisis, political scientists propose not only the introduction of mandatory voting. Many political parties seek to legitimize themselves amid the crisis experienced by representative democracy by replacing voluntary voting with mandatory voting. Political scientists note that the mandatory vote, if introduced, would help balance the electoral process and prevent possible questions of the legitimacy of the authorities, but for any change it is necessary, first of all, to achieve a high quorum of 2/3 in the parliament. Scientists and voters alike agree that replacing voluntary voting with mandatory voting alone is not a sufficient measure. In order to solve the social crisis, it is necessary to increase the level of legal education and the degree of participation of citizens in the political life of the country, to develop other projects in relation to pensions, health care and the strengthening of democracy.

Key words: voter turnout, elections, mandatory voting, voluntary voting, elections in the Republic of Chile

The research was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research and the EISS within the framework of the scientific project No. 20-011-31247.

Introduction

Mandatory voting in the Republic of Chile was replaced by voluntary voting in 2012. In 2011, 106 out of 120 deputies supported the proposal to introduce voluntary voting. After this change, a low voter turnout was recorded in the country: in the parliamentary elections. It did not exceed 50%: in the Presidential elections in December 2017, S. Piñera was elected in the second round with an indicator of 49.2% of the vote; in local elections, the turnout for mayors and advisers was less than 40%. The UDP Constitutional Laboratory (Labcon) [8] conducted its research on voter turnout in the Republic of Chile and stated that voter turnout in the Republic of Chile was below average compared to other countries in South America.

In 2019, opposition lawmakers came up with an initiative to restore compulsory voting in the country. Making this proposal, they strove to ensure that the Chileans decided in a referendum in favor of adopting a new Constitution, which could replace the country's Constitution inherited from the dictatorship of A. Pinochet, and the introduction of compulsory voting [5]. Prime Minister F. Ward, representing the conservative government of S. Piñera, did not agree with the restoration of compulsory voting.

In March 2020, in the Senate, the Government Committee on Decentralization and Regionalization considered a draft to replace voluntary voting with compulsory voting. The initiators of the project were senators Fr. Chauan, H. An. Koloma, Al. Urresti, F. Harboe and J. Pizarro. Senator H. P. Letelier said that "this fundamental debate over the replacement of voluntary voting by compulsory voting is for social cohesion, for the restoration of the legitimacy of institutions." Senator L. Eberspergero evaluated the initiative from a different point of view. He considered that "for all different sectors, voting is the same, that compulsory voting is not a solution to the problem of increasing voter turnout. In this regard, he proposed "to see and analyze what are the reasons for the downward trend in voter turnout, and to conduct fundamental research without obliging voters to vote in elections" [14].

In the process of considering the project, debates also began on the inclusion of possible sanctions, financial or administrative, for not participating in elections: from the inability to hold a political post to the inability to obtain a loan from the bank.

In Congress, despite a vote of 88 deputies for the introduction of compulsory voting, a quorum of 3/5 was not achieved.

Thus, in 2020, in the Republic of Chile, political scientists, the scientific community and the public began to once again discuss the issue of whether voting should be voluntary or compulsory.

Materials and methods The article provides an expert assessment of the opinions of experts and an assessment of public opinion within the framework of arguments and arguments in favor of voluntary or compulsory voting in the Republic of Chile. Expert assessment is carried out by analyzing analytical articles by experts published in 2020 on the pages of the official media on the Internet. and the assessment of public opinion, by analyzing the comments to them.

Results and Discussions The topic of compulsory voting and voluntary voting in the Republic of Chile is sanctified in the scientific works of P. M. Barberan [1: 77-91], B. Makenna [9], R. Zarzuri [17], M. M. Quiroga [13], F.S. Barrientos [2], Fr. M. Naritelli [11], G. Diaz D. [6].

Cl. Fuentes notes that "earlier the only country that replaced compulsory voting with voluntary was Venezuela in 1994" [7] and reveals the history of argumentation of the issue of replacing compulsory voting with voluntary voting, and, conversely, in the Republic of Chile in 2011.

The disadvantages of compulsory voting and the disadvantages of voluntary voting, which were characteristic of the political science discussion in 2011, are presented in Table 1.

Table 1. – Disadvantages of compulsory voting and disadvantages of voluntary voting, which were characteristic of the political science discussion in 2011

Disadvantages compulsory voting, according to the position of supporters of voluntary voting:	Disadvantages of voluntary voting, according to the position of supporters of compulsory voting:
- the right of citizens to take or not to take part in elections and refusal to freeze voter lists;	- leads to serious inequality, as it tends to become elitist, since people with certain characteristics go to the elections: those who are most interested in politics, more

	informed, have an education and a high income;
- in Europe there has been experience at the community level, where in voluntary voting schemes participation in elections has increased due to the creation of electronic voting mechanisms;	- parties and candidates with large economic resources have more opportunities to be elected;
- will improve the quality of democracy.	- leads to a decrease in voter turnout.

In 2016 and 2017, proposals to reinstate compulsory voting were submitted by the Independent Democratic Union - the right-wing conservative political party in Chile (UDI), the Christian Democratic Party (PDC) and the Socialist Party of Chile (PS). H. M. Insuls (PS) pointed out that voluntary voting "was not a good idea" (26.10.2016). The President of the Electoral Service P. Santamaria indicated that, in his opinion, "voting should be compulsory" (10.11.2017), and the candidate for the presidency of the District of Columbia in the Republic of Chile, K. Goitsch, in her government program for 2017, stated that it is necessary to return to compulsory voting.

In 2018, a survey of senators and deputies was conducted, the sample covered 92.4% of members of both chambers. It was found that 66.7% of Congressmen support the idea of compulsory voting.

Thus, Cl. Fuentes believes that if there is a majority agreement on this issue in the elite of the Congress, then we are talking about the need to establish a compulsory electoral right.

Cl. Fuentes constituted that back in early 2019, the return to compulsory voting was an extremely unpopular reform, not a single political sector dared to propose it. However, already in December 2019, the Audit Chamber of the Republic of Chile approved a reform that opened up the opportunity to restore compulsory voting in the country.

Cl. Orregov in 2011 opposed the idea of replacing compulsory voting with a voluntary one. On February 13, 2020, he published his opinion "Compulsory Voting: Learn and Improve." processes. Compulsory voting also tends to promote more focused and rational debate in campaigning. It encourages nominations. In voluntary voting, vulnerable groups and minorities vote less, inequality between provincial communes is re-expressed, the consequences of which are not being noticed. In the 2017 elections, five of the ten communes with the highest voter turnout in Chile were in Santiago, four of them in the same district with the highest economic performance, and all of them reached 60% in terms of voter turnout. Meanwhile, voter turnout in more vulnerable communities in the same region was 40% or less. Young people in Chile born after 1990 (according to a 2011 study) abstain from voting in elections and consolidating their political positions. According to the expert, two electoral cycles have passed and almost nine years, all these effects from the introduction of voluntary voting were confirmed in recent history in the Republic of Chile [12].

Doctor of Political Sciences, Academician of the Institute of Public Affairs of the University of Chile, M.C. Escudero, believes that "compulsory voting, if introduced, would help balance the electoral process and prevent possible questions of the legitimacy of the authorities. These debates have always been somewhat open-ended when clashes arose between the ruling party and the opposition. " In the opinion of the scientist, this issue should always be resolved through constitutional reform with the necessary quorum: for any change, it is necessary, first of all, to achieve a high quorum of 2/3. The introduction of a decision on compulsory voting can be viewed from the outside as an illegal decision "[16].

The President of the Supreme Court of the Republic of Chile, D. Huen, discusses how to conduct a safe vote, and concludes that "the country is not yet ready for early voting and voting by mail." He believes that "it is important to hold a safe referendum and not add an element of uncertainty or mistrust. Given the pandemic, any changes must be minimized. " He believes that it is necessary to introduce special measures to hold a safe referendum. Expansion of premises, reduction of the number of members of the election commission is required. In order for not all voters to come to the polling station on the same day and at the same time, it is necessary to distribute the voting of voters on different days, as well as introduce voting in the morning and afternoon [16].

Cl. Alvarado, executive director of the Institute for Society Studies (IES) and University of California law professor, said the proximity of the campaign start and the referendum makes the proposal "unviable," but the debate about replacing voluntary voting with compulsory voting should be resumed in the future. In his opinion, two factors complicate the process of introducing compulsory voting: 1) a short time to organize and hold a referendum; 2) holding a referendum taking into account the circumstances of the COVID-19 pandemic. He would have changed the date of the referendum to a later date, recommended holding a referendum with rules accessible to voters. Despite this, he advocates compulsory voting in the Chilean electoral system and is negative about the impact of voluntary voting: "voluntary voting is a complete disaster, this is one of the factors that at the level of the political system widened the gap between citizens and politics, I think it is important to replace it " [16].

S. Eylwin, MSc in Risk and Resource Management from Heidelberg University, believes that it is most important to take protective measures in the face of the COVID-19 pandemic, because if sanitary conditions are not guaranteed, many people will decide that it is better not to vote, on the other hand , it would be very delicate to impose a fine or sanction if a mandatory vote were hypothesized. Compulsory voting will help restore the connection between society and politics, which is one of the most important problems that we are seeing at the moment. The society feels that the politician does not listen to it, and it will have much less reason for this if voluntary voting is replaced by compulsory voting "[16].

On the official website of the IusNovum Research Center in the Republic of Chile, Bachelor of Law and Social Sciences Ad. V. Serisola published his opinion on the replacement of voluntary voting by compulsory voting. He believes that the decision to hold a voluntary vote in Chile was a bad idea, since it is obvious that the citizens were not yet ready to vote voluntarily, and this only led to bad consequences. It was a bad idea to introduce voluntary voting without restoring legal education as a compulsory subject in the school curriculum: citizens should have a legal culture from an early age, understand how important it is to vote and elect their authorities. He attributes the following provisions to the consequences of the introduction of voluntary voting: 1) thanks to voluntary voting, abstention from participation in elections has reached a very high level, and so far in none of the elections the voter turnout has not exceeded 50% of the list; 2) voluntary voting led to more participation in presidential and parliamentary elections than municipal ones; 3) voluntary voting has led to the fact that the elected candidates have little democratic legitimacy as authorities, since in many cases the vote by which they were elected does not even make up one third of the total voter list; 4) voluntary voting has led to "class bias" and greater inequality in participation, which is reflected in the fact that higher educated citizens and those with an interest in politics vote the most and create an elitist voice; 5) voluntary voting encourages the "support" of voters by candidates and parties with large economic resources. Thus, the only way to get out of high abstinence and low voter turnout is through reform and substitution of compulsory voting for voluntary voting. Voluntary voting gave more bad results than good [4].

P.M. Barberans believes that the freedom argument can be the subject of several observations. From a liberal point of view, all or nearly all government rules affect people's freedom. Even liberals recognize that there are additional interests that need to be protected and promoted in addition to personal freedom: "we prohibit killing because we protect life; we use seat belts because we value safety during dangerous activities; Finally, we force people to vote because we consider the democratic legitimacy of elections to be important "[1].

Table 2 presents excerpts from a note by P.M. Barberan, published in 2020 on the Diario-Constitutional.cl website, on how compulsory voting affects freedom.

Table 2. – The impact of compulsory voting on freedom according to P.M.Barberan

Features of voluntary voting Особенности добровольного голосования	Features of compulsory voting Особенности обязательного голосования
May increase voter turnout in elections, but other types of reforms must be implemented that could serve to stimulate citizen participation by proving the impact of voting on government decision-making.	Voter turnout is always higher where voting is compulsory, as voters are forced to vote out of fear of possible sanctions, and also because compulsory voting is understood to be an obligation.

Voluntary voting returns power to citizens.	Compulsory voting increases the power of the state by making the will of the citizens unimportant.
Voluntary voting implies that right must always be freedom at the same time.	Voting is a right and a duty. Neither the state nor the citizen himself can voluntarily obstruct the voting.
Voluntary voting does not distinguish between those who reject the system and those who did not come to vote for selfish reasons.	By forcing citizens to vote, the state makes it impossible to express its rejection of the current political system as a legitimate form of decision-making.

R.P Besoin, director of the Law School of Central University of Chile, shared some insights from behavioral economics that are very useful in analyzing the substitution of voluntary voting for compulsory voting. He believes that instead of making a return to the model of the old Chilean electoral system, it would be more expedient for the Republic of Chile right now to choose a system with compulsory registration for the current elections or a voluntary abandonment of it. This is done to avoid predictably irrational behavior or bad behavior. Compulsory registration of citizens for elections allows: 1) to impose an obligation on a citizen who wants to leave the political system, without prejudice to the freedom that protects his right to participate in elections again in the future through a new registration; 2) it reduces the class bias shown by the data on elections with voluntary voting, and also creates an incentive to increase voter turnout; 3) this system is quite effective in improving the insufficient representativeness of the political system, since it conditions the right to vote for all types of citizens, and not only those with the highest incomes, and thus can have a positive impact on the direction and quality of public policy [3] ...

As for the activities of the state, PhD in Communication An. Bello from F. Vergara University speaks for the need to promote the decisions of the Government of the country on compulsory voting and has a negative attitude to the decision of the Prime Minister to stop this initiative.

As for actions of citizens, he believes that "today citizens demonstrate their position through social networks, and not by voting at a polling station," but he does not propose to introduce electronic voting in the country. In his opinion, the way out of this situation may be the introduction of a voluntary voting system with automatic registration for participation in elections or withdrawal from it. It could ensure broader citizen participation, thereby complementing the opinions that are available on social networks. If, with this measure, the minimum voter turnout is insufficient, then only then it is necessary to look for other mechanisms that will facilitate the conduct of legitimate elections: early voting, more days for voting, and others [15].

Let us assess the opinions of citizens on the replacement of voluntary voting by compulsory voting in the Republic of Chile.

Comments from citizens who support the preservation of the voluntary voting system:

- I think the system of voluntary voting is good, because it shows the real interest of citizens in democracy and emphasizes the problem of democratic delegitimization [4];
- the only thing for which compulsory voting is used is to make people fanatical about a certain political party;
- a return to compulsory voting will not help much, this is a different path;
- politicians plan to return to compulsory voting, such as existed under the dictatorship;
- we do not feel that we are presented with an alternative [7].

Voters who support compulsory voting believe that compulsory voting is fully justified, that "voting is the original act of democracy, there are no rights without obligations."

There are the citizens' recommendations they are proposing to increase voter turnout in the Republic of Chile:

- before forcing people to vote, it is necessary to raise the quality of the educational system and make it accessible to the majority of the population;
- the Republic of Chile requires not only the formation of a stronger civic consciousness, but also the recognition that the state should strive to achieve the social well-being of the majority of the population, and not to the participation of society in improving the socio-political reality;

- the provision that the sole responsibility for voter turnout lies with the citizens does not fully explain all the facets of the crisis of representative democracy [7].

Conclusions. Thus, the main reason for the political debate on returning to compulsory voting in the Republic of Chile in 2020 is the search for a way out of the social crisis that has developed in connection with the use of the voluntary voting system. Many political factions seek to legitimize themselves in the crisis experienced by representative democracy by replacing voluntary voting with compulsory voting. Political scientists note that compulsory voting, if introduced, would help to balance the electoral process and prevent possible questions of the legitimacy of the authorities, but for any change it is necessary, first of all, to achieve a high quorum of 2/3 in parliament. Both scientists and voters agree that replacing voluntary voting with compulsory voting alone is not a sufficient measure. In order to solve the social crisis, it is necessary to increase the level of legal education and the degree of participation of citizens in the political life of the country, to develop other projects in relation to pensions, health care and the strengthening of democracy.

ЛИТЕРАТУРА

1. Barberán P. M. El derecho y la obligación de votar. Revista de Derecho. 2009. Vol. XXII. P. 77-91. [Электронный ресурс]. URL: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/revider/v22n1/art04.pdf> (дата обращения: 26.10.2020).
2. Barrientos F.S. Reflexiones sobre el voto obligatorio. Revista de derecho público número especial. 2018. P. 339-351.
3. Besoain R.P. Votoobligatorio [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ucentral.cl/facultades-y-carreras/facdeh/voto-obligatorio> (дата обращения: 26.10.2020).
4. Cerisola Ad.V. Reposición del voto obligatorio en Chile [Электронный ресурс]. URL: <https://iusnovum.cl/2020/05/16/reposicion-del-voto-obligatorio-en-chile/> (дата обращения: 26.10.2020).
5. Congreso de Chile rechaza restablecer voto obligatorio en elecciones populares [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dw.com/es/congreso-de-chile-rechaza-restablecer-voto-obligatorio-en-elecciones-populares/a-52103793> (дата обращения: 26.10.2020).
6. Díaz D., G. Educación para la ciudadanía y participación electoral en un contexto de voto voluntario Política. Revista de Ciencia Política. 2014. Vol. 52. № 1. P. 61-91.
7. Fuentes S.C. Voto voluntario y la ilusión de la representación (o como la democracia se fue vaciando de electores) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ciperchile.cl/2019/01/07/voto-voluntario-y-la-ilusion-de-la-representacion-o-como-la-democracia-se-fue-vaciando-de-electores/> (дата обращения: 26.10.2020).
8. Labcon.Laboratorio Constitucional UDP [Электронный ресурс]. URL: <https://labconstitucional.udp.cl/> (дата обращения: 26.10.2020).
9. Mackenna B. Composición del electorado en elecciones con voto obligatorio y voluntario: un estudio cuasiexperimental de la participación electoral en Chile. 2015. Vol. 5 [Электронный ресурс]. URL: <https://revistas.usal.es/index.php/1852-9003/article/view/rlop.22307> (дата обращения: 26.10.2020).
10. Marshall P. ¿Cómo afecta el voto obligatorio a la libertad? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.diarioconstitucional.cl/articulos/como-afecta-el-voto-obligatorio-a-la-libertad/> (дата обращения: 26.10.2020).
11. Naritelli M. F. Cuadernos de H Ideas. 2012. Vol. 6. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <http://perio.unlp.edu.ar/ojs/index.php/cps/index> (дата обращения: 26.10.2020).
12. Orrego C. Voto obligatorio: aprender y corregir [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elmostrador.cl/destacado/2020/02/13/voto-obligatorio-aprender-y-corregir/> (дата обращения: 26.10.2020).

13. Quiroga M. M. ¿Por qué se aprobó el voto voluntario en Chile? Razones y argumentos que impulsaron la reforma. *Revista Chilena de derecho y ciencia politica*. Junio-Noviembre. 2017. Vol. 8. № 2. DOI 10.7770/rchdyep-v8n2-art1216.
14. Reponer el voto obligatorio: debaten posibilidad de incorporar sanciones [Электронный ресурс]. URL: <https://senado.cl/reponer-el-voto-obligatorio-debaten-posibilidad-de-incorporar-sanciones/senado/2020-03-09/172713.html> (дата обращения: 26.10.2020).
15. Vergara F. Voto obligatorio: ¡Ya! [Электронный ресурс]. URL: <https://www.diarioconcepcion.cl/opinion/2020/02/11/voto-obligatorio-ya.html> (дата обращения: 26.10.2020).
16. Voto obligatorio para el plebiscito de octubre? Cuatro miradas de una propuesta a contrarreloj [Электронный ресурс]. URL: <https://www.latercera.com/reconstitucion/noticia/voto-obligatorio-para-el-plebiscito-de-octubre-cuatro-miradas-de-una-propuesta-a-contrarreloj/QWRQIKHKKZHETEAS37U3KE6GJA/> (дата обращения: 26.10.2020).
17. Zarzuri R. Tensiones y desafíos en la participación política juvenil en Chile. *Utopía y Praxis Latinoamericana*. 2010. V.15. № 50.[Электронныйресурс].URL: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-52162010000300008 (датаобращения: 26.10.2020).

REFERENCES

1. Barberán P. M. El derecho y la obligación de votar. *Revista de Derecho*. 2009. Vol. XXII. P. 77-91. [Elektronnyj resurs]. URL: https://scielo.conicyt.cl/pdf/revider/v2_2n1/art04.pdf (data obrashcheniya: 26.10.2020).
2. Barrientos F.S. Reflexiones sobre el voto obligatorio. *Revista de derecho público número especial*. 2018. P. 339-351.
3. Besoain R.P. Votoobligatorio [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.ucentral.cl/facultades-y-carreras/facdeh/voto-obligatorio> (data obrashcheniya: 26.10.2020).
4. Cerisola Ad.V. Reposición del voto obligatorio en Chile [Elektronnyj resurs]. URL: <https://iusnovum.cl/2020/05/16/reposicion-del-voto-obligatorio-en-chile/> (data obrashcheniya: 26.10.2020).
5. Congreso de Chile rechaza restablecer voto obligatorio en elecciones populares [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.dw.com/es/congreso-de-chile-rechaza-restablecer-voto-obligatorio-en-elecciones-populares/a-52103793> (data obrashcheniya: 26.10.2020).
6. Díaz D., G. Educación para la ciudadanía y participación. electoral en un contexto de voto voluntario Política. *Revista de Ciencia Política*. 2014. Vol. 52. № 1. P. 61-91.
7. Fuentes S.C. Voto voluntario y la ilusión de la representación (o como la democracia se fue vaciando de electores) [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.ciperchile.cl/2019/01/07/voto-voluntario-y-la-ilusion-de-la-representacion-o-como-la-democracia-se-fue-vaciando-de-electores/> (data obrashcheniya: 26.10.2020).
8. Labcon.Laboratorio Costitucional UDP [Elektronnyj resurs]. URL: <https://labconstitucional.udp.cl/> (data obrashcheniya: 26.10.2020).
9. Mackenna B. Composición del electorado en elecciones con voto obligatorio y voluntario: un estudio cuasiexperimental de la participación electoral en Chile. 2015. Vol. 5 [Elektronnyjresurs]. URL: <https://revistas.usal.es/index.php/1852-9003/article/view/rlop.22307> (dataobrashcheniya: 26.10.2020).
10. Marshall P. ¿Cómo afecta el voto obligatorio a la libertad? [Elektronnyjresurs]. URL: <https://www.diarioconstitucional.cl/articulos/como-afecta-el-voto-obligatorio-a-la-libertad/> (data obrashcheniya: 26.10.2020).

11. Naritelli M. F. Cuadernos de H Ideas. 2012. Vol. 6. № 6. [Elektronnyj resurs]. URL: <http://perio.unlp.edu.ar/ojs/index.php/cps/index> (data obrashcheniya: 26.10.2020).
12. Orrego C. Voto obligatorio: aprender y corregir [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.elmostrador.cl/destacado/2020/02/13/voto-obligatorio-aprender-y-corregir/> (data obrashcheniya: 26.10.2020).
13. Quiroga M. M. ¿Por qué se aprobó el voto voluntario en Chile? Razones y argumentos que impulsaron la reforma. Revista Chilena de derecho y ciencia politica. Junio-Noviembre. 2017. Vol. 8. № 2. DOI 10.7770/rchdyep-v8n2-art1216.
14. Reponer el voto obligatorio: debaten posibilidad de incorporar sanciones [Elektronnyj resurs]. URL: <https://senado.cl/reponer-el-voto-obligatorio-debaten-posibilidad-de-incorporar-sanciones/senado/2020-03-09/172713.html> (data obrashcheniya: 26.10.2020).
15. Vergara F. Voto obligatorio: ¡Ya! [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.diarioconcepcion.cl/opinion/2020/02/11/voto-obligatorio-ya.html> (data obrashcheniya: 26.10.2020).
16. Voto obligatorio para el plebiscito de octubre? Cuatro miradas de una propuesta a contrarreloj [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.latercera.com/reconstitucion/noticia/voto-obligatorio-para-el-plebiscito-de-octubre-cuatro-miradas-de-una-propuesta-a-contrarreloj/QWRQIKHKKZHETEAS37U3KE6GJA/> (data obrashcheniya: 26.10.2020).
17. Zarzuri R. Tensiones y desafíos en la participación política juvenil en Chile. Utopía y Praxis Latinoamericana. 2010. V.15. № 50. [Elektronnyj resurs]. URL: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-52162010000300008 (data obrashcheniya: 26.10.2020).

ОБ АВТОРЕ / ABOUT THE AUTHOR

Мармилова Екатерина Петровна, кандидат исторических наук, доцент (руководитель научного проекта в РАПН) Email: katyamme@mail.ru

Marmilova Ekaterina Petrovna, Candidate of Historical Sciences, Associate Professor (Head of the scientific project at the RPSA), E-mail: katyamme@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 12.05.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 13.06.2021

А. А-Ч Я оглы Абкаиров [Ab.-C. Ya. ogly Abkairov]

УДК 332.727
DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.28

**«АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ
ЧЕРНОМОРСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО
СОТРУДНИЧЕСТВА КАК ПРИМЕРА
РЕГИОНАЛЬНОЙ ИНТЕГРАЦИИ ДЛЯ
СОЗДАНИЯ ОКЭС»**

**"ANALYSIS OF THE ACTIVITIES OF THE
BLACK SEA COOPERATION ORGANIZATION
AS AN EXAMPLE OF REGIONAL
INTEGRATION FOR THE CREATION OF A
CSEC"**

ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», г. Астрахань, Россия,
e-mail: Abhair123@gmail.com/ Astrakhan State University, Astrakhan, Russia,
e-mail: Abhair123@gmail.com

Аннотация

Черноморско-Каспийский регион является уникальным регионом, обладающим важным стратегическим и геополитическим положением, где идет процесс реализации различных интеграционных форм. Целью статьи является анализ структуры и деятельности ОЧЭС, которая может послужить полезным примером модели региональной интеграции. При проведении исследования нами были использованы: метод комплексного анализа, сравнительно-правовой метод, исторический метод и другие методы научного познания. Данный анализ позволит понять и исправить слабые стороны организации, и сделать акцент на сильных, что даст ей второе дыхание, а имеющийся опыт будет полезен при создании Организации каспийского экономического сотрудничества и позволит избежать ошибок.

Ключевые слова: Черноморско-Каспийский регион, ОЧЭС, ОКЭС, региональная интеграция.

Abstract

The Black Sea-Caspian region is a unique region with an important strategic and geopolitical position, where various integration forms are being implemented. The purpose of the article is to analyze the structure and activities of the BSEC Organization, which can be a useful example of a regional integration model. The method of complex analysis, the rather-legal analysis, the historical method and others were used in the study. The aim of this analysis is to identify and correct the disadvantages of the organization, and to focus on its strengths. The example of BSEC Organization will be useful in the creation of the Caspian Economic Cooperation Organization and will allow avoiding mistakes.

Key words: Black Sea-Caspian region, BSEC Organization, CECO, regional integration.

Regional integration is a hot topic due to its impact on social development. After all, the result of the modification of socio-economic, as well as state-legal models is the formation of completely new cultural ties. Regional integration can take various forms and forms. The most famous example of regional integration is the European Union, which is worth noting, which is far from being the standard of interstate associations, and a considerable number of mistakes in the policy pursued by the European Union confirm this opinion.

Many modern experts in this field believe that the implementation of a successful model of regional integration requires compliance with a number of requirements. First of all, this is a common cultural and geographic space, secondly, a high level of political and economic interaction, and thirdly, legitimacy and legality in the eyes of the world community.

The Black Sea-Caspian region is an object of close international attention. This is due to the fact that the region has significant deposits of natural resources and occupies an important strategic place on the geopolitical map. The strategic value of the region lies in the fact that the most important transit routes “from north to south” and “from west to east” intersect in the Black Sea region. Thus, the Black Sea is a kind of bridge connecting significant natural reserves of energy resources of the Caspian Sea with Europe, which very interested in them. Also, the Black Sea is the point of intersection of two extremely important and promising regions, the Mediterranean-Black Sea and the Black Sea-Caspian Sea, and the opinion that it will be possible to increase the transit of energy resources precisely at the expense of the Black Sea is just another reason for attention and study of the region. For Russia, which has access to both seas, the region is of double importance.

The resources and location are the key to the implementation of economic, military-strategic and political goals for leaders of world politics. The collapse of the USSR marked the beginning of many conflicts within the region, and also turned the Black Sea-Caspian region into an object of active intervention by world leaders.

Political scientists often use the term "Black Sea-Caspian space". This term includes the territories of the North Caucasus, Transcaucasia, Central Asia, the Black Sea states and the Danube states, as well as the Balkans. The total territory of the states located on the shores of the Black Sea and the Caspian Sea is 7 million square km., and about 380 million people live here.²⁰

Since the resources and geostrategic position of the Black Sea-Caspian region make it possible to realize economic and military-strategic goals, an active struggle has unfolded for leadership in the region between states for which the Black Sea-Caspian region is of particular interest. The Black Sea-Caspian region has all the makings for successful and rapid development both economically - significant reserves of minerals, and socially - representatives of completely different cultures and nationalities live happily in the region. Nevertheless, there is a downside to the coin, which is that all of the above advantages lead to a difficult geopolitical situation in the Black Sea-Caspian region. Regardless of the potential, the Black Sea-Caspian region is also characterized by the presence of "frozen conflicts" that can flare up with renewed vigor at the first opportunity, which poses a potential threat to the security of the entire region. Another point in the characterization of the Black Sea-Caspian region is the common Soviet past, which only Iran and Turkey do not have. Basically, the modern states of the region were either part of the Soviet Union or were under its influence. This point occupies a very important place in the characterization because of its impact on the formation of the modern appearance of the region. Of course, the current states that were formed after 1991 are very different from each other in many respects, from the size of the territory and human resources to economic potential. But the communist past is the common feature for most of the Black Sea-Caspian region states. This feature is the cause of common weaknesses such as an unstable economy and difficulties in establishing successful international cooperation.

Our “common denominator” is not the only circumstance affecting stability and security in the Black Sea region. The stability of the region suffers to a large extent due to the constant race for influence between world and regional leaders such as Russia, the United States, China, Iran and Turkey. Each of the above states pursues its own interests and goals, and the ways through which they are achieved lead to regional instability.

The next point in the characterization is that the foreign policies of the states of the region sometimes have exactly opposite directions. This naturally leads to difficulties in interaction between countries. Some of the actors have not chosen the vector in the direction of which their

²⁰ Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki. URL: <https://rosstat.gov.ru/publicationsplans/document/72982>

foreign policy will be built. The Black Sea-Caspian region attracts more and more interest, therefore, the development of cooperation between the states of the region is of great importance.

The opinion that the creation of the Organization of the Caspian Economic Cooperation is necessary was formed and approved back in 2008 at the international economic conference of the governments of the Caspian states. During the event, 5 working sessions were held aimed at discussing economic cooperation of the Caspian states. As a result, it was decided to create an CECO.²¹

The organization's activities should be aimed at interaction in areas such as transport, energy, trade and the environment. It is also planned to create economic and political research centers, and then a joint bank that will finance regional projects.²² The organization should include five Caspian states: Russia, Iran, Azerbaijan, Kazakhstan and Turkmenistan. This format of cooperation, within the framework of the CECO, will help realize the potential of the Caspian region and achieve a new level of economic development.

Nevertheless, the decision has not yet gone beyond the decision that the creation of an CECO is necessary. In our opinion, the number one problem preventing the establishment of the organization is the uncertain status of the Caspian Sea. Of course, in 2018, in Aktau, Kazakhstan, the Caspian states signed the 2018 Convention on the Legal Status of the Caspian Sea, which is a basic international treaty, but to this day, only four Caspian states have ratified the Convention, and in addition, some issues have been raised for the scope of the contract. But the Russian Foreign Ministry expects Iran to ratify the 2018 Convention in the near future, so the issue of creating an CECO is more urgent than ever.²³

In the Black Sea-Caspian region, there is an organization whose activities deserve attention, as it is a relatively successful example of regional integration, and an analysis of its activities and problematic issues can help take into account its mistakes and be useful for creating a CECO, this organization is the Organization of the Black Sea Economic Cooperation. The Black Sea and Caspian Sea region is unique in many ways. Its formation in its present form began after the collapse of the Soviet Union and continues to this day. The goal of the current stage of the formation of the region is cooperation and interaction of states at all levels, which should lead to the formation of new economic associations and ensure the region's stability and security.²⁴ Nevertheless, exclusivity also has a negative side, which, on the contrary, complicates the political integration of the region into the world community.

The Black Sea-Caspian region states primarily unite the basins of the Black and Caspian Seas, which are the connecting links in the region. The presence of such links is very favorable for regional integration, but the difference in the level of economic development of states, the lack of political stability, the constant influence of non-regional players, as well as the symbiosis of many nationalities, cultures and religions, on the contrary, can serve as a pretext for conflict situations and hinder the effective process of uniting the states of the region. into a single mechanism.

A significant negative impact is exerted by the lack of practice in creating independent models of regional integration, as well as the need to constantly balance between the centers of power constantly fighting for leadership of Russia, the United States, Turkey and the European Union. Nevertheless, in spite of all of the above, the Black Sea-Caspian region states are trying to move in the direction of multi-level interaction and integration.

²¹ Novoselov S.V. Informaciya o pervoj mezhpripravitel'stvennoj ekonomicheskoy konferencii Prikaspijskih gosudarstv (Rossiya, g. Astrahan', 3-4 oktyabrya 2008 g.) // Kaspijskij region: politika, ekonomika, kul'tura. – 2008. - № 4(17) – S. 100-103

²² Kotilko V. Scenarii sozdaniya Organizacii kaspijskogo ekonomicheskogo sotrudnichestva // Nacional'nye interesy: priority i bezopasnost'. – 2011. - № 11 – S. 19-33

²³ MID Rossii ozhidaet, chto Iran skoro ratificiruet Konvenciyu o statute Kaspijskogo morya. URL: <https://tass.ru/politika/11095005>

²⁴ Belyakova N. S. Novye realii arhitektury CHernomorskogo regiona. // Aktual'nye voprosy sovremennyh obshchestvennyh nauk // sbornik nauchnyh trudov po itogam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – 2016. S.20

As for the issue of security in the Black Sea region, it is more urgent and complex than ever. And such factors as unresolved conflicts within the CIS, the emergence of new, even more complex conflict situations such as the integration of Crimea into the Russian Federation, as well as the constant threat of terrorism, only confirm this.

Solving the problem of security in the region requires an integrated approach on the part of the Black Sea and Caspian states. The comprehensive approach primarily implies democratization and sustainable development of economic ties, which in the future should lead to a close intertwining of national economies in the region.

In our opinion, BSEC Organization, as an example of an integration project, should be considered as the main model when creating CECO, since the organizations have essentially identical missions. BSEC Organization is an intergovernmental organization with a rather long, twenty-nine-year history. The reason for the creation of the association was a common interest, which is present not only among the states of the Black Sea or Caspian regions, but among all states with access to the seas - this is the development of cooperation and trade and economic ties. The purpose of the BSEC Organization is precisely to promote productive interstate interaction and maintain stability in the region. The association consists of 12 members: Azerbaijan, Albania, Armenia, Bulgaria, Greece, Georgia, Moldova, Russia, Romania, Serbia, Turkey and Ukraine. Austria, Belarus, Germany, Egypt, Israel, Italy, Poland, Slovakia, USA, France, Tunisia, Croatia, the Czech Republic, as well as the European Commission, the Energy Charter Conference, the Black Sea Commission and the International Black Sea Club are among the observers. At the level of foreign ministers, all members of the organization signed a declaration on the Black Sea Economic Cooperation. This document confirms the development of interstate cooperation in such fundamental areas as trade, industry, energy, transport, communications, science and technology, agriculture, ecology and tourism.²⁵

In the period from 1992 to 1998, the organization was known under the name - "Black Sea Economic Cooperation". Later, there was a transformation into the "Organization of the Black Sea Economic Cooperation". The BSEC Organization Charter was approved and signed by the Black Sea states on June 5, 1998, and a year later the BSEC Organization became observed by the UN. The final authority in the organization's decision-making mechanism is the Council of Foreign Ministers, convened twice a year.

There are 22 target groups in BSEC Organization, divided by the main directions in which the organization conducts its activities. Every six months, the organization changes its chairman, who coordinates all activities within the BSEC Organization and monitors the implementation of decisions made by the members of the organization. In December 2020, Romania ended its presidency and Albania took over. Russia chaired the BSEC Organization from January to June 2016.

The permanent consultant of the organization is the Parliamentary Assembly of the BSEC States. The Assembly consists of parliaments of all members of the organization.

Speaking about the structure of the BSEC Organization, it is also worth mentioning the BSEC Organization Business Council, which began its work in 1992. This link of the organization is engaged in rallying the business circles of the Black Sea region. Another link is the Black Sea Trade and Development Bank (BSTDB), which began its work back in 1999.

The BSTDB is the most important instrument for the development of cooperation in the region, and the main direction of its activity is the financing of promising projects for the members of the organization in such areas as transport, energy, etc.

Such projects as the ring highway around the Black Sea and the development of marine highways in the region are worth mentioning. Regarding the highway, it is worth adding that the situation with the separation of the Republic of Crimea from Ukraine, and the accession to the

²⁵ Organizaciya chernomorskogo ekonomicheskogo sotrudnichestva (OCHES) – URL: <https://ria.ru/spravka/20170521/1494660609.html>

Russian Federation complicates the implementation of the project and makes its own adjustments, in particular, Ukraine demands to exclude the section of the highway passing through Crimea.

For the Russian Federation, the development of cooperation within the framework of the organization is one of the priority areas of activity, because the Black Sea-Caspian region occupies a very important geostrategic position. The importance of developing this cooperation is confirmed by dozens of events organized during Russia's chairmanship in the BSEC Organization, including at the ministerial level.

Russia also initiated the creation of the "Mechanism for the Development of Project Cooperation in the Black Sea Region". In 2016, the Government of the Russian Federation, the BSEC Organization Permanent International Secretariat and the BSTDB signed a donor agreement, which became the basis of the mechanism. The mechanism itself is intended to provide financial support to promising projects in the fields of renewable energy sources, environmentally friendly technologies, to promote the development of small and medium-sized enterprises, the export potential of the organization's member states, etc. The mechanism will be involved in providing support in the development of investment initiatives and relevant projects in the region, in every possible way to promote a broad exchange of knowledge, which will spur the development of mutually beneficial cooperation between the BSEC Organization member states.²⁶

Although BSEC Organization has a pronounced economic foundation, the organization pursues the goal of strengthening the security and stability of cooperation in the region. Almost at the same time as the Organization of the Black Sea Economic Cooperation, other programs appeared, such as GUAM, the Black Sea Group of Naval Cooperation, the Commonwealth of Democratic Choice, Black Sea Harmony, the Black Sea Forum and the Commission for the Protection of the Black Sea from Pollution. Although all these organizations differ in goals and objectives, they have something in common - the development of multi-level interaction in the Black Sea region.

However, quantity does not mean quality and does not guarantee effective work, because at the same time the BSEC Organization member countries are included in other regional organizations, which have their own views on each issue raised in the BSEC Organization, and their options for solutions.

There are other factors that hinder the successful integration process. So in the integration associations and organizations of the Black Sea region there is no clear structure and definition of functionality. If we consider directly the Organization of the Black Sea Economic Cooperation, then, despite the presence of permanent structures: a development bank, a secretariat, a research center and working groups, etc., the organization has its drawbacks. Factors such as a lack of stable financial support, a long road decision-making, lack of high-quality, highly qualified personnel, as well as poor involvement of public associations and representatives of small businesses. All of the above leads to a drop in the organization's efficiency, which in turn leads to a drop in the profitability and authority of the association in the eyes of the world community.

It cannot be said that the need for certain structural changes in the BSEC is a new statement, because back in 2014, at a meeting of the Council of Foreign Ministers, at that time the Deputy Minister of Foreign Affairs of the Russian Federation V.A. Nebenzya that the organization has done a good job, it is necessary to improve its²⁷.

First of all, specific goals and objectives are needed, the achievement of which will be determined by specific legal mechanisms and time frames. Such measures will give the decisions taken by the BSEC Organization more importance in comparison with individual states. It is necessary to focus on specific areas and promising projects, as well as jointly, within the organization, oversee their implementation throughout the entire time.

²⁶ Oficial'nyj sajт OCHES. URL: <http://www.bsec-organization.org/promotion-facility>

²⁷ Nebenzya: Rossiya vystupaet protiv politizacii OCHES v ushcherb ekonomicheskim interesam. URL: https://finance.rambler.ru/economics/36929889/?utm_content=finance_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink

These include the creation of a single all-Black Sea energy system. Gas supplies from Russia and Azerbaijan to the Black Sea states are only growing, and at least half of this volume can be “looped back” within the framework of the unified energy system of the region. In addition, Turkey, Georgia and some Balkan states have significant hydropower resources; active work is underway to implement hydropower projects, part of which are new power lines to the Black Sea countries. Taken together, these projects form the backbone of a unified Black Sea power grid.

Another project that BSEC Organization should focus on is the international transport corridor around the Black Sea. In fact, all the parties involved in this project are members of the BSEC Organization, therefore it is very expedient to work on the project within the framework of the organization. The main problems of the project are the complete absence of specific deadlines and general budget, because each of the participants carries out their part of the project from their own funds. BSEC Organization could act as a platform for joint, step-by-step work on the implementation of the project, thereby increasing the status of the organization in the eyes of the international community. It is projects of this scale that play a vital role in the process of regional integration.

Also, stable financial injections and proportional contributions can act as positive factors in achieving the goals. This would make it possible for the BSEC Organization members to jointly ensure a stable flow of cash infusions for the implementation of large projects in the Black Sea region.²⁸

Nevertheless, even if the existing shortcomings are eliminated, it cannot be guaranteed that cooperation within the BSEC Organization will come to the fore for the states of the region, since the political situation remains unstable, which negatively affects the activities of the organization and leads to the fact that it remains more relevant. interaction between states in a bilateral format.

The unstable political situation, in our opinion, is the main obstacle to the integration process in the Black Sea-Caspian region today, in particular this concerns the status of the Republic of Crimea, which is not recognized by the Western community and is unlikely to be recognized in the coming years.

Thus, given that the geopolitical, economic and energy role of the Black Sea-Caspian region is only growing, its attractiveness is also growing. And the presence of many opportunities for the implementation of mutually beneficial projects requires transferring interaction between states on the rails of partnership cooperation within the framework of organizations such as the BSEC Organization.

The Organization of the Black Sea Economic Cooperation is a useful example of regional integration, the analysis of the BSEC Organization has shown both the weaknesses and the strengths of such integration associations, the number of which can be added to the BSEC Organization. The key to successful activities, first of all, is the isolation of the political factor from economic and investment issues within the framework of cooperation, which of course is very difficult due to the permanent military-political presence of the United States in the region. In addition, such pressure and influence from such a powerful extra-regional force as the United States contradicts the very essence of such an association as BSEC Organization.

Major regional projects should become a priority for all members of the association, which will have a strong positive impact on the entire region, and not on its individual members. However, in order to interest all states of the region in any project within the framework of the association, a clear, structured action plan is needed, which the BSEC Organization lacks. The implementation of really large-scale regional projects requires maximum specificity starting from the planning stage (timeline, budget), and the further implementation of each of the parts of the project should be

²⁸ Belyakova N. S. Novye realii arhitektury CHernomorskogo regiona. // Aktual'nye voprosy sovremennykh obshchestvennykh nauk // sbornik nauchnykh trudov po itogam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – 2016. S.24

supervised jointly, within the organization, and not divided into pieces between members, as happened with the Black Sea Ring²⁹. A new approach to regional international cooperation can give the BSEC Organization a second wind, and its experience will make it possible to avoid mistakes in the creation of the Caspian Economic Cooperation Organization.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белякова, Н. С. Новые реалии архитектуры Черноморского региона/ Н.С. Белякова. // Актуальные вопросы современных общественных наук // сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. – 2016. - С. 38-40.
2. Котилко, В. Сценарии создания Организации каспийского экономического сотрудничества / В. Котилко // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2011. - № 11 – С. 19-33.
3. Новоселов, С.В. Информация о первой межправительственной экономической конференции Прикаспийских государств (Россия, г. Астрахань, 3-4 октября 2008 г.) / С.В. Новоселов // Каспийский регион: политика, экономика, культура. – 2008. - № 4(17) – С. 100-103
4. Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/publications-plans/document/72982>
5. МИД России ожидает, что Иран скоро ратифицирует Конвенцию о статусе Каспийского моря. URL: <https://tass.ru/politika/11095005>
6. Организация черноморского экономического сотрудничества (ОЧЭС) – URL: <https://ria.ru/spravka/20170521/1494660609.html>
7. Официальный сайт ОЧЭС. URL: <http://www.bsec-organization.org/promotion-facility>
8. Небензия: Россия выступает против политизации ОЧЭС в ущерб экономическим интересам. URL: https://finance.rambler.ru/economics/36929889/?utm_content=finance_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink
9. В России началось строительство Черноморского кольца. URL: https://www.gazeta.ru/auto/2016/06/02_a_8278643.shtml

REFERENCES

1. Belyakova, N.S. Novye realii arhitektury CHernomorskogo regiona/ N.S. Belyakova. // Aktual'nye voprosy sovremennyh obshchestvennyh nauk // sbornik nauchnyh trudov po ito-gam mezhhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – 2016. - S. 38-40.
2. Kotilko, V. Scenarii sozdaniya Organizacii kaspijskogo ekonomicheskogo sotrud-nichestva / V. Kotilko // Nacional'nye interesy: prioriteti i bezopasnost'. – 2011. - № 11 – S. 19-33.
3. Novoselov, S.V. Informaciya o pervoj mezhpravitel'svennoj ekonomicheskoy konferencii Prikaspijskih gosudarstv (Rossiya, g. Astrahan', 3-4 oktyabrya 2008 g.) / S.V. Novoselov // Kaspijskij region: politika, ekonomika, kul'tura. – 2008. - № 4(17) – S. 100-103
4. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki. URL: <https://rosstat.gov.ru/publications-plans/document/72982>
5. MID Rossii ozhidaet, chto Iran skoro ratificiruet Konvenciyu o statuse Kaspijskogo mor-ya. URL: <https://tass.ru/politika/11095005>
6. Organizaciya chernomorskogo ekonomicheskogo sotrudnichestva (OCHES) – URL: <https://ria.ru/spravka/20170521/1494660609.html>
7. Oficial'nyj sajт OCHES. URL: <http://www.bsec-organization.org/promotion-facility>
8. Nebenziya: Rossiya vystupaet protiv politizacii OCHES v ushcherb ekonomicheskim in-teresam. URL: https://finance.rambler.ru/economics/36929889/?utm_content=finance_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink

29 V Rossii nachalos' stroitel'stvo Chernomorskogo kol'ca. URL: https://www.gazeta.ru/auto/2016/06/02_a_8278643.shtml

9. V Rossii nachalos' stroitel'stvo CHernomorskogo kol'ca. URL:
https://www.gazeta.ru/auto/2016/06/02_a_8278643.shtml

ОБ АВТОРЕ/ ABOUT THE AUTHOR

Абкаиров Абхайир-Челеби Якуб оглы, ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», 414056, г. Астрахань, Татищева 20а, E-mail: Abhair123@gmail.com

Abkairov Abkhayir-Celebi Yakub ogly, Astrakhan State University, 414056, Astrakhan, Tatishcheva, 20a, E-mail: Abhair123@gmail.com

Дата поступления в редакцию: 12.05.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 13.06.2021

ДИСКУССИОННЫЕ СТАТЬИ | DISCUSSION PAPERS

Н. В. Горников [N. V. Gornikov]
А. С. Роткина [A.S. Rotkina]

УДК 641.5:379.895
DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.29

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ
ТВОРЧЕСТВО И ЕГО РОЛЬ В
ФОРМИРОВАНИИ СПЕЦИАЛИСТА
ДЛЯ ИНДУСТРИИ ПИТАНИЯ**

**SCIENTIFIC AND TECHNICAL
CREATIVITY AND ITS ROLE IN THE
FORMATION OF A SPECIALIST FOR
THE FOOD INDUSTRY**

ФГБОУ ВО Кемеровский государственный университет; г. Кемерово, Россия/ Kemerovo State University; Kemerovo, Russia

Аннотация

Инновационное развитие отраслей зависит от специалистов, способных к инновационной деятельности, подготовленных в современных университетах.

Материалы, методы, результаты и обсуждения

В основе научно-инновационной деятельности лежит научно-техническое творчество. Понятие и сущность творчества формировались и трансформировались веками с учетом особенностей этапов развития общества. Отличительной особенностью современного общества является техновещественность, предполагающая проектирование и конструирование новшеств с заданными свойствами с применением информационных технологий. Приоритетным научным направлением развития индустрии питания является конструирование продуктов специализированного назначения, представляющих собой многокомпонентные системы как результат инженерного творчества. Показана многоаспектность творческой деятельности специалиста нового поколения, представляющая собой интеграцию наук и специальных дисциплин в научно-образовательном процессе университета.

Заключение

Показана актуальность проектирования новых продуктов специального назначения в системе «наука, образование - производство – рынок», при котором на каждом этапе процесса создания новшества рекомендуется применять методы научно-технического творчества.

Ключевые слова: творчество, научно-техническое творчество, проектирование новшества, разработка СПП, специалист, индустрия питания

Abstract

The innovative development of industries depends on specialists capable of innovative activities, trained in modern universities.

Materials, methods, results and discussions

Scientific and innovative activity is based on scientific and technical creativity. The concept and essence of creativity have been formed and transformed over the centuries, taking into account the characteristics of the stages of development of society. A distinctive feature of modern society is techno-materiality, which implies the design and construction of innovations with given properties using information technologies. The priority scientific direction in the development of the food industry is the design of specialized products, which are multicomponent systems as a result of engi-

neering creativity. The multidimensionality of the creative activity of a new generation specialist is shown, which is the integration of sciences and special disciplines in the scientific and educational process of the university.

Conclusion

The relevance of designing new products for special purposes in the system "science, education - production - market" is shown, in which at each stage of the process of creating an innovation it is recommended to apply methods of scientific and technical creativity.

Key words:creativity, scientific and technical creativity, innovation design, development of SFP, specialist, food industry

Введение.Отличительная особенность современного университета заключается в последовательности процессов, формирующих специалиста: обучение – исследования - создание новшеств – коммерциализация инноваций. В основе инноваций как результата научно-инновационной деятельности лежит творчество, направленное на генерирование идей и их реализацию.

Результаты и обсуждения.Уровень формирования творческого начала в человеке во многом обуславливает динамику становления общественных отношений. Представляло интерес проследить формирование понятия творчества на разных этапах развития общества. Проведен анализ научно-технической литературы и сделана выборка понятий термина «творчество» в хронологическом порядке (таблица 1).

Таблица 1 – Дефиниции понятия «творчество»по хронологии

Источник	Определение
Доиндустриальный период	
Ф. Бэкон	Творчество как удачная - но в значительной мере случайная - комбинация уже существующих элементов
Индустриальный период	
Бердяев Н.А. Смысл творчества, 1916.	Процесс культурной человеческой деятельности, в результате которого создаются <i>качественно новые материальные</i> и духовные ценности. Способность человека из доставляемого действительностью материала созидать новую реальность, удовлетворяющую многообразным потребностям человека.
Постиндустриальный период	
Философия науки и техники, Словарь, 2016	Деятельность людей, направленная на создание нового, ранее не известного; способность человека из известного создавать в процессе труда <i>новую реальность</i> , отвечающую многообразным общественным потребностям. Научное творчество - создание <i>новых</i> теорий, новых научных дисциплин, обнаружение <i>новых</i> явлений, введение новых понятий и терминов.
Новоселов С.В. Теоретическая инноватика, 2017	Творчество и философские аспекты научно-технического творчества в совокупности с основными научно-техническими чертами современности являются базой для научно-инновационной деятельности и <i>инновационного развития</i> жизнедеятельности общества

Сравнительная характеристика термина показывает, что индустриальный период уже характеризует творчество как продуктивную способность воображения человека. На современном этапе развития общества научно-технический прогресс на основе научно-технического творчества специалистов базируется только на интеграции науки и производства как элемента инновационного развития, направленного на удовлетворение потребителя.

Результатом обобщения понятий «творчества» с разных точек зрения авторов и периодов является понимание, что:

- творчество - это деятельность или компонент деятельности;
- источник творчества – человек, наделенный определенными творческими способностями, владеющий необходимыми умениями и навыками;

- результат творчества – нечто новое, как результат фундаментальных и/или прикладных исследований, направленный на удовлетворение потребностей человека.

Понятие «творчество» многоаспектно и изучается в пределах разных дисциплин и наук, таких как философия, психология, социология, эстетика, педагогика, науковедение, кибернетика и другие. Интерес к творчеству как к процессу и его результатам способствовал формированию особой науки, специально изучающей творческую деятельность - эврилогия. Понятие «творчество» в разных областях знаний приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Понятие «творчество» с точки зрения разных наук

Наука	Определение творчества
Философия	Деятельность, порождающая нечто качественно <i>новое</i> и отличающееся неповторимостью, оригинальностью и общественно-исторической уникальностью; творцом может быть как естественный интеллект (человек), так и его продолжение - искусственный (компьютер)
Социология	Социально значимая деятельность по созданию <i>новых</i> материальных и духовных ценностей в интересах социума в конкретной локальной социокультурной среде. Является средством самовыражения, самореализации личности для достижения успеха в социально значимой деятельности, в завоевании лидерских позиций в той или иной области.
Педагогика	Способность педагога/человека усваивать через призму индивидуальности и результативно применять в <i>новых</i> условиях традиционные методы и приемы педагогической деятельности, создавать новые социально ценные педагогические технологии, методы и приемы.
Психология	Вид деятельности человека, направленной на решение <i>новой</i> задачи, создание чего-либо такого, что еще никем и никогда не было создано. Продуктами творческой деятельности человека являются предметы материальной и духовной культуры, а также преобразования природы и общества.
Эстетика	Создание <i>новых</i> эстетических ценностей.
Кибернетика	Повышение эффективности научной работы информационного симбиоза машины и человека, т.е. непосредственного взаимодействия человека и информационно-логической машины в процессе творчества при решении <i>научных</i> задач.

Объединяющим элементом в трактовании термина «творчество» разными наука является «новизна». Основой инновационного развития отраслей (регионов) также является новизна технических/технологических решений. Термин инновационный продукт: новый, конкурентоспособный продукт, востребованный рынком и подтвержденный интеллектуальной собственностью [2].

Один из видов творчества, является техническое творчество, так как оно связано с технологическими преобразованиями, опирается на механизмы творческого мышления на основе наглядно - образных и наглядно - действенных компонентов, а его результатом выступает изобретение [1].

Техническое творчество - циклический процесс, включающий в себя этапы, которые представлены на рисунке 1.

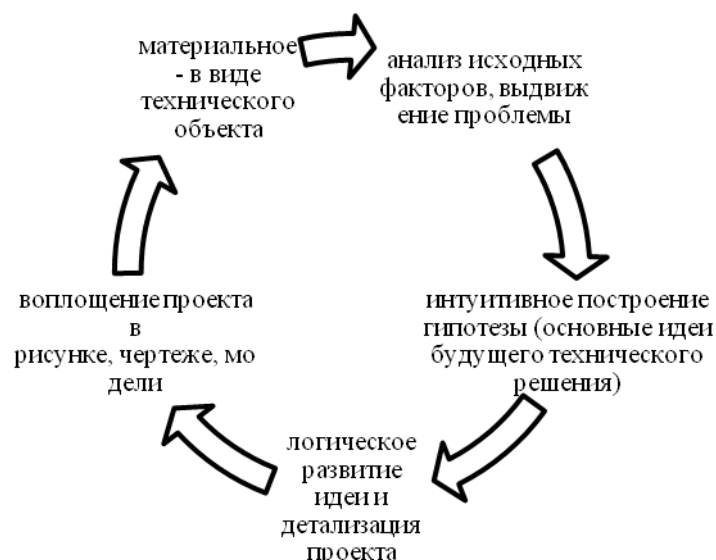


Рис.1. Процесс технического творчества

Последний этап цикла технического творчества направлен на создание технических объектов и систем. Технический объект (ТО) – это созданные человеком и реально существующие: устройство, способ, материал, предназначенные для удовлетворения определенных потребностей человека. Все технические объекты состоят из элементов, представляющих собой неделимые части целого. Если функционирование одного элемента ТО влияет на функционирование другого элемента, то такие ТО принято называть техническими системами (ТС) [3].

К перспективному направлению решения проблемы здорового питания населения России относится разработка специализированных продуктов питания (СПП), представляющих собой многокомпонентные системы. Это свидетельствует о том, что научно-техническое творчество является составляющей процесса проектирования таких продуктов, как технических систем. В основу проектирования СПП, в том числе поискового проектирования, положен принцип междисциплинарности. В таблице 3 приведен перечень наук (дисциплин), формирующих и активизирующих творческую деятельность специалиста.

Таблица 3 – Характеристика дисциплин, формирующих творческую деятельность на основе принципа междисциплинарности

Дисциплина	Характеристика
Нейронаука	Междисциплинарная область знаний, охватывающая широкий спектр исследований мозга и нейронных процессов: от молекулярных структур, до работы нейронных сетей и мозга в целом, связи нервных процессов с общей физиологией и поведением человека.
Эврилогия	Теория, охватывающая все явления творчества: научное открытие, техническое изобретение, художественное созидание, а также и практическую деятельность, направленную на созидание.
Когнитология (теоретическая)	Наука о мышлении. Сфера деятельности, связанная с анализом знания (конкретные теории) и обеспечением знания дальнейшего развития. Когнитивное моделирование – видение специалистов организации процесса познания в системе «субъект – объект». Субъект – специалист (творческий коллектив), объект-разрабатываемое новшество с заданными свойствами
Логика (наука о мышлении)	Нацелена на формирование способности к логическому мышлению, анализу, систематизации, обобщению, критическому осмыслению информации, постановке исследовательских задач и выбору путей их решения, публично представлять результаты исследований, вести дискуссии с учетом особенностей профессиональной деятельности.
Психология	Изучает человеческую психику, закономерности в поведении отдельных людей и их групп, а также особенности их взаимодействия между собой; психические процессы – как осознаваемые человеком, так и не осознаваемые. Цель науки – накопление знаний, представляющих практическую ценность для различных сфер жизни и профессиональной деятельности.

Комбинаторика	Раздел математики, изучающий дискретные объекты, множества (сочетания, перестановки, размещения и перечисления элементов) и отношения на них (например, частичного порядка). Пищевая комбинаторика - научно-технологический процесс создания новых форм пищевых продуктов, в том числе СПП.
Инженерная педагогика	Составляющая профессиональной педагогики, направленная на подготовку специалистов, реализующих инженерную деятельность. Объектом инженерной педагогики является педагогическая система подготовки инженерных кадров, а предметом - проектирование и реализация содержания профессионального образования, методов и средств обучения. Инженерная педагогика рассматривает два аспекта: инженерное дело и педагогику; включает в себя теорию и практику проектирования, конструирования, управления объектами и системами и т.д. С точки зрения педагогики: теорию и методику обучения техническим, технологическим знаниям, навыкам и умениям, формирования способов инженерной деятельности
Маркетинг	Организационная функция и совокупность процессов создания, продвижения и представления продукта или услуги покупателям и управление взаимоотношениями с ними с выгодой для организации. Маркетинг – это система управления, направленная на мотивирование потенциального потребителя к покупке товара. Важно при насыщении рынка СПП и доведении их до потребителя

Представляет интерес рассмотреть представленные науки (дисциплины) в системе «наука, образование – производство – рынок», являющейся основной «формулой» инновационного развития. Анализ показывает, что основной задачей для инновационного развития является подготовка специалиста, который умеет генерировать идею (новшество) и далее поэтапно проектирует (разрабатывает) СПП с учетом возможностей (потенциала) предприятия и наличие спроса на новый продукт на рынке. При отсутствии спроса, задача специалиста – сформировать спрос.

Важную роль в решении вопросов разработки, производства и выведении нового продукта на рынок играет поиск новых методов решения задач. Решение задачи – это сложный и многогранный мыслительный процесс, в котором важными составляющими являются: понимание задачи и психологическая готовность к её решению [4].

Существуют многочисленные классификации типов задач. Г. Бедны и В. Карвовски предлагают следующие критерии для классификации подобной классификации [5]:

- степень неопределённости исходных данных;
- неопределённость основной цели решения задачи;
- информационная избыточность в представлении задачи;
- противоречия в условиях задачи;
- временные ограничения в постановке задачи;
- специфичность инструкций, а также их описательная сила;
- соответствие прошлого опыта субъекта требованиям задачи.

Научно - исследовательские задачи делятся на формализованные и неформализованные:

- формализованная задача – задача, в которой известны все ее элементы и взаимосвязи между ними. Содержание такой задачи можно показать в форме математической модели, имеющей точный алгоритм решения. Для решения таких задач применима автоматизация, а роль человека сводится к минимуму;

- неформализованная задача – задача, в которой сложно или невозможно выделить элементы и определить между ними связи. Решение таких задач зачастую не поддается математическому описанию; разработка алгоритма связана с большими трудностями, появляется необходимость когнитивного мышления.

Неформализованные задачи в свою очередь, делят на задачи, требующие мнемического воспроизведения данных; задачи, требующие простых мыслительных операций с данными; задачи, требующие сложных мыслительных операций с данными; задачи, требующие сообщения данных; задачи, требующие творческого мышления.

В таблице 4 неформализованные задачи проранжированы по возрастанию когнитивной сложности и операциональной ценности. Проведен анализ неформализованных задач с описанием их сущности и предложены методы научно-технического решения для конкретных групп задач.

Таблица 4 – Типы задач и возможные методы решения на основе НТТ

Тип задач	Сущность задачи	Методы НТТ при решении научно-исследовательских задач
Задачи, требующие мнемического воспроизведения данных	Познавательные общеучебные действия	- анкетирование - метод семикратного поиска - когнитивные модели В.М. Сергеева – В.Л. Цимбурского, П. Жане
Задачи, требующие простых мыслительных операций с данными	Познавательные общеучебные, логические действия	- составление формулы - метод контрольных вопросов - Модель П. Жане
Задачи, требующие сложных мыслительных операций с данными	Познавательные общеучебные, логические действия	- метод контрольных вопросов - мозговой штурм - метод морфологического анализа - алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ)
Задачи, требующие сообщения данных	Регулятивные, познавательные, коммуникативные действия	- мозговой штурм - «круглый стол» - метод синектики - когнитивная модель К. Левина
Задачи, требующие творческого мышления	Регулятивные, познавательные, коммуникативные, личностные действия	- эвристические методы (стратегия случайного поиска) - Модель Б. Спинозы - алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ)

Анализ задач и методов решений свидетельствует о целесообразности их применения на этапе проектирования новых СПП в системе «наука, образование – производство – рынок». При подготовке специалиста для индустрии питания важно формировать наряду с профессиональными навыками и надпрофессиональные. Для этого актуально в университете научно-техническое творчество студентов в научно-образовательном процессе. Целесообразны дисциплины с элементами наук, представленных в таблице 3. Это могут быть дисциплины: Основы научных исследований, Научно-исследовательская работа студентов (НИРС), Проектирование (моделирование) и разработка специализированных продуктов питания, Основы научного творчества, Инженерная педагогика и т.д.

Заключение. Таким образом, инновационное развитие индустрии питания напрямую связано с обновлением парадигмы образования, важной составляющей которой должно быть научно-техническое творчество. Одним из трендов в образовании является практико-ориентированность при подготовке специалиста. В этой связи разрабатываемые проекты новых продуктов/технологий должны включать в себя элементы системы «наука, образование – производство – рынок». Проектирование новшества представляет собой неформализованную задачу, поэтому актуально применение методов научно-технического творчества при ее решении. Анализ и сопоставление научных разработок в области СПП показывает перевес в сторону наличия разработок и недостаток готовых продуктов их на рынке. Это подтверждает

целесообразность проведения разработок в системе «от идеи до потребителя» и показывает потенциал экономической эффективности и социального эффекта проектов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Барышева Т.А. (ред.) Творчество: теория, диагностика, технологии: Словарь-справочник для специалистов в области образования, инноваций и гуманитарных технологий в социальной сфере. - СПб.: Российский гос. педагогический ун-т им. А.И.Герцена, 2014. - 380 с.
- 2 Новоселов С.В. Теоретическая инноватика: учеб. пособие / С.В. Новоселов, Л.А. Маюрникова.-СПб.: ГИОРД, 2017. -416 с
- 3 Половинкин А. И. Основы инженерного творчества: Учебное пособие. – 5-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2017. – 364 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
- 4 Шашенкова Е.А. Исследовательская деятельность: Словарь Словарь. М.: УЦ «Перспектива". 2010. — 88 с.
- 5 Bedny, G.Z., Karwowsky, W. A systemic-structural theory of activity: Applications to human performance and work design, USA: CRC Press, Taylor&Francis Group, 2007.

REFERENCES

- 1 Barysheva T.A. (ed.) Creativity: theory, diagnostics, technology: A dictionary-reference book for specialists in the field of education, innovation and humanitarian technologies in the social sphere. - SPb.: Russian state. pedagogical un-t them. A.I. Herzen, 2014. -- 380 p.
- 2 Novoselov S.V. Theoretical innovation: textbook. allowance / S.V. Novoselov, L.A. Mayurnikova. -SPb.: GIORД, 2017. -416 s
- 3 Polovinkin A. I. Fundamentals of engineering creativity: textbook. - 5th ed., Erased. - SPb.: Publishing house "Lan", 2017. - 364 p.: ill. - (Textbooks for universities. Special literature).
- 4 Shashenkova E.A. Research activity: Dictionary Dictionary. M.: Training Center "Perspective". 2010. - 88 p.
- 5 Bedny, G.Z., Karwowsky, W. A systemic-structural theory of activity: Applications to human performance and work design, USA: CRC Press, Taylor&Francis Group, 2007.

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Горников Николай Викторович - кандидат технических наук, докторант кафедры «Технология и организация общественного питания» Кемеровского государственного университета, nikolay_77@mail.ru

Gornikov Nikolay Virtorovich- candidate of technical sciences, doctoral student of the Department of Technology and Organization of Public Catering, Kemerovo State University, nikolay_77@mail.ru

Роткина Анна Сергеевна- магистрант кафедры «Технология и организация общественного питания», Кемеровского государственного университета, anneta.rotkina@mail.ru, 7 (913) 120 -14-16

Rotkina Anna Sergeevna - Master's student of the Department of Technology and Organization of Public Catering, Kemerovo State University, anneta.rotkina@mail.ru, 7 (913) 120 -14-16

Дата поступления в редакцию: 24.11.2020

После рецензирования: 13.12.2020

Дата принятия к публикации: 9.02.2021

Д.Г. Магомедова [D. G. Magomedova]¹,
 М.А. Огай [M. A. Ogay]¹,
 Э.Ф. Степанова [E. F. Stepanova]¹,
 Е.В. Ковтун [E. V. Kovtun]¹,
 Н.Л. Нам [N. L. Nam]²,
 Д.И. Поздняков [D. I. Pozdnyakov]¹

УДК 615.454

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.30

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ФОРМ С ЦЕТИРИЗИНОМ

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF DOSAGE FORMS WITH CETIRIZI

¹Пятигорский медико-фармацевтический институт - филиал ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России, г. Пятигорск, / Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute-branch of the Volga State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Pyatigorsk,

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова" Минздрава России, г. Москва, / Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Russian National Research Medical University named after N. I. Pirogov" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow,

Аннотация

Разработка новых лекарственных форм с цетиризином является актуальной проблемой. Цетиризин имеет оптимально низкий объем распределения среди доступных антигистаминных препаратов II поколения - 0,5 л/кг. Благодаря этим свойствам он обеспечивает минимальный уровень отрицательных взаимодействий с другими ЛС, минимальную вариабельность терапевтического эффекта у разных пациентов и минимальный риск дозозависимого токсического действия на органы и ткани. Цетиризин эффективно корректирует симптомы аллергических реакций и улучшает качество жизни пациентов. Препараты цетиризина являются достойными представителями антигистаминных средств, препаратами с весомой доказательной базой, что позволяет обеспечить пациентов аллергологического профиля эффективными, безопасными и доступными препаратами. В настоящее время имеются следующие препараты с цетиризином: таблетки, покрытые пленочной оболочкой и диспергируемые таблетки в полости рта, а также капли для приема внутрь. На территории России нет трансдермальных лекарственных форм с цетиризином.

Трансдермальная терапевтическая система (ТТС) – это дозированная мягкая лекарственная форма для наружного применения в форме гелей, пластырей или плёнок, замедленно высвобождающая лекарственное средство. Преимущества ТТС: удобство применения, лекарственное вещество быстро попадает в кровь, возможность регулировать скорость высвобождения действующего вещества, возможность использовать гидрофильные и липофильные вещества.

Нами были разработаны две трансдермальные терапевтические системы с цетиризином – гель и пластырь, изучены фармакологические эффекты.

Ключевые слова: аллергия, цетиризин, трансдермальные терапевтические системы, гель, пластырь.

Abstract

The development of new dosage forms with cetirizine is an urgent problem. Cetirizine has an optimally low volume of distribution among the available antihistamines of the second generation-0.5 l/kg . Due to these properties, it provides a minimum level of negative interactions with other drugs, a minimum variability of the therapeutic effect in different patients and a minimum risk of dose-dependent toxic effects on organs and tissues. Cetirizine effectively corrects the symptoms

of allergic reactions and improves the quality of life of patients. Cetirizine preparations are worthy representatives of antihistamines, drugs with a significant evidence base, which allows us to provide patients with an allergological profile with effective, safe and affordable drugs. Currently, the following drugs with cetirizine are available: film-coated tablets and dispersible tablets in the oral cavity, as well as drops for oral administration. There are no transdermal dosage forms with cetirizine in Russia.

The transdermal therapeutic system – TTS) is a metered-dose, soft dosage form for external use in the form of gels, patches, or films that release the drug slowly. Advantages of TTS: ease of use, the drug quickly enters the blood, the ability to regulate the rate of release of the active substance, the ability to use hydrophilic and lipophilic substances.

We developed two transdermal therapeutic systems with cetirizine-gel and patch, and studied the pharmacological effects.

Key words: Allergy, cetirizine, transdermal therapeutic systems, gel, patch.

Введение

Аллергия распространенное заболевание, и с каждым годом молодеет. Согласно статистическим данным ВОЗ - аллергией страдают около 40% населения в мире. В современном обществе, когда окружающая среда постепенно, с каждым годом, становится все более загрязненной, продукты и вещи содержат большое количество химических добавок и синтетических материалов, риск появления аллергии очень высок. В каждом доме можно найти как минимум 6-7 источников развития аллергии. Немалое влияние оказывает и наследственность, так при наличии аллергии у одного из родителей в семье, риск развития аллергии у ребенка составляет 33%, а при наличии аллергии у обоих родителей составляет 70%. Аллергия – представляет собой специфическую (иммунную) реакцию организма на самые обычные вещества, такие как продукты питания, шерсть, пыль, бытовая химия. Симптомы аллергии зависят от типа аллергена, а точнее от места контакта аллергена с организмом. Так в зависимости от места (дыхательные пути, пазухи носа, кожа, пищеварительная система) могут проявляться различные симптомы; чихание (обычно сильно и часто), кашель, стеснение в груди, ощущение нехватки воздуха, затрудненное дыхание или одышка, а также зуд в носу и обильное выделение жидкого секрета из носа, зуд в глазах, слезотечение, покраснение глаз и отечность век, кожный зуд, покраснение кожи, высыпания на коже, шелушение кожи, покалывание во рту, покалывание или онемение языка, отек губ, языка, лица, шеи, тошнота, рвота, диарея.

В настоящее время известно несколько поколений антигистаминных средств, которые имеют между собой отличия по времени сохранения эффекта и механизму действия.

Препараты I поколения. Первые лекарственные средства, блокирующие H_1 -гистаминовые рецепторы, были внедрены в клиническую практику в конце 40-х годов. Они получили название антигистаминных, т.к. эффективно ингибировали реакции органов и тканей на гистамин. Блокаторы гистаминовых H_1 -рецепторов ослабляли вызываемые гистамином гипотензию и спазмы гладкой мускулатуры (бронхов, кишечника, матки), уменьшают проницаемость капилляров, препятствуют развитию гистаминового отека, уменьшают гиперемию и зуд и, таким образом, предупреждают развитие и облегчают течение аллергических реакций. Некоторые антигистаминные средства (дифенгидрамин, прометазин, хлоропирамин и др.) оказывают угнетающее влияние на ЦНС, усиливают действие общих и местных анестетиков, наркотических анальгетиков. Они применяются при лечении бессонницы, паркинсонизма, в качестве противорвотных средств. Сопутствующие фармакологические эффекты могут быть и нежелательными. Например, седативное действие, сопровождающееся вялостью, головокружением, нарушением координации движений и понижением концентрации внимания, ограничивает амбулаторное использование некоторых антигистаминных препаратов (дифенгидрамин, хлоропирамин и другие представители I поколения), особенно у пациентов, работа которых требует быстрой и координированной умственной и физической реак-

ции. Наличие у большинства из этих средств холинолитического действия обуславливает сухость слизистых оболочек, предрасполагает к ухудшению зрения и мочеиспускания, дисфункции ЖКТ. Препараты I поколения являются обратимыми конкурентными антагонистами H_1 -гистаминовых рецепторов. Они действуют быстро и коротко (назначаются до 4 раз в сутки). Их длительное использование часто приводит к ослаблению терапевтической эффективности.

Препараты II и III поколения. Позже были созданы блокаторы гистаминовых H_1 -рецепторов, отличающиеся высокой избирательностью действия на H_1 -рецепторы (в т.ч. хифенадин, терфенадин, астемизол, лоратадин, эбастин).

Цетиризин имеет оптимально низкий объем распределения среди доступных антигистаминных препаратов II поколения - 0,5 л/кг. Благодаря этим свойствам он обеспечивает минимальный уровень отрицательных взаимодействий с другими ЛС, минимальную вариабельность терапевтического эффекта у разных пациентов и минимальный риск дозозависимого токсического действия на органы и ткани. Цетиризин эффективно корректирует симптомы аллергических реакций и улучшает качество жизни пациентов. Препараты цетиризина являются достойными представителями антигистаминных средств, препаратами с весомой доказательной базой, что позволяет обеспечить пациентов аллергологического профиля эффективными, безопасными и доступными препаратами [1]. Цетиризин - конкурентный антагонист гистамина, метаболит гидроксизина, блокирует H_1 -гистаминовые рецепторы. Предупреждает развитие и облегчает течение аллергических реакций, обладает противозудным и противоэкссудативным действием. Влияет на раннюю стадию аллергических реакций, ограничивает высвобождение медиаторов воспаления на поздней стадии аллергической реакции, уменьшает миграцию эозинофилов, нейтрофилов и базофилов. Уменьшает проницаемость капилляров, предупреждает развитие отека тканей, снимает спазм гладкой мускулатуры. Устраняет кожную реакцию на введение гистамина, специфических аллергенов, а также на охлаждение (при холодовой крапивнице). Анализ данных литературы по препаратам с цетиризином показал наличие таблеток, покрытых пленочной оболочкой, таблеток диспергируемых в ротовой полости, капель для перорального приема.

На данном этапе в России нет трансдермальных лекарственных форм с цетиризином.

Трансдермальная терапевтическая система (ТТС) – это дозированная мягкая лекарственная форма для наружного применения в форме гелей, пластырей или плёнок, замедленно высвобождающая лекарственное средство. Преимущества ТТС: удобство применения, лекарство быстро попадает в кровь, возможность регулировать скорость высвобождения лекарства, возможность использовать гидрофильные и липофильные вещества [2, 3].

Материалы и методы

Экспериментальные животные

Эксперимент выполнен на 30 мышах-самцах линии Balb/c массой 20-25 грамм, полученных из питомника лабораторных животных «Рапполово» (Ленинградская обл.). До проведения основной экспериментальной серии животные 14 дней содержались в условиях карантина. Во время проведения исследования мыши содержались в лаборатории живых систем Пятигорского медико-фармацевтического института. Условия содержания: температура окружающего воздуха $22 \pm 2^\circ\text{C}$, относительная влажность $60 \pm 5\%$ при естественной смене суточного цикла. Мыши размещались в макролоновых клетках по 6 особей. Корм и воду водопроводную животные получали *ad libitum*. Манипуляции, проводимые с животными, и их содержание соответствовали международным нормам экспериментальной этики (Directive 2010/63 / EU of the European Parliament and of the council on the protection of animals used for scientific purposes, September 22, 2010).

Экспериментальная модель атопического дерматита

Кожную аллергическую реакцию (атопический контактный дерматит) у мышей моделировали нанесением на кожу динитрохлорбензола (ДНХБ) с предшествующей двухнедельной сенсибилизацией. На предварительно депилированный околоушный участок площадью

2 см² наносили 50μл 1% раствора динитрохлорбензола однократно в сутки на протяжении 7 дней. Последующие 6 дней сенсибилизацию проводили двукратно в сутки. Провокацию аллергической симптоматики осуществляли на 14-й день с момента первой аппликации раствора ДНХБ путем втирания 7% раствора ДНХБ в незначительно поврежденный кожный покров, после чего проводили фармакокоррекцию возникшей аллергосимптоматики на протяжении 3-х суток [4].

Дизайн исследования

В ходе проведения исследования были сформированы следующие экспериментальные группы: **ЛО** – ложнооперированные животные; **НК** – группа мышей негативного контроля без сопутствующей фармакокоррекции; **ЦТГ** – группа мышей, которой наносили исследуемый трансдермальный гель с цетиризином; **ЦТП** – группа мышей, которой наносили трансдермальную терапевтическую систему с цетиризином; **Цетиризин** – группа животных, которой вводили референтный препарат цетиризин («Зодак», Санофи, 1 мг/кг, *per os*) [5]. **Псило-бальзам** – группа мышей, которой наносили препарат сравнения – гель дифенгидрамина («Псило-бальзам», STADA, из расчета 10 мг на одну аппликацию, *накожно*) [6]. Исследуемые лекарственные формы вводили в аналогичной референтным препаратам дозе на протяжении 3-х дней с момента осуществления провокации аллергосимптоматики (исследуемые таблетки и препарат сравнения цетиризин вводили интрагастрально, изучаемый гель и референт «Псило-бальзам» наносили на депилированную область околоушного пространства). На 4-е сутки у мышей производили забор биоматериала для определения изменения концентрации ИЛ-6 и IgE, степени сосудистой проницаемости, а также толщины ушной раковины.

Определение толщины ушной раковины

Изменение толщины ушной раковины у мышей производили микрометром с точностью до 0,01 мм, при этом повышенная толщина ушной раковины может свидетельствовать о повышении сосудистой проницаемости и развитии аллергического отека.

Определение степени проницаемости сосудистой стенки

Определение величины сосудистой проницаемости оценивали в тесте Майлза, как описано *Radu & Chernoff, 2013*. Анализ основан на том, что азокраситель синий Эванса при нормальном физиологическом состоянии сосудистой стенки не способен проникать в ткани в силу высокой молекулярной массы, однако при наличии стимула, повреждающего сосудистую стенку, отмечается повышенная экстравазация красителя, что приводит к быстрой синеватой окраске тканей. Ход определения: животных фиксировали и в хвостовую вену вводили 0,5% раствор синего Эванса в объеме 200 μл. Экспонировали 30 минут, после чего животное декапитировали под хлоралгидратной анестезией (350 мг/кг, *интраперитонеально*), срезали депилированный околоушный сегмент (на который наносились исследуемые лекарственные формы) и взвешивали. После чего образец биоматериала переносили в пробирку на 1,5 мл и добавляли 0,5 мл формамида и инкубировали на водяной бане при 55⁰С в течении 24 часов. Полученный формамидный экстракт синего Эванса центрифугировали (1000g, 5 минут) и регистрировали оптическую плотность пробы при 620 нм. Количество красителя, высвободившегося из сосудистого русла, определяли по стандартной кривой зависимости «оптическая плотность-концентрация» и выражали в нг/мг ткани [7].

ИФА-исследование

В ходе данного исследования методом твердофазного иммуноферментного анализа оценивали изменение концентрации ИЛ-6 и IgE в сыворотке крови животных. В работе использовали стандартные наборы реактивов производства *Cloud Clone corp*. Сыворотку крови получали путем центрифугирования свежей цитратной крови в режиме 1000g, 10 минут. Ход анализа соответствовал рекомендациям производителя наборов реактивов.

Статистический анализ

Результаты экспериментов обрабатывали методами вариационной статистики с применением программного пакета «STATISTICA 6.0» (StatSoft). Для сравнения групп средних

применяли метод ANOVA с пост-тестом Ньюмена-Кейлса. Отличия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования

Разработанный трансдермальный терапевтический гель с цетиризином имеет следующий состав:

ПЭГ-400	58,1
ПЭГ-1500	24,9
Пропиленгликоль 1,2	8,0
ПВП К-30 (ПВП)	2,0
ПВП К-90 (пласдон)	2,0
Спирт этиловый 95 %	2,0
Тизоль	1,0
ДМСО	1,0
Цетиризин	2,0

Технология получения. Сплавляли ПЭГ-400 и ПЭГ-1500, к теплой массе добавили пропиленгликоль 1,2, ПВП К-30 и ПВП К-90, тизоль, ДМСО. В спирт 95 % добавили цетиризин и тщательно растерли. Далее эту массу добавили в основу.

Разработанный трансдермальный терапевтический пластырь с цетиризином имеет следующий состав:

Цетиризин	11,0
ПЭГ – 400	11,5
Пропиленгликоль 1,2	00,25
ПВП К-30	22,0
Спирт этиловый 95 %	,10,0

Технология получения. К ПЭГ-400 добавили пропиленгликоль 1,2, ПВП К-30. В спирт 95 % добавили цетиризин и тщательно растерли. Далее эту массу добавили в основу. Нанесли на алюминиевую подложку и дали подсохнуть. Заламинировали пленкой.

В ходе оценки изменения толщины ушной раковины (рис.1) у мышей в условиях экспериментального атопического дерматита было установлено, что у НК группы животных в сравнении с ЛО мышами данный показатель увеличился в 2,4 раза ($p < 0,05$). В тоже время у мышей, получавших референтные препараты цетиризин и псило-бальзам толщина ушной раковины уменьшилась по отношению к НК группе животных на 30,8% ($p < 0,05$) и 36,6 % ($p < 0,05$) соответственно. Применение исследуемого трансдермального геля с цетиризином и трансдермального терапевтического пластыря с цетиризином также способствовало снижению величины отека околоушного пространства (на 50,4% ($p < 0,05$) и 65,2% ($p < 0,05$) в сравнении с НК группой мышей), (рис.1). При этом, толщина ушной раковины у мышей, которым наносили исследуемый трансдермальный гель с цетиризином была на 21,8% ($p < 0,05$) меньше таковой у животных, получавших референтный препарат псило-бальзам.

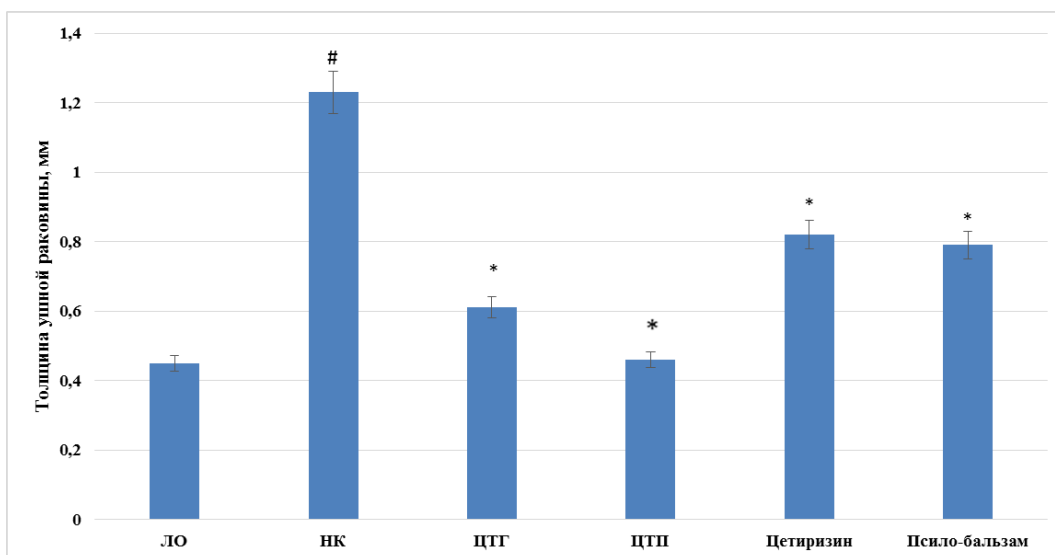


Рис. 1. Влияние разработанных лекарственных форм и препаратов сравнения на изменение толщины ушной раковины у мышей в условиях экспериментального атопического дерматита

Примечание: ЛО – ложнооперированные животные; НК – группа мышей негативного контроля без сопутствующей фармакокоррекции; ЦТГ – группа мышей, которой наносили исследуемый трансдермальный гель с цетиризином; ЦТП – группа мышей, которой наносили трансдермальную терапевтическую систему с цетиризином; Цетиризин – группа животных, которой вводили референтный препарат цетиризин; Псило-бальзам – группа мышей, которой наносили препарат сравнения – гель дифенгидрамина; # – статистически значимо относительно ЛО животных; * – статистически значимо относительно НК группы мышей.

Оценивая изменение степени сосудистой проницаемости (рис.2) у животных с воспроизведенным атопическим дерматитом было установлено, что у НК группы мышей проницаемость кровеносных сосудов увеличилась по отношению к ЛО животным в 8,6 раза ($p < 0,05$). При этом, на фоне применения референтных препаратов цетиризина и псило-бальзама данный показатель снизился относительно группы животных, не получавших фармакологическую поддержку, на 31,6% ($p < 0,05$) и 42,1% ($p < 0,05$) соответственно. В ряду исследуемых лекарственных форм наиболее значимое влияние на степень экставазации синего Эванса оказала аппликация трансдермального геля с цетиризином, при применении которого, величина сосудистой проницаемости уменьшилась по отношению к НК группе мышей на 54,7% ($p < 0,05$), в то время как на фоне применения трансдермального терапевтического пластыря с цетиризином данный показатель уменьшился на 60,8% ($p < 0,05$). (рис.2).

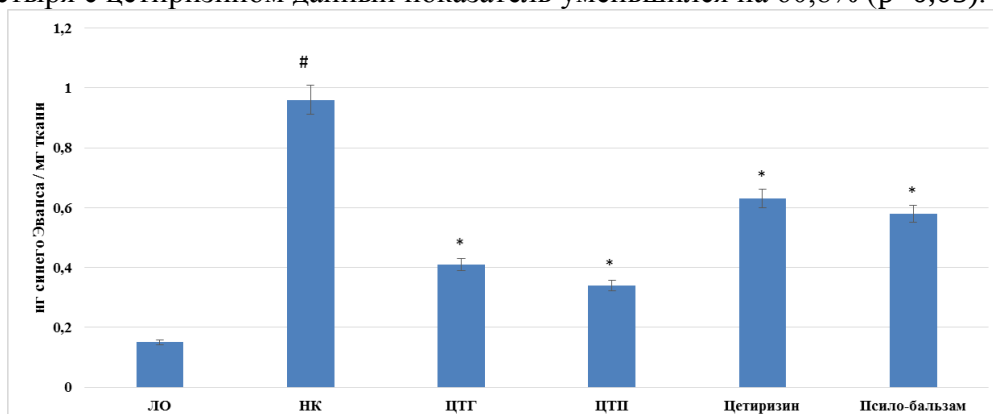


Рис. 2. Влияние разработанных лекарственных форм и препаратов сравнения на изменение степени экставазации синего Эванса у мышей в условиях экспериментального атопического дерматита.

Примечание: ЛО – ложнооперированные животные; НК – группа мышей негативного контроля без сопутствующей фармакокоррекции; ЦТГ – группа мышей, которой наносили исследуемый трансдермальный гель с цетиризином; ЦТП – группа мышей, которой наносили трансдермальную терапевтическую систему с

цетиризином; **Цетиризин** – группа животных, которой вводили референтный препарат цетиризин; **Псило-бальзам** – группа мышей, которой наносили препарат сравнения – гель дифенгидрамина; # - статистически значимо относительно ЛО животных; * - статистически значимо относительно НК группы мышей.

Анализируя данные, полученные в ходе изучения влияния исследуемых лекарственных форм и препаратов сравнения на изменение концентрации проаллергических биомаркеров, было установлено, что у НК группы животных содержание ИЛ-6 и IgE в сыворотке крови была выше аналогичных показателей у ЛО мышей в 2,6 раза ($p < 0,05$) и 4,8 раза ($p < 0,05$) соответственно (рис.3). На фоне введения препарата сравнения цетиризин отмечено снижение сывороточной концентрации ИЛ-6 – на 27,0% ($p < 0,05$) и IgE – на 37,6% ($p < 0,05$) относительно НК группы мышей. Аналогичные результаты были получены при применении псило-бальзама, так содержание ИЛ-6 и IgE в сыворотке крови мышей уменьшилось на 31,3% ($p < 0,05$) и 31,8 % ($p < 0,05$) по отношению к НК группе животных. Аппликация разработанного трансдермального геля с цетиризином и трансдермального терапевтического пластыря с цетиризином способствовала снижению сывороточной концентрации ИЛ-6 и IgE в сравнении с аналогичными показателями НК группы мышей на 24,6% ($p < 0,05$) и 41,2% ($p < 0,05$); 30,5% ($p < 0,05$) и 45,3% ($p < 0,05$) соответственно (рис.3).

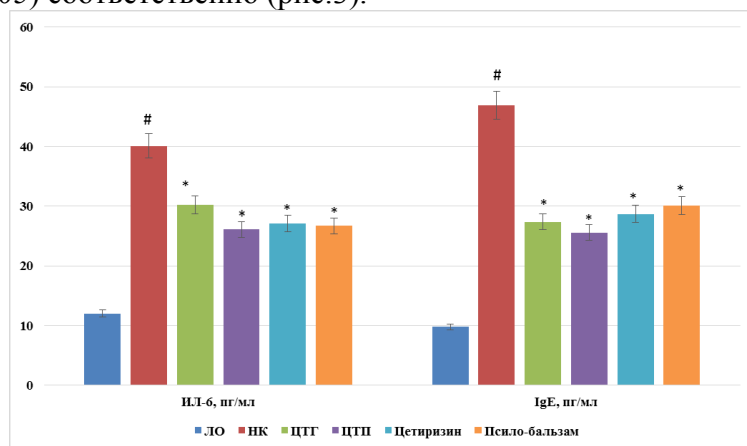


Рис. 3. Влияние разработанных лекарственных форм и препаратов сравнения на изменение концентрации ИЛ-6 и IgE в сыворотке крови у мышей в условиях экспериментального атопического дерматита.

Примечание: **ЛО** – ложнооперированные животные; **НК** - группа мышей негативного контроля без сопутствующей фармакокоррекции; **ЦТГ** – группа мышей, которой наносили исследуемый трансдермальный гель с цетиризином; **ЦТП** – группа мышей, которой наносили трансдермальную терапевтическую систему с цетиризином; **Цетиризин** – группа животных, которой вводили референтный препарат цетиризин; **Псило-бальзам** – группа мышей, которой наносили препарат сравнения – гель дифенгидрамина; # - статистически значимо относительно ЛО животных; * - статистически значимо относительно НК группы мышей.

Заключение

Разработаны две трансдермальные терапевтические системы с цетиризином – гель и пластырь, подобраны оптимальные вспомогательные вещества, обеспечивающие пенетрацию и как следствие, совокупный фармакологический эффект (основной компонент со вспомогательными веществами). Проведенное исследование показало, что разработанный трансдермальный гель с цетиризином и трансдермальная терапевтическая система с цетиризином оказывают сопоставимые с препаратом сравнения (гель «Псило-бальзам») противоаллергические свойства, превосходя при этом референт по влиянию на формирование аллергического экссудативного отека. Таким образом, представляются актуальными дальнейшие доклинические исследования разработанного геля и пластыря с цетиризином.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зупанец, И.А. Клинико-фармакологические особенности применения препаратов цетиризина / И.А. Зупанец, С.К. Шебеко, И.А. Отришко // Педиатрия. – Том 4, №1. – 2016. – С. 141-147
2. Огай, М.А. Разработка и исследование трансдермального пластыря с таурином для коррекции последствий сахарного диабета / М.А. Огай // Вестн. Воронеж, гос. ун-та (ВГУ). Сер.: химия, биология, фармация. 2009.- №1. С. 117-119.
3. Определение адгезивных свойств трансдермального пластыря с таурином / М.А. Огай и др. // Человек и его здоровье. 2010. - №3. -С.153-155.
4. Xiao Z, Xiao S, Zhang Y, Pan T, Ouyang B. The Anti-Inflammatory Effect of Fructus Kochiae on Allergic Contact Dermatitis Rats via pERK1/2/TLR4/NF-κB Pathway Activation. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2018;2018:1096920. Published 2018 Jan 4. doi:10.1155/2018/1096920
5. Ionov I.D., Gorev N.P., Roslavl'tseva L.A., Frenkel D.D. Cetirizine and thalidomide synergistically inhibit mammary tumorigenesis and angiogenesis in 7,12-dimethylbenz(a)anthracene-treated rats. *Anticancer Drugs*. 2018 Nov;29(10):956-964. doi: 10.1097/CAD.0000000000000670. PMID: 30134286;
6. Aziz S.N. et al. Promising nanoparticulate system for topical delivery of diphenhydramine hydrochloride: In-vitro and in-vivo evaluation //Journal of Drug Delivery Science and Technology. – 2020. – Т. 55. – С. 101454.
7. Radu M., Chernoff J. An in vivo assay to test blood vessel permeability. *J Vis Exp*. 2013;(73):e50062. Published 2013 Mar 16. doi:10.3791/50062

REFERENCES

- Zupanec, I.A. Kliniko-farmakologicheskie osobennosti primeneniya preparatov cetirizina / I.A. Zupanec, S.K. Shebeko, I.A. Otrishko // Pediatriya. – Tom 4, №1. – 2016. – S. 141-147
2. Ogaj, M.A. Razrabotka i issledovanie transdermal'nogo plastyrya s taurinom dlya korrekcii posledstvij saharnogo diabeta / M.A. Ogaj // Vestn. Voronezh, gos. un-ta (VGU). Ser.: himiya, biologiya, farmaciya. 2009.- №1. S. 117-119.
 3. Opredelenie adgezivnyh svojstv transdermal'nogo plastyrya s taurinom / M.A. Ogaj i dr. // Chelovek i ego zdorov'e. 2010. - №3. -S.153-155.
 4. Xiao Z, Xiao S, Zhang Y, Pan T, Ouyang B. The Anti-Inflammatory Effect of Fructus Kochiae on Allergic Contact Dermatitis Rats via pERK1/2/TLR4/NF-κB Pathway Activation. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2018;2018:1096920. Published 2018 Jan 4. doi:10.1155/2018/1096920
 5. Ionov I.D., Gorev N.P., Roslavl'tseva L.A., Frenkel D.D. Cetirizine and thalidomide synergistically inhibit mammary tumorigenesis and angiogenesis in 7,12-dimethylbenz(a)anthracene-treated rats. *Anticancer Drugs*. 2018 Nov;29(10):956-964. doi: 10.1097/CAD.0000000000000670. PMID: 30134286;
 6. Aziz S.N. et al. Promising nanoparticulate system for topical delivery of diphenhydramine hydrochloride: In-vitro and in-vivo evaluation //Journal of Drug Delivery Science and Technology. – 2020. – Т. 55. – S. 101454.
 7. Radu M., Chernoff J. An in vivo assay to test blood vessel permeability. *J Vis Exp*. 2013;(73):e50062. Published 2013 Mar 16. doi:10.3791/50062

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Магомедова Джамиля, студент, Пятигорского медико-фармацевтического института – филиала ВолгГМУ Минздрава России, e-mail: marinfarm@yandex.ru, +7 (983)621-76-55

Magomedova Jamila, student, Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute - branch of VolgSMU of the Ministry of Health of Russia, e-mail: marinfarm@yandex.ru, +7 (983)621-76-55

Марина Алексеевна Огай, доктор фармацевтических наук, профессор кафедры фармацевтической технологии с курсом медицинской биотехнологии Пятигорского медико-

фармацевтического института – филиала ВолгГМУ Минздрава России, e-mail: marinfarm@yandex.ru, +7 (983)621-76-55

Marina Alekseevna Ogai, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor of the Department of Pharmaceutical Technology with a course in medical Biotechnology of the Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute - branch of the Volga State Medical University of the Ministry of Health of Russia, e-mail: marinfarm@yandex.ru, +7 (983)621-76-55

Элеонора Федоровна Степанова, доктор фармацевтических наук, профессор кафедры фармацевтической технологии с курсом медицинской биотехнологии Пятигорского медико-фармацевтического института–филиала ВолгГМУ Минздрава России, e-mail: efstepanova@yandex.ru, +7(928)919-83-35

Eleonora Fedorovna Stepanova, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor of the Department of Pharmaceutical Technology with a course in medical Biotechnology of the Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute-branch of the VolgSMU of the Ministry of Health of Russia, e-mail: efstepanova@yandex.ru, +7(928)919-83-35

Елена Владимировна Ковтун, кандидат фармацевтических наук, старший преподаватель кафедры фармацевтической технологии с курсом медицинской биотехнологии Пятигорского медико-фармацевтического института – филиала ВолгГМУ Минздрава России, e-mail: elena.f.73@mail.ru, +7(962)442-52-46

Elena Vladimirovna Kovtun, Candidate of Pharmaceutical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Pharmaceutical Technology with a course in medical Biotechnology of the Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute - branch of the Volga State Medical University of the Ministry of Health of Russia, e-mail: elena.f.73@mail.ru, +7(962)442-52-46

Наталья Леонидовна Нам, кандидат химических наук, доцент кафедры химии Российского Государственного Аграрного Университета -МСХА имени К.А.Тимирязева; 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; Российский Государственный Аграрный Университет - МСХА имени К.А.Тимирязева; e-mail: +7(926)-303-08-05; e-mail: namnl@rambler.ru

Natalia Leonidovna Nam, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry of the Russian State Agrarian University - K.A.Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya Str., Moscow, 127550; Russian State Agrarian University - K.A.Timiryazev Agricultural Academy; e-mail: +7(926)-303-08-05; e-mail: namnl@rambler.ru

Дмитрий Игоревич Поздняков, кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры фармакологии, с курсом клинической фармакологии Пятигорского медико- фармацевтического института–филиала ВолгГМУ Минздрава России

Dmitry Igorevich Pozdnyakov, Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor of the Department of Pharmacology, with a course in clinical Pharmacology of the Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute-branch of the Volga State Medical University of the Ministry of Health of Russia

Дата поступления в редакцию:12.05.2021

После рецензирования:23.05.2021

Дата принятия к публикации:13.06.2021



**Требования к оформлению и сдаче рукописей в редакцию журнала
«СОВРЕМЕННАЯ НАУКА И ИННОВАЦИИ»**

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-51370

от 10 октября 2012г.

ISSN: 2307-910X

Редакция журнала сотрудничает с авторами – преподавателями вузов, научными работниками, аспирантами, докторантами и соискателями ученых степеней

Журнал публикует материалы в разделах:

Технические науки: классические исследования и инновации

Информатика, вычислительная техника и управление

Технология продовольственных продуктов

Дискуссионные статьи

Краткие сообщения

Политические науки

Политология

Материалы в редакцию журнала принимаются в соответствии с требованиями к оформлению и сдаче рукописей постоянно и публикуются после обязательного внутреннего рецензирования и решения редакционной коллегии в порядке очередности поступления с учётом рубрикации номера.

1. Для оптимизации редакционно-издательской подготовки редакция принимает от авторов рукописи и сопутствующие им необходимые документы в следующей комплектации:

1.1. В печатном варианте:

Отпечатанный экземпляр рукописи

Объем статьи: 6–12 страниц (оригинальная статья), 15–20 стр. (обзорная статья), 2–3 стр. краткое сообщение. Требования к компьютерному набору: формат А4; кегль 12; шрифт TimesNewRoman; межстрочный интервал 1,15; нумерация страниц внизу по центру; поля все 2 см; абзацный отступ 1,25 см.

Сведения об авторе (на русском и английском языках)

Сведения должны включать следующую информацию: ФИО (полностью), ученая степень, ученое звание, должность, место и адрес работы, адрес электронной почты и телефоны для связи.

1.2. На электронном носителе в отдельных файлах (CD-DVD диск или флеш-карта): Электронный вариант рукописи в текстовом редакторе Word (название файла: «Фамилия_И.О._статья»); Сведения об авторе (название файла: «Фамилия_И.О._сведения об авторе»).

1.3. Отзыв научного руководителя (для аспирантов, адъюнктов и соискателей). Подписывается научным руководителем собственноручно.

1.4. Рецензия специалиста в данной научной сфере, имеющего ученую степень. Подпись рецензента должна быть заверена соответствующей кадровой структурой (рецензия должна быть внешней по отношению к кафедре или другому структурному подразделению, в котором работает автор).

1.5. Экспертное заключение (для технических наук). Во всех институтах созданы экспертные комиссии, которые подписывают экспертные заключения о возможности опубликования статьи в открытой печати.

2. Статья должна содержать следующие элементы оформления:

индекс УДК (на русском и английском языках);

фамилию, имя, отчество автора (авторов) (имя и отчество полностью) (на русском и английском языках);

название; (на русском и английском языках);

место работы автора (авторов) (в скобках в именительном падеже) (на русском и английском языках);

краткую аннотацию содержания рукописи (3–4 строчки, не должны повторять название) (на русском и английском языках);

список ключевых слов или словосочетаний (5–7) (на русском и английском языках);

в конце статьи реферат на английском языке;

3. Оформление рисунков, формул и таблиц:

Рисунки и таблицы вставляются в тексте в нужное место. Ссылки в тексте на таблицы и рисунки обязательны. За качество рисунков или фотографий редакция ответственности не несет.

3.1. Оформление рисунков (графиков, диаграмм):

все надписи на рисунках должны читаться;

рисунки должны быть оформлены с учетом особенности черно-белой печати (рекомендуется использовать в качестве заливки различные виды штриховки и узоров, в графиках различные виды линий – пунктирные, сплошные и т. д., разное оформление точек, по которым строится график – кружочки, квадраты, ромбы, треугольники); цветные и полутонные рисунки исключаются;

рисунки должны читаться отдельно от текста, поэтому оси должны иметь название и единицы измерения;

рисунки нумеруются снизу (Рисунок 1 – Название) и выполняются в графическом редакторе **10 кеглем** (шрифтом).

3.2. Оформление формул: формулы выполняются в программе редактор формул **MathType; 12 шрифтом**, выравниваются по центру, их номера ставятся при помощи табулятора в круглых скобках по правому краю.

3.3. Оформление таблиц: таблицы должны иметь название. **Таблицы** нумеруются сверху (Таблица 1 – Название) и выполняются **10 кеглем (шрифтом)**, междустрочное расстояние – одинарное.

4. Библиографический список. Размещается в конце статьи. В нем перечисляются все источники, на которые ссылается автор, с полным библиографическим аппаратом издания (в соответствии с ГОСТР 7.0.5-2008).

5. Авторское визирование:

автор несет ответственность за точность приводимых в его рукописи сведений, цитат и правильность указания названий книг в списке литературы;

автор на последней странице пишет: «Объем статьи составляет ... (указать количество страниц)», ставит дату и подпись.

Адрес редакции: г. Пятигорск, ул. 40 лет Октября, 56

Статьи с комплектом документов в журнал «Современная наука и инновации» сдавать:

г. Пятигорск, ул. 40 лет Октября, 56, каб. № 45 ОПО НИР,

ответственному секретарю журнала: Оробинской Валерии Николаевне

Контактные телефоны: (8793)33-34-21; 8-928-351-93-25

e-mail: nauka-pf@yandex.ru, orobinskaya.val@yandex.ru

Научное издание

СОВРЕМЕННАЯ НАУКА И ИННОВАЦИИ

Научный журнал

Выпуск №2 (34), 2021

Научное редактирование, проверка статей на антиплагиат рубрики
«Технические науки» – В.Н.Оробинская
Перевод аннотаций, ключевых слов, рефератов на английский язык – Е.В. Галдин
Корректировка текста – Д.А.Вартумян

Подписано в печать 27.06.2021

Выход в свет 08.07.2021

Формат 200х280.

Усл. печ. л. 21,97 Бумага офсетная. Печать офсетная.
Тираж 500 экз. Заказ №

Отпечатано с готового оригинал-макета, представленного авторами, в типографии
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» филиала СКФУ в г. Пятигорске
357500, Ставропольский край, г. Пятигорск,
ул. Октябрьская / пр. 40 лет Октября, 38/90.
Тел. 8(8793) 97-32-38