

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

+16

СОВРЕМЕННАЯ НАУКА И ИННОВАЦИИ

Научный журнал

Выпуск №4 (40), 2022

Выходит, 4 раза в год

ISSN2307-910X

Ставрополь – Пятигорск
2022

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); Балега 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); Манини 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 РЕАН (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; Шириняц 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); в БД «Российский индекс научного цитирования».
Адрес:	адрес издателя 355029, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 2 адрес редакции: 357500, г. Пятигорск, пр. 40 лет Октября, 56
Телефон:	(879-3) 33-34-21, 8-928-351-93-25
E-mail:	oronir@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); The journal is included in the database of the "Russian science citation index".
Address:	publisher's address: 355029, Stavropol, Prospekt Kulakova, 2. editorial office address : 357500, Pyatigorsk, Pr. 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

- П.А. Ляхов, А.С. Ионисян, В.В. Лютова, А.Р. Оразаев*
ОБЗОР МЕТОДОВ УЛУЧШЕНИЯ ВИЗУАЛЬНОГО КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ
И ВИДЕО В НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ 8
- В.А. Уткин, Т.В. Кухарова*
НЕСТАЦИОНАРНАЯ ФАРМАКОКИНЕТИКА
НА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ 25
- М.П. Афанасьев, Т.Ф. Туляков*
АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПОНОВОК
МЕХАТРОННОГО СТАНОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ
ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «SOLIDWORKS» 31
- В.П. Мочалов, Н.Ю. Братченко, И.С. Палканов, Э. В. Алиев*
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ БАЛАНСИРОВКИ НАГРУЗКИ
СЕРВЕРОВ КЛАСТЕРОВ ЦОД В УСЛОВИЯХ ФРАКТАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ 41

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

- И.Н. Пушкина, О.Я. Кольман, В.Н. Орбинская, И.С. Дейберт*
ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМИЗИРОВАННОЙ РЕЦЕПТУРЫ И
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗГЛУТЕНОВОГО
ХЛЕБА С СЕМЕНАМИ МАША И ЧИА 50
- А. А. Гвозденко, М. А. Пирогов, А. В. Блинов, А. Б. Голик,
А. А. Яковенко, А. А. Блинова*
КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТИПА КООРДИНИРОВАНИЯ
МАРГАНЦА С ВИТАМИНОМ В2 И НЕЗАМЕНИМЫМИ АМИНОКИСЛОТАМИ 58
- Ю. А. Табакова, С. А. Рябцева, М. А.Шпак, С. Н. Сазанова*
МЕТОДЫ ИММОБИЛИЗАЦИИ β -ГАЛАКТОЗИДАЗ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
В БИОСИНТЕЗЕ ЛАКТУЛОЗЫ 68
- Д.Д. Макарова, Л.Ю. Зубова, А.В. Борисова*
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ПРИГОТОВЛЕНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ
КАЧЕСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ 84
- А. В. Блинов, М. А. Пирогов, А. А. Гвозденко, А. Б. Голик, А. А. Яковенко, А. А. Блинова*
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ ТРОЙНЫХ ХЕЛАТНЫХ
КОМПЛЕКСОВ ЭССЕНЦИАЛЬНОГО МИКРОЭЛЕМЕНТА ЦИНКА С
ВИТАМИНОМ С И НЕЗАМЕНИМЫМИ АМИНОКИСЛОТАМИ 93

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

- Н.К. Шивидов, Г.А. Манкаева, Н.А. Куркудинова, Д.Б. Бембитов*
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗВУКОВЫХ ВОЛН
В СОЛНЕЧНОЙ КОРОНЕ 103
- Е.Ю. Бакова Д.И Поздняков Д.А. Коновалов Н.Н. Бакова, В.Н. Орбинская*
АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА И ТОКСИЧНОСТЬ ЭКСТРАКТА И
СИРОПА МИРТА ОБЫКНОВЕННОГО 108
- С.Б. Дертеев, Г.А. Манкаева, М.Е. Сапралиев, А.К. Балтыков, Д.Б. Бембитов*
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАТУХАНИЯ
МЕДЛЕННЫХ МАГНИТОЗВУКОВЫХ ВОЛН
В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЕ 116

<i>О.Е. Кротова, А.С. Чернышков, К.Э. Халагаева</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ ЙОГУРТА, ОБОГАЩЕННОГО КОНОПЛЯНОЙ МУКОЙ, СИРОПОМ ТОПИНАМБУРА И СИРОПОМ АГАВЫ	122
--	-----

ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Д.А. Миргород</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ОБЛАДАНИЯ ТУРЦИЕЙ ЯДЕРНЫМ ОРУЖИЕМ: ВОЕННО-ПОЛИТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ	128
--	-----

<i>И.М. Сампиев</i> К ПРОБЛЕМЕ ПОЛИТИКО-ПРАВОВОЙ РЕГЛАМЕНТАЦИИ СЕЦЕССИОННОГО КОНФЛИКТА	134
--	-----

<i>Н.Н. Пачина, Д.Д. Городова</i> ВЛИЯНИЕ ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ НА ПОЛИТИЧЕСКУЮ СОЦИАЛИЗАЦИЮ МОЛОДЕЖИ	143
---	-----

<i>Е.Е. Головина, В.Г. Головин</i> СОПРЯЖЕНИЕ СТРАН ЕВРАЗИЙСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО И ЦЕНТРАЛЬНОАЗИАТСКОГО РЕГИОНОВ	159
---	-----

<i>А.Г. Масалов</i> КОНСТИТУЦИОННО-ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ МОЛОДЕЖНОМУ ЭКСТРЕМИЗМУ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	168
---	-----

<i>О.И. Оськина</i> НОВЫЙ СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКИЙ ПОРЯДОК В ЕВРОПЕ ПОСЛЕ ПОТСДАМА	177
--	-----

<i>М.К. Арчаков</i> ИДЕИ В.Д. ПОРЕМСКОГО И ТЕХНОЛОГИИ «ЦВЕТНЫХ РЕВОЛЮЦИЙ»	183
---	-----

<i>М.М. Абазалиева, А.Ю. Белоконь</i> СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МЕДИАТИЗАЦИИ ПОЛИТИКИ В РОССИИ	189
---	-----

<i>Ф. И. Валяровский</i> СУВЕРЕННОЕ ГОСУДАРСТВО В XXI ВЕКЕ: НОВЫЕ ВЫЗОВЫ И УГРОЗЫ	198
---	-----

ДИСКУССИОННЫЕ СТАТЬИ

<i>А. В. Батуров, В. Ф. Кишиневская</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СТРУКТУРУ РЕГИОНАЛЬНОЙ ТУРИНДУСТРИИ НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА	206
---	-----

<i>Я.Д. Баурова, А.В. Арисов</i> ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЕЦЕПТУРНЫХ СОСТАВОВ СОУСОВ МАЙОНЕЗНЫХ	217
--	-----

<i>Е.В. Назарова, Н. Ю. Аветян, А.С. Марутян</i> ГИБКИЙ ВЕРХНИЙ ЭТАЖ ИЗ ЛЕГКИХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРЕКРЕСТНЫХ СИСТЕМ	228
---	-----

Требования к оформлению рукописей.	239
--	------------

CONTENTS

TECHNICAL SCIENCES

INFORMATION, COMPUTING AND MANAGEMENT

- P.A. Lyakhov, A.S. Ionisyan, V.V.Liutova, A.R. Orazhev*
OVERVIEW OF METHODS FOR IMPROVING THE VISUAL QUALITY OF IMAGES AND VIDEOS IN ADVERSE WEATHER CONDITIONS 8
- V.A. Utkin, T.V. Kukharova*
NONSTATIONARY PHARMACOKINETICS ON A MATHEMATICAL MODEL 25
- M.P.Afanasyev, T.F. Tuliakov*
COMPUTER-AIDED DESIGN OF MECHATRONIC MACHINE EQUIPMENT LAYOUTS USING THE SOLIDWORKS SOFTWARE PACKAGE 31
- V. P. Mochalov, N.Yu. Bratchenko, , I. S. Palkanov, E. V. Aliev*
MATHEMATICAL MODEL OF THE LOAD BALANCING SYSTEM OF DPC SERVER CLUSTERS UNDER FRACTAL LOAD CONDITIONS 41

TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS

- I.N. Pushmina, O.Ya. Kolman, V.N. Orobinskaya, I.C. Deibert*
JUSTIFICATION OF THE OPTIMIZED FORMULATION AND TECHNOLOGICAL SCHEME FOR OBTAINING GLUTEN-FREE BREAD WITH MASHA AND CHIA SEEDS 50
- A. A. Gvozdenko, M..A.Pirogov, A. V. Blinov, Al. B. Golik, A. A.Yakovenko, A.A. Blinova*
QUANTUM CHEMICAL MODELING OF THE TYPE OF COORDINATION OF MANGANESE WITH VITAMIN B2 AND ESSENTIAL AMINO ACIDS 58
- Y. Al. Tabakova, S. A. Ryabtseva, M. Al. Shpak, S. N. Sazanova*
METHODS FOR β -GALACTOSIDASE IMMOBILIZATION AND THEIR USE IN LACTULOSE BIOSYNTHESIS 68
- D.D. Makarova, L. Y. Zubova, A.V. Borisova*
STUDY OF THE INFLUENCE OF COOKING MODES ON THE INDICATOR OF THE QUALITY OF BAKERY PRODUCTS 84
- A. V. Blinov, M.A.Pirogov, A.Gvozdenko, Al. B. Golik, A. A.Yakovenko, A.A. Blinova*
DETERMINATION OF THE OPTIMAL CONFIGURATION OF TRIPLE CHELATE COMPLEXES OF THE ESSENTIAL TRACE ELEMENT ZINC WITH VITAMIN C AND ESSENTIAL AMINO ACIDS 93

SHORT REPORT

- N.K. Shividov, G. A. Mankaeva, N. A. Kurkudinova, D. B. Bembitov*
MODELING OF SOUND WAVE PROPAGATION IN THE SOLAR CORONA 103
- E.Yu.Bakova, D.I.Pozdnyakov, D.A Konovalov, N.N. Bakova, V.N Orobinskaya*
ANTIOXIDANT PROPERTIES AND TOXICITY OF MYRTLE EXTRACT AND SYRUP 108
- S.B. Derteev G. A. Mankaeva, M.E. Sapraliev, A.K. Baltykov, D.B. Bembitov*
A MODELING OF A DAMPING OF THE SLOW MAGNETOACOUSTIC WAVES IN A HIGH-TEMPERATURE PLASMA 116

<i>O.E. Krotova, A.S. Chernyshkov, K.E. Khalagaeva</i> DESIGNING A RECIPE FOR YOGURT ENRICHED WITH HEMP FLOUR, JERUSALEM ARTICHOKE SYRUP AND AGAVE SYRUP	122
--	-----

POLITICAL SCIENCES

<i>D.A. Mirgorod</i> PROSPECTS FOR NUCLEAR WEAPONS BY TURKEY: MILITARY AND POLITICAL ASPECT	128
---	-----

<i>I.M.Sampiev</i> ON THE PROBLEM OF POLITICAL AND LEGAL REGULATION SECESSION CONFLICT	134
--	-----

<i>N.N.Pachina, D.D. Gorodova</i> THE IMPACT OF INTERNET-TECHNOLOGIES ON THE POLITICAL SOCIALIZATION OF YOUNG PEOPLE	143
--	-----

<i>E.E. Golovina, Y.G. Golovin</i> THE CONNECTION OF EURASIAN COUNTRIES ECONOMIC UNION AND CENTRAL ASIAN REGION	159
---	-----

<i>A.G. Masalov</i> THE CONSTITUTIONAL AND LEGAL BASES OF COUNTERING YOUTH EXTREMISM IN THE RUSSIAN FEDERATIONS	168
---	-----

<i>O.I. Oskina</i> THE NEW SOCIO-POLITICAL ORDER IN EUROPE AFTER THE POTSDAM	177
--	-----

<i>M. K. Archakov</i> THE IDEAS V.D. POREMSKI'S AND TECHNOLOGIES OF «COLOR REVOLUTIONS»	183
---	-----

<i>M.M. Abazalieva, A.Y. Belokon</i> SOCIO-POLITICAL ASPECTS OF THE MEDIATIZATION OF POLITICS IN RUSSIA	189
---	-----

<i>F.I. Valyarovsky</i> A SOVEREIGN STATE IN THE XXI CENTURY: NEW CHALLENGES AND THREATS	198
--	-----

DISCUSSION PAPERS

<i>A.V. Baturov, V. F. Kshishnevskaya</i> STUDY OF THE INFLUENCE OF EXTERNAL ECONOMIC FACTORS ON THE STRUCTURE OF THE REGIONAL TOURISM INDUSTRY ON THE EXAMPLE OF THE NORTH CAUCASUS	206
--	-----

<i>Y. D. Baurova, Al. V. Arisov</i> PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF PRESCRIPTION COMPOSITIONS OF MAYONNAISE SAUCES	217
---	-----

<i>E.V. Nazarova, N. Y. Avetyan, A.S. Marutyanyan</i> THE FLEXIBLE UPPER FLOOR MADE OF LIGHT METAL STRUCTURES USING CROSS SYSTEMS	228
---	-----

Requirements for preparation of manuscripts.	239
---	------------

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ | TECHNICAL SCIENCE

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

П.А. Ляхов [P.A. Lyakhov],
А.С. Ионисян [A.S. Ionisyan],
В.В. Лютова [V.V.Liutova],
А.Р. Оразаев [A.R. Orazaev]

УДК: 621.391
DOI: 10.37493/2307-910X.2022.4.1

ОБЗОР МЕТОДОВ УЛУЧШЕНИЯ ВИЗУАЛЬНОГО КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ И ВИДЕО В НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ

OVERVIEW OF METHODS FOR IMPROVING THE VISUAL QUALITY OF IMAGES AND VIDEOS IN ADVERSE WEATHER CONDITIONS

Северо-Кавказский Федеральный Университет, факультет математики и компьютерных наук имени профессора Н.И. Червякова, Ставрополь, РФ E-mail: ljahov@mail.ru; masaevvioletta@yandex.ru; asion@mail.ru; aorazaev@ncfu.ru. / North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russian Federation E-mail: ljahov@mail.ru; masaevvioletta@yandex.ru; asion@mail.ru; aorazaev@ncfu.ru.

Аннотация

В современном мире обработка изображений применяется в различных отраслях деятельности человека. Из-за различных факторов помех ухудшение изображения и видео серьезно снижает точность и эффективность отслеживания и распознавания целей. Следовательно, восстановление изображения становится серьезной проблемой в области компьютерного зрения.

Материалы и методы, результаты и обсуждения

В данной исследовании проведён обзор методов улучшения визуального качества изображений и видео при искажении их погодными явлениями. Методы классифицированы по видам и различиям погодных явлений. Приведены примеры их апробации на изображениях и на видео. Сделаны выводы о каждом из видов алгоритмов.

Заключение

В статье были исследованы различные методы улучшения визуального качества изображений и видео в неблагоприятных погодных условиях.

Каждый метод был детально изучен, были рассмотрены их достоинства и недостатки, что позволило прийти к следующим выводам:

1) *методы, использующие физические модели, очень эффективны, но являются вычислительно сложными, в связи с этим данный метод целесообразнее использовать для постобработки изображений и видео.*

2) *Методы, основанные на гистограммах более простые, но они подходят только для статических погодных условий (туман, дымка, мгла).*

3) *Наиболее перспективными являются методы, основанные на обучении. Нейронные сети позволяют решать более сложные задачи, в силу возможности распараллеливания информации и дальнейшего обучения. Так же данные методы отлично справляются с улучшением качества как изображений, так и видео. Методы, основанные на обучении применимы как к статическим погодным условиям (туман, дымка, мгла), так и к динамичным (снег, дождь, град), что делает их более универсальными для решения данной проблемы.*

Ключевые слова: цифровая обработка изображений и видео, туман, дождь, снег, передний план; задний план; обнаружение движения; слияние изображений, гистограмма, метаобучение.

Abstract

In the modern world, image processing is used in various fields of human activity. Due to various interference factors, image and video deterioration seriously reduces the accuracy and efficiency of target tracking and recognition. Hence, image restoration is becoming a major problem in the field of computer vision.

Materials and methods, results and discussions

This study provides an overview of methods for improving the visual quality of images and videos when they are distorted by weather phenomena. The methods are classified according to the types and differences of weather phenomena. Examples of their approbation on images and video are given. Conclusions are drawn about each of the types of algorithms.

Conclusion

The article explored various methods to improve the visual quality of images and videos in adverse weather conditions.

Each method was studied in detail, their advantages and disadvantages were considered, which made it possible to come to the following conclusions:

1) methods that use physical models are very efficient, but are computationally complex, in this regard, this method is more appropriate to use for image and video post-processing.

2) Methods based on histograms are simpler, but they are only suitable for static weather conditions (fog, haze, haze).

3) The most promising are methods based on learning. Neural networks allow solving more complex problems, due to the possibility of parallelizing information and further learning. Also, these methods do an excellent job of improving the quality of both images and videos. Learning-based methods are applicable to both static weather conditions (fog, haze, haze) and dynamic ones (snow, rain, hail), which makes them more versatile for solving this problem.

Key words: digital image and video processing, fog, rain, snow, foreground; background; Motion Detection; image fusion, histogram, meta-learning.

Введение

В настоящее время цифровая обработка сигналов занимает одно из ведущих положений в исследованиях современной науки. Технологии компьютерного зрения, лежащие в основе систем анализа изображений, активно применяются в системах обеспечения безопасности, наблюдения, классификации и др. Качество работы любого алгоритма компьютерного зрения падает вследствие наличия шумов, вносимых сложными погодными условиями, а также связанными с недостаточной освещенностью.

Улучшение изображений, полученных в сложных погодных условиях, в настоящее время является актуальной задачей.

Погодные условия различны по физическим свойствам и визуальным эффектам, которые они приносят на изображение. Основываясь на этих отличиях, погодные условия можно условно разделить на статичные (дымка, туман, мгла) и динамичные (дождь, снег, град). В случае статичных условий отдельные частицы слишком малы (1-10 мкм), чтобы быть видимыми для камеры. Следовательно, объемные модели рассеивания, такие как модель затухания и модель поглощения света в воздухе частицами, могут использоваться для адекватного описания эффектов статичной погоды. С другой стороны, частицы, составляющие динамические погодные условия, такие как дождь, снег и град, больше (0,1-10 мм), и отдельные частицы видны на изображении.

В действительности существует не так много методов, предложенных для улучшения качества визуальной информации в условиях плохой погоды.

Их можно классифицировать на несколько видов:

- основанные на физических моделях;
- основанные на гистограммах;
- основанные на обучении и нечеткой логике;
- прочие методы.

Методы удаления погодных явлений, основанные на физических моделях

Kshitiz Garg и Shree K. Nayag в своей работе [1] разработали комплексную модель внешнего вида дождя. На основе этой модели они представили эффективные алгоритмы обнаружения и удаления дождя на видео.

Визуальные эффекты дождя сложны. Дождь состоит из пространственно распределенных капель, падающих с большой скоростью. Каждая капля преломляется и отражает окружающую среду, вызывая резкие изменения интенсивности изображения. Группа таких падающих капель создает на изображениях и видео сложный изменяющийся во времени сигнал. Кроме того, из-за конечного времени экспозиции камеры интенсивности дождя размыты при движении и, следовательно, зависят от интенсивности фона. Таким образом, визуальные проявления дождя представляют собой сочетание динамики дождя и фотометрии окружающей среды. В своей статье они представили первый всесторонний анализ визуального воздействия дождя на систему визуализации. Ими была разработана корреляционная модель, которая фиксирует динамику дождя, и основанная на физике модели размытия движения, которая объясняет фотометрию дождя. Эффективность данных алгоритмов демонстрируется с помощью экспериментов на видео сложных сцен с движущимися объектами и изменяющимися во времени текстурами. Данные методы могут использоваться в широком диапазоне приложений, включая видеонаблюдение, редактирование видео, фильмов и индексирование, поиск видео [2].

Описание метода удаления дождя на видео, приведено на рисунке 1.



Рисунок 1 - Алгоритм удаления дождя, примененный к видео

(a) Использование фотометрической модели для определения пикселей, на которые влияет дождь. Возможные пиксели дождя показаны белым. Обратите внимание, что есть несколько ложных срабатываний (пиксели без дождя).

(b) Применение линейного фотометрического ограничения к интенсивности полос. Это значительно снижает количество ложных срабатываний, чтобы дать оценку двоичного поля дождя b.

(c) Вычисление пространственно-временной корреляции в двоичном поле b.

(d) Карта корреляции, вычисленная с использованием окрестностей 11×11 по 30 кадрам. Пиксели с высокими значениями интенсивности представляют пиксели дождя, в то время как пиксели без дождя имеют низкие значения интенсивности.

(e) Игольчатая карта, показывающая сегментацию сцены на регионы с дождем и без него. Карта игл для ясности сделана разреженной [3].

Результаты удаления дождя на видео приведены на рисунке 2.



Рисунок 2 - Обнаружение и удаление дождя

(a) Три кадра из исходного видео. Сцена состоит из движущегося и говорящего по телефону человека, а также из-за дождя, видимого через стеклянное окно. Камера перемещается и приближает человека. Быстро движущиеся текстуры (складки рубашки и складки на движущейся руке) затрудняют задачу обнаружения.

(b) Обнаруженные регионы с дождем, представленные в виде игольчатой карты. Карта игл для ясности сделана разреженной. Направление стрелки в пикселе представляет направление дождя, а длина стрелки представляет силу дождя.

(с) Полученные кадры без дождя.**(d) Разница между исходными кадрами и обработанными. В целях увеличения наглядности, изображения были масштабированы на постоянную величину.**

Простые методы временной фильтрации неэффективны для удаления дождя, поскольку они пространственно инвариантны и, следовательно, ухудшают качество изображения в регионах без дождя. Данный метод явно обнаруживает пиксели, на которые влияет дождь, и удаляет влияние дождя только из этих пикселей, сохраняя временные частоты из-за движений объекта и камеры. Предлагаемый алгоритм может использоваться в широком спектре приложений, включая видеонаблюдение, редактирование видео / фильмов и индексирование / поиск видео, но он не справляется с устойчивыми эффектами дождя и не удаляет сильно расфокусированные полосы дождя. Peter Varnum, Takeo Kanade и Srinivasa G Narasimhan в своей работе [4] сформулировали модель глобальных динамических погодных частот. Ими была построена физическая модель капель дождя и снежинок, которая используется для определения общей формы и яркости отдельной полосы. Эта модель полос сочетается со статистическими свойствами дождя и снега, чтобы определить, как они влияют на пространственно-временные частоты последовательности изображений. После обнаружения эти частоты затем могут быть подавлены. В небольшом масштабе многие явления выглядят так же, как дождь и снег, но, рассматривая их как глобальные явления, они достигли лучших результатов, чем при локальном анализе.

Для демонстрации удаления погодных искажений авторами были выбраны несколько сцен, заполненных дождем и снегом, каждая из которых представляет собой комбинацию естественных и искусственных объектов и снята движущейся камерой. Они сложны не только для алгоритмов, основанных на изображениях, но и из-за большого разнообразия низкочастотные и высокочастотные текстуры, частотная область также загромождена [5].

Пример удаления снега продемонстрирован на рисунке 3.

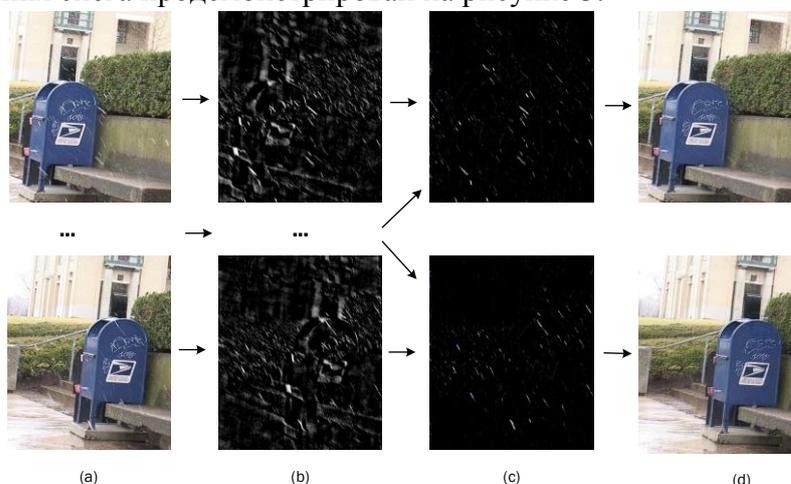


Рисунок 3 - Исходное изображение

(a) и после покадрового удаления (b). Снег есть, но есть ошибки в классификации. С помощью временной информации получается улучшенная оценка (c). Результат после 3 итераций удаления показан на (d).

На рисунке 4 представлен еще один пример удаления снега.



Рисунок 4 - Удаление снега с видео с людьми

Это очень сложный эпизод с множеством высокочастотных текстур, очень сильным снегом и множеством движущихся объектов. Большая часть снега удалена, но края зонта и ноги людей классифицируются неверно. Из-за того, что пешеходы движутся по нижней части видео, только точки в верхней половине могут отслеживаться правильно: 54 правильных в исходной и 77 в удаленной версии [6].

Данный вид физических алгоритмов требует большой вычислительной мощности и не подходит для применения в режиме реального времени в системах технического зрения. Эти методы не подходят для видеосъемки в условиях очень густого тумана или сильного дождя, с низким качеством изображения с шумом и артефактами сжатия. В таких условиях очень трудно построить верную модель.

Методы удаления погодных явлений с помощью гистограмм

Гистограммы является одним главных методов для улучшения контрастности изображений. Данные методы являются очень быстрыми и легкими в применении, при этом они позволяют добиться хороших результатов. Самый распространённый метод основанный на гистограммах - автоматический алгоритм выравнивания гистограмм. Данный алгоритм достигает максимальной информативности изображения при помощи увеличения диапазона интенсивности более частых пикселей. Существует два вида методов выравнивания гистограмм: глобальный и локальный. Глобальные методы используют сжатие яркости пикселей для получения более единообразных экспозиционных данных, используя статистику всего изображения. Данные методы не рассматривают локальную статистику изображения. Методы локального выравнивания гистограмм позволяют получить более качественные результаты, так как обнаруживают больше локальных деталей изображения и дают видимое улучшение. Преобразование гистограмм распределения значений интенсивностей позволяет увеличить контрастность изображения, что хорошо подойдет для статичных погодных условий, таких как туман и дымка.

На контраст изображения в тумане часто влияет оптическое рассеяние света. А свет, попадающий в человеческий глаз, сильно рассеивается туманом. Увеличение глубины сцены привело к экспоненциальному ухудшению контраста. Плохая видимость для многих систем наружного наблюдения в тумане является серьезной проблемой, которую трудно решить.

В своей работе [7] Zhiyuan Xu, Xiaoming Liu и Na Ji для удаления эффекта тумана, представили метод на основе адаптивного выравнивания гистограммы с ограничением контрастности. Этот метод устанавливает максимальное значение для обрезки гистограммы и равномерно перераспределяет обрезанные пиксели для каждого уровня серого. Он может ограничить шум и повысить контраст изображения. В их методе, во-первых, исходное изображение конвертируется из RGB в цветовую модель HSI. Во-вторых, компонент интенсивности изображения HSI обрабатывается с помощью адаптивного выравнивания гистограммы с ограниченной контрастностью. Наконец, изображение HSI преобразуется обратно в изображение RGB. [8-10]

Чтобы оценить эффективность предложенного метода, были проведены эксперименты с цветными изображениями, искаженными туманом, к которым было применено обнаружение краев изображения.

Результаты данного метода представлены на рисунке 5.



Рисунок 5 - Метод на основе адаптивного выравнивания гистограммы с ограничением контраста

Для динамических погодных условий в работе [11] Jeremie Bossu, Nicolas Hautiere, Jean-Philippe Tarel используют классическое вычитание фона. В своей работе они представили систему, основанную на компьютерном зрении. Данная система обнаруживает присутствие дождя или снега. Чтобы отделить передний план от фона в последовательностях изображений, используется классическая модель Гауссовской смеси. Модель переднего плана служит для обнаружения дождя и снега, поскольку это динамические погодные явления. Предлагаются правила выбора, основанные на фотометрии и размере, чтобы выбрать возможные полосы дождя. Затем вычисляется гистограмма ориентации полос дождя или снега, оцененная методом геометрических моментов, которая, как предполагается, соответствует модели однородной Гауссовской смеси. Гауссово распределение представляет ориентацию дождя или снега, тогда как равномерное распределение представляет ориентацию шума. Для разделения используется алгоритм максимизации ожидания. После проверки соответствия гауссовское распределение сглаживается во времени, а его амплитуда позволяет определить наличие дождя или снега. Когда обнаруживается присутствие дождя или снега, гистограмма ориентации полос дождя или снега позволяет обнаруживать пиксели дождя или снега на изображениях переднего плана и оценивать интенсивность дождевых или снежных осадков. На рисунке 6 представлено описание алгоритма.

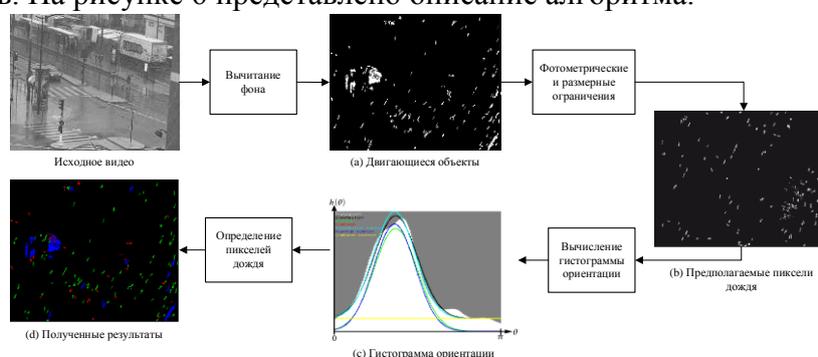
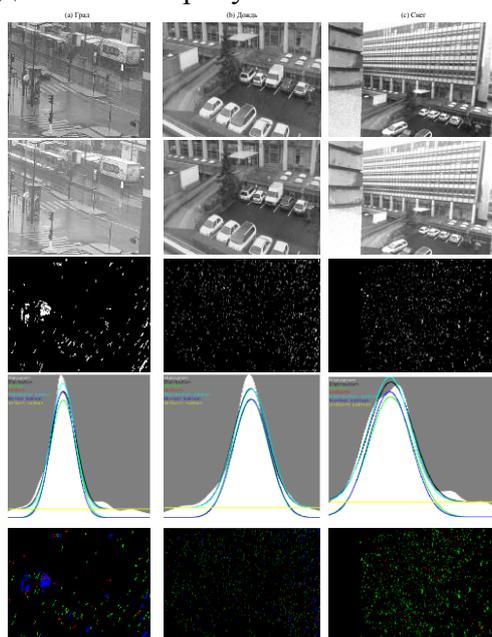


Рисунок 6 - Процесс обнаружения дождя, примененный к видео

(a) обнаружение движущихся объектов путем вычитания фона; (b) сегментация возможных пикселей дождя путем применения правил выбора размера и фотометрических параметров; (c) вычисление гистограммы ориентации полос путем накопления ориентации, полученной методом геометрических моментов различных связанных компонентов; решение о наличии дождя принимается на основе временной стабильности, а также формы гистограммы ориентации полос; (d) обнаружение пикселей дождя с помощью гистограммы ориентации полос[12-14].

Работа алгоритма представлена на рисунке 7.



**Рисунок 7 - Демонстрация работы разработанного алгоритма
Первый ряд: исходное изображение.**

Второй ряд: Фон.

Третий ряд: Движущиеся элементы.

Четвертый ряд: область поиска объектов с разными кривыми.

Пятая строка: обнаружение пикселей дождя (пиксели дождя показаны зеленым, пиксели шума - красным, а объекты, отфильтрованные по правилу выбора размера, - синим).

Методы удаления погодных явлений, основанные на обучении и нечеткой логике

В настоящее время методы удаления дождя с видео изучаются более активно, нежели удаление дождя с единичного изображения. В статье [15] Yihong Lu, Jianyong Cai, Hua Zheng, Yuanqiang Zeng, предложили метод удаления дождя с одного изображения, основанный на метаобучении, под названием «MetaDerainNet». Данный метод успешно удаляет различные полосы дождя с одного изображения. На основе структуры метаобучения без привязки к моделям они изменили методы выборки наборов данных и реализовали преобразование из одномерных данных в двухмерные изображения. При извлечении карт характеристик изображений дождя авторы статьи заменили два скрытых слоя на структуру световой сети с пятью сверточными слоями. Алгоритм метаобучения использовался в сети для удаления дождя методом метаобучения, чтобы сеть с сильной способностью к обобщению могла быстро научиться справляться с полосами дождя при различном угле освещения и разнообразной окружающей среде. Эксперименты на реальных изображениях дождя представленные в работе показывают, что предложенный метод может эффективно удалять полосы дождя в различных условиях.

В 2017 году был предложен новый метод метаобучения, названный – метаобучение без привязки к моделям. Данный алгоритм может оптимизировать параметры модели с помощью множества задач. Таким образом, параметры чувствительны к функции потерь, и модель может достичь хорошего результата при решении новых задач всего за небольшое количество шагов градиента. Кроме того, алгоритм может быть применен к любой сети, обученной алгоритмом градиентного спуска. Большое количество экспериментов показывает, что метаобучение без привязки к моделям достиг хороших результатов в регрессии, классификации и обучении с подкреплением. Тем не менее, большинство текущих исследований данного алгоритма сосредоточено на задачах классификации изображений, и сравнительно мало исследований, посвященных задачам регрессии [16-19]. На Рисунке 8 показано исходное изображение с дождем и чистое изображение дождя без дождя, обработанное Meta-DreainNet.



Рисунок 8 - Визуальное сравнение изображения дождя и результата предложенного метода

(a) оригинальное изображение с дождем; (b) обработанное изображение без дождя.

Чтобы оценить эффект метаобучения, авторы использовали обычные параметры для процесса обновления вместо алгоритмов метаобучения, результаты показаны на рисунке 9. Он показывает, что использование методов метаобучения может значительно улучшить способность сети распознавать полосы дождя. Обычное обновление не может эффективно удалить полосы дождя на изображениях с нормальным, ярким и темным освещением. Иногда может вызвать чрезмерное сглаживание. Однако данный метод позволяет эффективно удалять следы дождя [20-22].

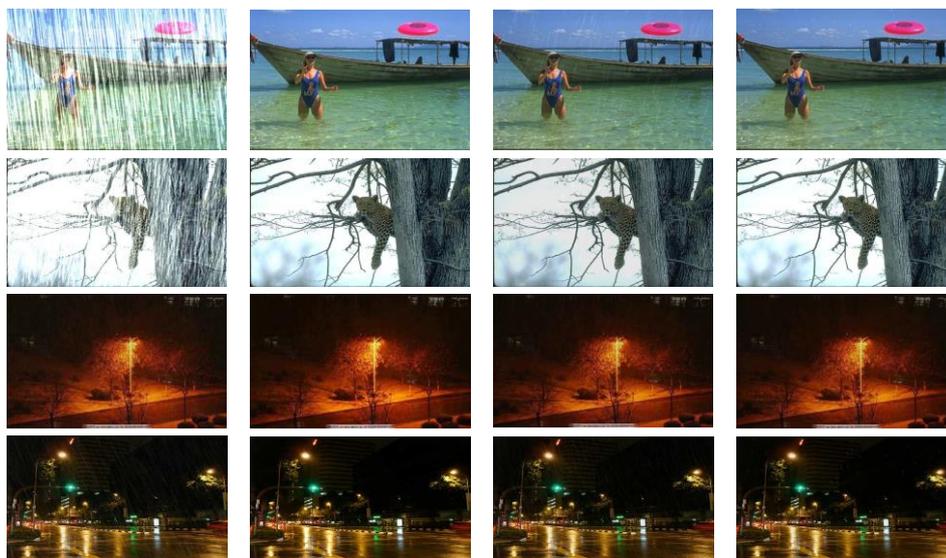
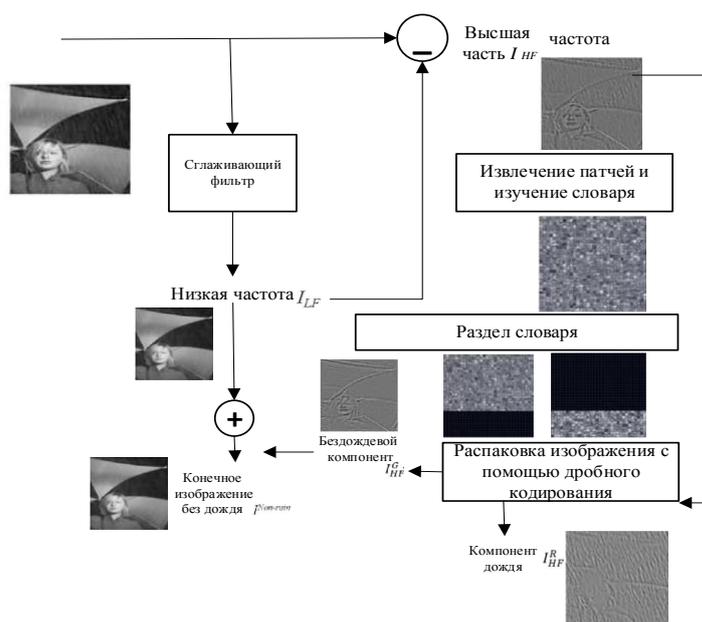


Рисунок 9 - Сравнение результатов удаления полос дождя на изображениях дождя в различных условиях

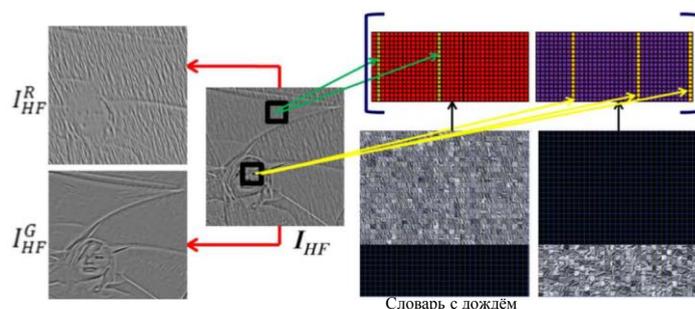
(а) нормальное изображение небольшого дождя; б- яркий небольшой дождь изображение; с, d- изображение дождя в темное время суток [23-26].

Следует отметить, что разделение и удаление полос дождя из не дождевой части в одном кадре - нетривиальная работа, так как полосы дождя обычно сильно смешиваются с ненадежной частью, что делает разложение не дождевой части очень сложной задачей. В работе [27] предлагается структура удаления полос дождя на основе одного изображения, формулируя удаление полос дождя как задачу декомпозиции изображения на основе анализа морфологических компонентов. В данном методе изображение сначала разлагается на низкочастотную и высокочастотную части с помощью двустороннего фильтра. Затем высокочастотная часть разлагается на «компонент дождя» и «компонент без дождя» путем выполнения изучения словаря и разреженного кодирования на основе морфологического компонентного анализа [28-30]. В следствии этого дождь может быть удален с изображения при этом сохраняя геометрические детали в одном кадре.

На рисунке 10 показана блок-схема метода и пример использования словарей. На рисунке 11 показаны поэтапные результаты работы алгоритма.



а)



b)

Рисунок 10 - (а) Блок-схема предлагаемого метода удаления полос дождя, (б) Иллюстрация предложенного метода, основанного на двух обученных словарях

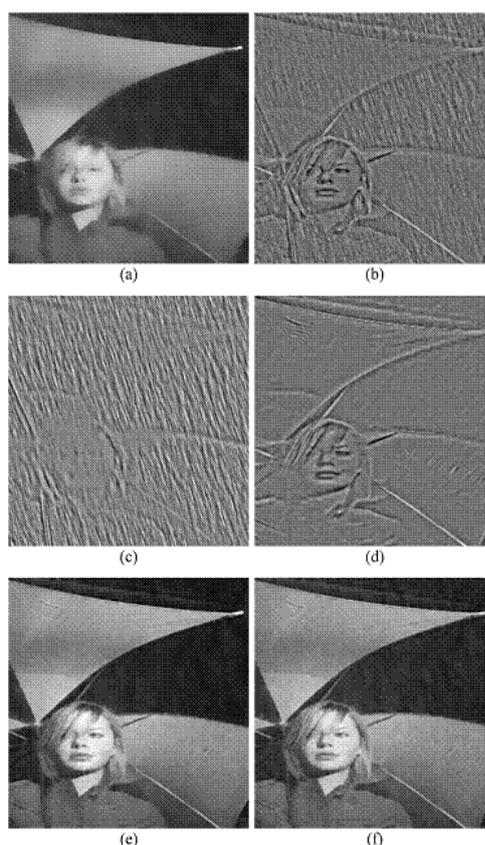


Рисунок 11 - Пошаговые результаты предлагаемого процесса удаления полос дождя

(а) низкочастотная часть изображения дождя, полученная применением билатерального фильтра ($VIF=0.33$); (б) высокочастотная составляющая; (с) дождевая компонента; (д) геометрическая компонента. Комбинацией (д) и низкочастотной составляющей получается: (е) изображение без дождя ($VIF = 0.50$, $\mu = 0.6970$); (ф) изображение без дождя с расширенным словарем DE ($VIF = 0.52$).

Существующие работы в этой области удаления погодных эффектов в основном сосредоточены на улучшении качества видео с высоким разрешением или неподвижных изображений. На данный момент разработано не так много алгоритмов для улучшения видео или изображений с низким качеством, высоким уровнем шума и артефактами сжатия. Кроме того, в условиях снега или дождя качество изображения переднего плана ухудшается из-за затемнения видимых снежинок и капель дождя, в то время как качество изображения заднего плана ухудшается из-за затемнения снежинок или капель дождя, похожих на туман. Разработано очень мало алгоритмов повышения качества для решения обеих проблем[31-35].

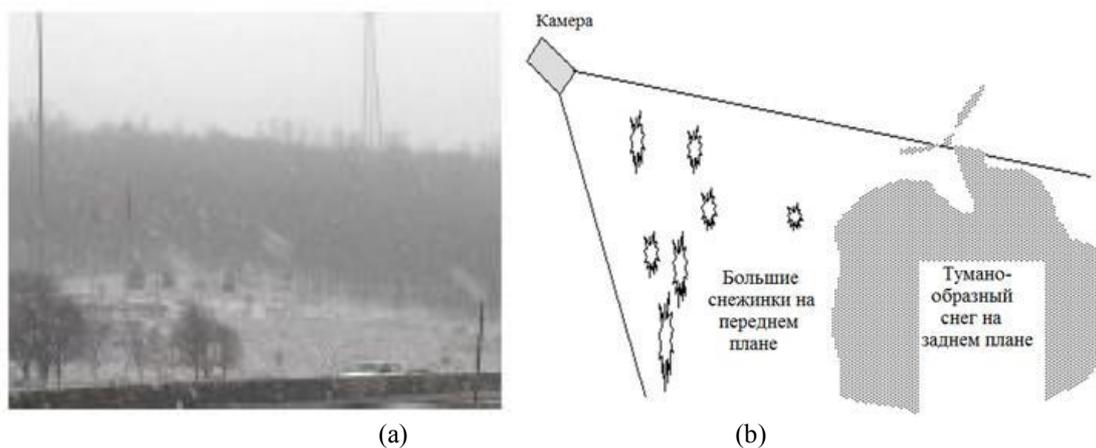


Рисунок 12 - (а)Изображение с сильным снегом; (б) Две основные проблемы, которые необходимо решить для видеонаблюдения в плохих погодных условиях

Zhen Jia, Hongcheng Wang, Rodrigo Caballero, Ziyou Xiong, Jianwei Zhao and Alan Finn в своей работе [36] предложили новый алгоритм улучшения качества видео в условиях снега, тумана или сильного дождя. Предлагаемый алгоритм состоит из двух основных этапов:

1. Алгоритм улучшения переднего плана определяет пиксели затемнения, образованные снегом или дождем в обзоре переднего плана и удаляет эти пиксели как снежинки или капли дождя. В отличие от современных методов, алгоритм на этом этапе может обнаруживать снежинки на объекте переднего плана и на заднем плане и выбирать различные методы для заполнения удаленных областей.

2. Алгоритм улучшения заднего плана восстанавливает информацию о контрасте изображения не только для выявления большего количества деталей на заднем плане, но и для улучшения общего качества изображения. На этом этапе предлагаемый алгоритм адаптивно увеличивает глобальный и локальный контраст, который основывается на зрительной системе человека, и учитывает воспринимаемую чувствительность к шуму, артефактам сжатия и текстуре содержимого изображения. По результатам обширного тестирования предлагаемый подход значительно улучшает визуальное качество видеонаблюдения за счет удаления эффектов снега, тумана и дождя [37-45].

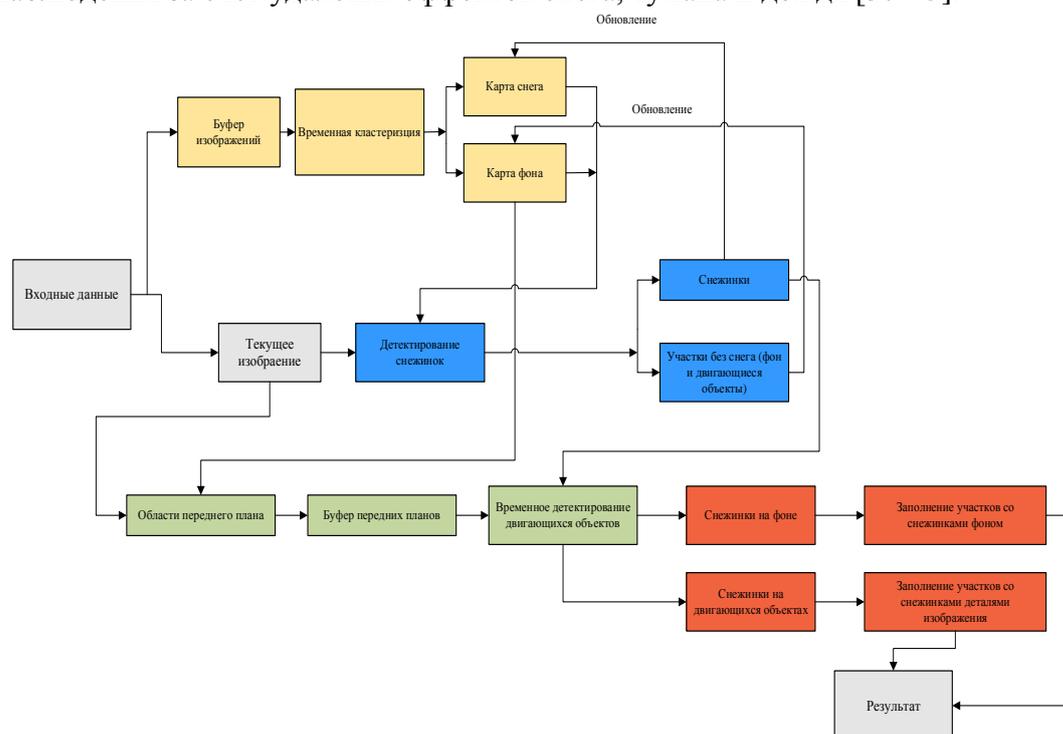


Рисунок 13 - Диаграмма предлагаемого метода удаления снежинок/дождевых капель

Разными цветами обозначены разные основные компоненты алгоритма. Серый цвет: вход-выход; желтый: обучение; синий: детектирование снежинок/капель дождя; зеленый: временное детектирование объектов фона; красный: удаление снежинок/капель дождя и заполнение этих участков.

Рисунок 13 Блок-схема предлагаемого алгоритма удаления снежинок / капель дождя. Разные цвета обозначают различные компоненты алгоритма. Серый: входная и выходная часть алгоритма; Желтый: обучающая часть алгоритма; Синий: детектор снежинок / капель дождя; Зеленый: часть обнаружения объектов временного переднего плана; Красный: снежинки / капли дождя, удаленные области, заполняющие часть [46-50].

Заключение

В данной работе нами были исследованы методы улучшения визуального качества изображений и видео в неблагоприятных погодных условиях. При детальном исследовании каждого метода мы пришли к следующим выводам:

1) методы, использующие физические модели, очень эффективны, но имеют большую вычислительную сложность, то есть могут быть использованы только в качестве постобработки изображений и видео.

2) Методы, работающие с единичным изображением, можно распространить на последовательность изображений, но тогда вычислительная сложность тоже резко возрастает.

3) Более простые методы выравнивания гистограмм подходят только для статичных погодных условий.

4) Методы основанные на нейронных сетях являются более быстрыми и перспективными в силу возможности распараллеливания информации и обучения. Данный метод подходит для решения более сложных задач, тем самым позволяя удалить как динамичные погодные явления, так и статичные.

5) Так же большинство предлагаемых методов работают с изображениями хорошего качества и с большим разрешением, что и позволяет им детектировать снег и дождь. В свою очередь такие требования не выполняются для кадров систем видеонаблюдения обычно не очень высокого качества, с шумом и артефактами сжатия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kshitiz Garg, Shree K. Nayar. Detection and Removal of Rain from Videos. Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (1), July 2004, pp. 528–535.
2. G. Doretto, A. Chiuso, Y.N. Wu, and S. Soatto. Dynamic textures. IJCV, 51(2):91–109, 2003.
3. K. Garg and S. K. Nayar. Photometric Model for Raindrops. Columbia University Technical Report, 2003.
4. Peter Barnum, Takeo Kanade, Srinivasa G Narasimhan. Spatio-Temporal Frequency Analysis for Removing Rain and Snow from Videos. International Journal of Computer Vision (86), Issue 2, January 2010, pp 256-274.
5. K. Garg and S. K. Nayar. When does a camera see rain? In ICCV, 2005.
6. K. Garg and S. K. Nayar. Photorealistic rendering of rain streaks. In SIGGRAPH, 2006.
7. Z. Xu, X. Liu and N. Ji, "Fog Removal from Color Images using Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization," 2009 2nd International Congress on Image and Signal Processing, 2009, pp. 1-5, doi: 10.1109/CISP.2009.5301485.
8. Robby T. Tan, "Visibility in Bad Weather from a Single Image", Computer Vision and Pattern Recognition, 2008, pp. 1-8.
9. Robby T. Tan, Niklas Pettersson and Lars Petersson, "Visibility Enhancement for Roads with Foggy or Hazy Scenes", Proceedings of the 2007 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, 2007, pp.19-24.

10. Dongjun Kim, Changwon Jeon, Bonghyup Kang and Hanseok Ko, "Enhancement of Image Degraded by Fog Using Cost Function Based on Human Visual Model", Proceedings of IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems, 2008, pp. 64-67.
11. Nicolas Hautière, Jean-Philippe Tarel. Rain or Snow Detection in Image Sequences Through Use of a Histogram of Orientation of Streaks. *International Journal of Computer Vision* 93(3), July 2011, pp 348-367.
12. N. Jacobs, B. W., N. Fridrich, A. Abrams, K. Miskell, B. Brswell A. Richardson, R. Pless, The global network of outdoor webcams: Properties and applications, in: ACM International Conference on Advances in Geographic Information Systems, 2009.
13. P. Barnum, S. Narasimhan, T. Kanade, Analysis of rain and snow in frequency space, *International Journal of Computer Vision* 86 (2-3) (2010) 256–274.
14. J.-P. Tarel, N. Hautière, Fast visibility restoration from a single color or gray level image, in: IEEE International Conference on Computer Vision, 2009, pp. 2201–2208.
15. Y. Lu, J. Cai, H. Zheng and Y. Zeng, "A Deep Meta-Learning Neural Network for Single Image Rain Removal," 2020 13th International Congress on Image and Signal Processing, BioMedical Engineering and Informatics (CISP-BMEI), 2020, pp. 231-237, doi: 10.1109/CISP-BMEI51763.2020.9263524.
16. S. Gupta and R. K. Sunkaria, "Real-time salt and pepper noise removal from medical images using a modified weighted average filtering," 2017 Fourth International Conference on Image Information Processing (ICIIP), Shimla, 2017, pp. 1-6.
17. L.-F. Shi et al., "Removing haze papers from single image via exponential inference with support vector data description," *IEEE Trans. Multimedia*, vol. 20, no. 9, pp. 2503–2512, Sep. 2018.
18. K. Zhang, W. Zuo, Y. Chen, D. Meng and L. Zhang, "Beyond a Gaussian Denoiser: Residual Learning of Deep CNN for Image Denoising," in *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 26, no. 7, pp. 3142-3155, July 2017.
19. H. Zhang and V. M. Patel, "Density-Aware Single Image De-raining Using a Multi-stream Dense Network," 2018 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Salt Lake City, UT, 2018, pp. 695-704.
20. W. Yang, R. T. Tan, J. Feng, Z. Guo, S. Yan and J. Liu, "Joint rain detection and removal from a single image with contextualized deep networks," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 42, no. 6, pp. 1377-1393, 1 June 2020.
21. L. Shen, Z. Yue, Q. Chen, F. Feng and J. Ma, "Deep joint rain and haze removal from a single image," 24th International Conference on Pattern Recognition (ICPR), Beijing, 2018, pp. 2821-2826.
22. X. Fu, J. Huang, X. Ding, Y. Liao and J. Paisley, "Clearing the skies: a deep network architecture for single-image rain removal," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 26, no. 6, pp. 2944-2956, June 2017.
23. X. Fu, J. Huang, X. Ding, Y. Liao, and J. Paisley, "Removing rain from single images via a deep detail network," *Proc. IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit*, Jul. 2017, pp. 1715–1723.
24. Li X, Wu J, Lin Z, et al. "Recurrent squeeze-and-excitation context aggregation net for single image deraining," Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV), 2018, pp.254-269. Authorized licensed.
25. V. Santhaseelan and V. K. Asari, "Utilizing local phase information to remove rain from video," *International Journal on Computer Vision*, vol. 112, no. 1, pp. 71–89, 2015
26. P. C. Barnum, S. Narasimhan, and T. Kanade, "Analysis of rain and snow in frequency space," *Int. J. Comput. Vis.*, vol. 86, no. 2–3, pp.256–274, 2010.
27. Automatic Single-Image-Based Rain Streaks Removal via Image Decomposition, *IEEE Transactions on Image Processing* (21), No. 4, April 2012, pp. 1742-1755.

28. X. Zhang, H. Li, Y. Qi, W. K. Leow, and T. K. Ng, "Rain removal in video by combining temporal and chromatic properties," in Proc. IEEE Int. Conf. Multimedia Expo., Toronto, ON, Canada, Jul. 2006, pp. 461-464.
29. N. Brewer and N. Liu, "Using the shape characteristics of rain to identify and remove rain from video," Lecture Notes Comput. Sci., vol. 5342/2008, pp. 451-458, 2008.
30. J. Bossu, N. Hautière, and J. P. Tarel, "Rain or snow detection in image sequences through use of a histogram of orientation of streaks," Int. J. Comput. Vis., vol. 93, no. 3, pp. 348-367, Jul. 2011.
31. M. S. Shehata, J. Cai, W. M. Badawy, T. W. Burr, M. S. Pervez, R. J. Johannesson, and A. Radmanesh, "Video-based automatic incident detection for smart roads: The outdoor environmental challenges regarding false alarms," IEEE Trans. Intell. Transp. Syst., vol. 9, no. 2, pp. 349-360, Jun. 2008.
32. M. Roser and A. Geiger, "Video-based raindrop detection for improved image registration," in IEEE Int. Conf. Comput. Vis. Workshops, Kyoto, Sep. 2009, pp. 570-577.
33. J. C. Halimeh and M. Roser, "Raindrop detection on car windshields using geometric-photometric environment construction and intensitybased correlation," in Proc. IEEE Intell. Veh. Symp., Xi' an, China, Jun. 2009, pp. 610-615. Google Goggles [Online]. Available: <http://www.google.com/mobile/goggles/>
34. D. G. Lowe, "Distinctive image features from scale-invariant keypoints," Int. J. Comput. Vis., vol. 60, no. 2, pp. 91-110, Nov. 2004.
35. H. Baya, A. Essa, T. Tuytelaarsb, and L. V. Gool, "Speeded-up robus features (SURF)," Comput. Vis. Image Understand., vol. 110, no. 3, pp. 346-359, Jun. 2008.
36. Zhen Jia, Hongcheng Wang, Rodrigo Caballero, Ziyong Xiong, Jianwei Zhao, Alan Finn. A Two-Step Approach to See-Through Bad Weather for Surveillance Video Quality Enhancement. Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation (23), Issue 6, November 2012, pp 1059-1082.
37. R. Dale-Jones and T. Tjahjadi. A study and modification of the local histogram equalization algorithm. Pattern Recognition, 26(9):1373- 1381, 2007. D. Forsyth and J. Ponce. Computer Vision: A Modern Approach. Prentice Hall, 2003.
38. A. Golan and A. Levy. Method of adaptive image contrast enhancement. US Patent 20070031055.
39. R. C. Gonzalez and R. E. Woods. Digital Image Processing. Prentice Hall, 2001.
40. K. He, J. Sun, and X. Tang. Single image haze removal using dark channel prior. In Proceedings of 2009 IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), July 2009.
41. Z. Jia, H. Wang, R. Caballero, Z. Xiong, J. Zhao and A. Finn. Realtime content adaptive contrast enhancement for see-through fog and rain. In Proceedings of 2009 IEEE International Conference on International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), pages 1378-1381, March 2010. H. Malm, M. Oskarsson, E. Warrant, P. Clarberg, J. Hasselgren, and C. Lejdfors. Adaptive enhancement and noise reduction in very low light-level video. In Proceedings of IEEE 11th International Conference on Computer vision, pages 1-8, October 2007.
42. S. Narasimhan and S. Nayar. Contrast Restoration of Weather Degraded Images. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 25(6):713-724, Jun 2003.
43. M. Piccardi. Background subtraction techniques: a review. In Proceedings of 2004 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, pages 3099-3104, October 2004.
44. A. M. Reza. Realization of the contrast limited adaptive histogram equalization (clahe) for real-time image enhancement. The Journal of VLSI Signal Processing, 38(1):35-44, 2004.

45. S. Roth and M. J. Black. Fields of experts: A framework for learning image priors. In Proceedings of 2005 IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pages 860-867, June 2005.
46. R. S. Szeliski. Locally adapted histogram equalization. US Patent 6650774.
47. R. T. Tan. Visibility in bad weather from a single image. In Proceedings of IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2008), June 2008.
48. Y. Tian, Q. Wan, and F. Wu. Local histogram equalization based on the minimum brightness error. In Proceedings of The Fourth International Conference on Image and Graphics, pages 58-61, August 2007.
49. Q. Wang and R. Ward. Fast image/video contrast enhancement based on weighted thresholded histogram equalization. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 53(2):757-764, May 2007.
50. X. Zhang, H. Li, Y. Qi, W. K. Leow, and T. K. Ng. Rain removal in video by combining temporal and chromatic properties. In Proceedings of 2006 IEEE International Conference on Multimedia and Expo, pages 461-464, July 2006.

REFERENCES

1. Kshitiz Garg, Shree K. Nayar. Detection and Removal of Rain from Videos. Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (1), July 2004, pp. 528-535.
2. G. Doretto, A. Chiuso, Y.N. Wu, and S. Soatto. Dynamic textures. IJCV, 51(2):91-109, 2003.
3. K. Garg and S. K. Nayar. Photometric Model for Raindrops. Columbia University Technical Report, 2003.
4. Peter Barnum, Takeo Kanade, Srinivasa G Narasimhan. Spatio-Temporal Frequency Analysis for Removing Rain and Snow from Videos. International Journal of Computer Vision (86), Issue 2, January 2010, pp 256-274.
5. K. Garg and S. K. Nayar. When does a camera see rain? In ICCV, 2005.
6. K. Garg and S. K. Nayar. Photorealistic rendering of rain streaks. In SIGGRAPH, 2006.
7. Z. Xu, X. Liu and N. Ji, "Fog Removal from Color Images using Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization," 2009 2nd International Congress on Image and Signal Processing, 2009, pp. 1-5, doi: 10.1109/CISP.2009.5301485.
8. Robby T. Tan, "Visibility in Bad Weather from a Single Image", Computer Vision and Pattern Recognition, 2008, pp. 1-8.
9. Robby T. Tan, Niklas Pettersson and Lars Petersson, "Visibility Enhancement for Roads with Foggy or Hazy Scenes", Proceedings of the 2007 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, 2007, pp.19-24.
10. Dongjun Kim, Changwon Jeon, Bonghyup Kang and Hanseok Ko, "Enhancement of Image Degraded by Fog Using Cost Function Based on Human Visual Model", Proceedings of IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems, 2008, pp. 64-67.
11. Nicolas Hautière, Jean-Philippe Tarel. Rain or Snow Detection in Image Sequences Through Use of a Histogram of Orientation of Streaks. International Journal of Computer Vision 93(3), July 2011, pp 348-367.
12. N. Jacobs, B. W., N. Fridrich, A. Abrams, K. Miskell, B. Brswell A. Richardson, R. Pless, The global network of outdoor webcams: Properties and applications, in: ACM International Conference on Advances in Geographic Information Systems, 2009.
13. P. Barnum, S. Narasimhan, T. Kanade, Analysis of rain and snow in frequency space, International Journal of Computer Vision 86 (2-3) (2010) 256-274.

14. J.-P. Tarel, N. Hautière, Fast visibility restoration from a single color or gray level image, in: IEEE International Conference on Computer Vision, 2009, pp. 2201–2208.
15. Y. Lu, J. Cai, H. Zheng and Y. Zeng, "A Deep Meta-Learning Neural Network for Single Image Rain Removal," 2020 13th International Congress on Image and Signal Processing, BioMedical Engineering and Informatics (CISP-BMEI), 2020, pp. 231-237, doi: 10.1109/CISP-BMEI51763.2020.9263524.
16. S. Gupta and R. K. Sunkaria, "Real-time salt and pepper noise removal from medical images using a modified weighted average filtering," 2017 Fourth International Conference on Image Information Processing (ICIIP), Shimla, 2017, pp. 1-6.
17. L.-F. Shi et al., "Removing haze papers from single image via exponential inference with support vector data description," IEEE Trans. Multimedia, vol. 20, no. 9, pp. 2503–2512, Sep. 2018.
18. K. Zhang, W. Zuo, Y. Chen, D. Meng and L. Zhang, "Beyond a Gaussian Denoiser: Residual Learning of Deep CNN for Image Denoising," in IEEE Transactions on Image Processing, vol. 26, no. 7, pp. 3142-3155, July 2017.
19. H. Zhang and V. M. Patel, "Density-Aware Single Image De-raining Using a Multi-stream Dense Network," 2018 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Salt Lake City, UT, 2018, pp. 695-704.
20. W. Yang, R. T. Tan, J. Feng, Z. Guo, S. Yan and J. Liu, "Joint rain detection and removal from a single image with contextualized deep networks," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 42, no. 6, pp. 1377-1393, 1 June 2020.
21. L. Shen, Z. Yue, Q. Chen, F. Feng and J. Ma, "Deep joint rain and haze removal from a single image," 24th International Conference on Pattern Recognition (ICPR), Beijing, 2018, pp. 2821-2826.
22. X. Fu, J. Huang, X. Ding, Y. Liao and J. Paisley, "Clearing the skies: a deep network architecture for single-image rain removal," IEEE Transactions on Image Processing, vol. 26, no. 6, pp. 2944-2956, June 2017.
23. X. Fu, J. Huang, X. Ding, Y. Liao, and J. Paisley, "Removing rain from single images via a deep detail network," Proc. IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit, Jul. 2017, pp. 1715–1723.
24. Li X, Wu J, Lin Z, et al. "Recurrent squeeze-and-excitation context aggregation net for single image deraining," Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV), 2018, pp.254-269. Authorized licensed.
25. V. Santhaseelan and V. K. Asari, "Utilizing local phase information to remove rain from video," International Journal on Computer Vision, vol. 112, no. 1, pp. 71–89, 2015
26. P. C. Barnum, S. Narasimhan, and T. Kanade, "Analysis of rain and snow in frequency space," Int. J. Comput. Vis., vol. 86, no. 2–3, pp.256–274, 2010.
27. Automatic Single-Image-Based Rain Streaks Removal via Image Decomposition, IEEE Transactions on Image Processing (21), No. 4, April 2012, pp. 1742-1755.
28. X. Zhang, H. Li, Y. Qi, W. K. Leow, and T. K. Ng, "Rain removal in video by combining temporal and chromatic properties," in Proc. IEEE Int. Conf. Multimedia Expo., Toronto, ON, Canada, Jul. 2006, pp. 461-464.
29. N. Brewer and N. Liu, "Using the shape characteristics of rain to identify and remove rain from video," Lecture Notes Comput. Sci., vol. 5342/2008, pp. 451-458, 2008.
30. J. Bossu, N. Hautière, and J. P. Tarel, "Rain or snow detection in image sequences through use of a histogram of orientation of streaks," Int. J. Comput. Vis., vol. 93, no. 3, pp. 348-367, Jul. 2011.
31. M. S. Shehata, J. Cai, W. M. Badawy, T. W. Burr, M. S. Pervez, R. J. Johannesson, and A. Radmanesh, "Video-based automatic incident detection for smart roads: The outdoor environmental challenges regarding false alarms," IEEE Trans. Intell. Transp. Syst., vol. 9, no. 2, pp. 349-360, Jun. 2008.

32. M. Roser and A. Geiger, "Video-based raindrop detection for improved image registration," in IEEE Int. Conf. Comput. Vis. Workshops, Kyoto, Sep. 2009, pp. 570-577.
33. J. C. Halimeh and M. Roser, "Raindrop detection on car windshields using geometric-photometric environment construction and intensitybased correlation," in Proc. IEEE Intell. Veh. Symp., Xi' an, China, Jun. 2009, pp. 610-615. Google Goggles [Online]. Available: <http://www.google.com/mobile/goggles/>
34. D. G. Lowe, "Distinctive image features from scale-invariant keypoints," Int. J. Comput. Vis., vol. 60, no. 2, pp. 91-110, Nov. 2004.
35. H. Baya, A. Essa, T. Tuytelaarsb, and L. V. Gool, "Speeded-up robus features (SURF)," Comput. Vis. Image Understand., vol. 110, no. 3, pp. 346-359, Jun. 2008.
36. Zhen Jia, Hongcheng Wang, Rodrigo Caballero, Ziyu Xiong, Jianwei Zhao, Alan Finn. A Two-Step Approach to See-Through Bad Weather for Surveillance Video Quality Enhancement. Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation (23), Issue 6, November 2012, pp 1059-1082.
37. R. Dale-Jones and T. Tjahjadi. A study and modification of the local histogram equalization algorithm. Pattern Recognition, 26(9):1373- 1381, 2007. D. Forsyth and J. Ponce. Computer Vision: A Modern Approach. Prentice Hall, 2003.
38. A. Golan and A. Levy. Method of adaptive image contrast enhancement. US Patent 20070031055.
39. R. C. Gonzalez and R. E. Woods. Digital Image Processing. Prentice Hall, 2001.
40. K. He, J. Sun, and X. Tang. Single image haze removal using dark channel prior. In Proceedings of 2009 IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), July 2009.
41. Z. Jia, H. Wang, R. Caballero, Z. Xiong, J. Zhao and A. Finn. Realtime content adaptive contrast enhancement for see-through fog and rain. In Proceedings of 2009 IEEE International Conference on International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), pages 1378-1381, March 2010. H. Malm, M. Oskarsson, E. Warrant, P. Clarberg, J. Hasselgren, and C. Lejdfors. Adaptive enhancement and noise reduction in very low light-level video. In Proceedings of IEEE 11th International Conference on Computer vision, pages 1-8, October 2007.
42. S. Narasimhan and S. Nayar. Contrast Restoration of Weather Degraded Images. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 25(6):713-724, Jun 2003.
43. M. Piccardi. Background subtraction techniques: a review. In Proceedings of 2004 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, pages 3099-3104, October 2004.
44. A. M. Reza. Realization of the contrast limited adaptive histogram equalization (clahe) for real-time image enhancement. The Journal of VLSI Signal Processing, 38(1):35-44, 2004.
45. S. Roth and M. J. Black. Fields of experts: A framework for learning image priors. In Proceedings of 2005 IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pages 860-867, June 2005.
46. R. S. Szeliski. Locally adapted histogram equalization. US Patent 6650774.
47. R. T. Tan. Visibility in bad weather from a single image. In Proceedings of IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2008), June 2008.
48. Y. Tian, Q. Wan, and F. Wu. Local histogram equalization based on the minimum brightness error. In Proceedings of The Fourth International Conference on Image and Graphics, pages 58-61, August 2007.
49. Q. Wang and R. Ward. Fast image/video contrast enhancement based on weighted thresholded histogram equalization. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 53(2):757-764, May 2007.

50. X. Zhang, H. Li, Y. Qi, W. K. Leow, and T. K. Ng. Rain removal in video by combining temporal and chromatic properties. In Proceedings of 2006 IEEE International Conference on Multimedia and Expo, pages 461-464, July 2006.

ОБ АВТОРАХ/ ABOUT THE AUTHORS

Ляхов Павел Алексеевич – заведующий кафедрой математического моделирования института математики и информационных технологий имени профессора Н.И. Червякова ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет» (СКФУ), кандидат физико-математических наук, доцент. 357736 Россия, Ставропольский край, г. Ставрополь, ул. Серова 327, моб. тел. 8-962-028-72-14, E-mail: ljahov@mail.ru

Lyakhov Pavel Alekseyevich, Head 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), candidate of physical and mathematical Sciences, associate Professor. Address: 357736, Russia, Stavropol, Stavropol, Serova str., 327, mobile phone 8-962-028-72-14, E-mail: ljahov@mail.ru

Лютова Виолетта Владимировна – аспирант, кафедры математического моделирования института математики и информационных технологий имени профессора Н.И. Червякова ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет». 355000, Россия, Ставропольский край, г. Ставрополь, ул. Доваторцев дом 25, тел. 8-928-936-02-66, E-mail: masaevavioletta@yandex.ru.

Liutova Violetta Vladimirovna, post-graduate student, Department of mathematical modeling, Institute of mathematics and information technologies named after Professor N. I. Chervyakov, North Caucasus Federal University, Stavropol, 355000, Russia, Dovatorstev str., 25, tel. 8-928-936-02-66, E-mail: masaevavioletta@yandex.ru

Ионисян Андрей Сергеевич – доцент кафедры математического моделирования института математики и информационных технологий имени профессора Н.И. Червякова ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет» (СКФУ), кандидат физико-математических наук. 357736 Россия, Ставропольский край, г. Ставрополь, ул. Социалистическая 10, моб. тел. 8-962-028-72-14, E-mail: asion@mail.ru

Ionisyan Andrey Sergeevich, associate Professor, Department of mathematical modeling, Institute of mathematics and information technologies named after Professor N. I. Chervyakov, North Caucasus Federal University (NCFU), candidate of physical and mathematical Sciences. 357736 Russia, Stavropol, Sotsialisticheskaya str., 10, mobile phone 8-962-028-72-14, E-mail: asion@mail.ru

Оразаев Анзор Русланович – аспирант, кафедры математического моделирования института математики и информационных технологий имени профессора Н.И. Червякова ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет». 355000, Россия, Ставропольский край, г. Ставрополь, тел. 8-928-982-45-10, E-mail: aorazaev@ncfu.ru

Orazaev Anzor Ruslanovich, post-graduate student, Department of mathematical modeling, Institute of mathematics and information technologies named after Professor N. I. Chervyakov, North Caucasus Federal University, Stavropol, 355000, Russia, tel. 8-928-982-45-10, E-mail: aorazaev@ncfu.ru

Дата поступления в редакцию: 12.10.2022

После рецензирования: 13.11.2022

Дата принятия к публикации: 07.12.2022

В.А. Уткин [V.A. Utkin]¹,
Т.В. Кухарова [T.V. Kukharova]²

УДК 573.7: 519.711.2
DOI: 10.37493/2307-910X.2022.4.2

НЕСТАЦИОНАРНАЯ ФАРМАКОКИНЕТИКА НА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

NONSTATIONARY PHARMACOKINETICS ON A MATHEMATICAL MODEL

¹ *ФГБУ Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства России (Center for Biomedical Technologies of the North Caucasus Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency of Russia)*

² *Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation)*

Аннотация

На практике более востребованы алгоритмы и модели сорбции и десорбции веществ живым организмом, когда регулярное их поступление неизменно на всём интервале времени наблюдения. Таковы, как правило, условия экологии, вредных производств или длительное лечение хронических заболеваний. Но не менее интересен более общий, нестационарный случай, и не только по одному ингредиенту, поступающему в организм сообразно некоторой функции, но и тогда, когда их несколько и априори известный для каждого из них период полувыведения оказывается зависимым от того, какие из них и в каком количестве уже накоплены в организме. В данной работе на математической модели рассматривается наиболее общий случай вплоть до возможности не нарушающего гомеостаз активного вмешательства в метаболизм.

Ключевые слова: накопление и вывод веществ в организме, математическое моделирование.

Abstract

In practice, algorithms and models of sorption and desorption of substances by a living organism are more in demand, when their regular intake is unchanged throughout the observation time interval. As a rule, these are environmental conditions, harmful industries or long-term treatment of chronic diseases. But no less interesting is the solution of a more general, non-stationary multidimensional problem, including both the case of sorption and desorption in the body of one ingredient acting according to some function, and cases when several ingredients are involved in the process. At the same time, the half-life a priori known for each of them is considered dependent on the already accumulated amount of other substances in the body. In this paper, the most general case is investigated using a mathematical model, up to the possibility of active intervention in metabolism that does not violate homeostasis.

Key words: accumulation and withdrawal of substances in the body, mathematical modeling

Previously, we have shown how important the idea of the half-life of substances from the body is, especially in conditions of unfavorable ecology and hazardous industries [1-4]. The dynamics of accumulation and excretion of substances by a living organism, as disclosed in [4-6], does not always cause a favorable state of the organism, where homeostasis indicators are set according to the characteristics of the habitat. However, homeostasis itself, as one of the most important representations of a biological organization, is customarily studied in the context of a structural-functional approach, detailing it for a specific subject that to some extent has the corresponding properties, although, in our

opinion, no less interesting is its internal dynamics, in particular, the dynamics of accumulation and removal (more precisely, sorption and desorption) of substances by a living organism.

In 1964 by N. Rashevsky a model [5] was presented and studied in great detail, where the dynamics of the accumulation or loss of an ingredient in the body is considered as a manifestation of its ability to be released from a certain proportion of the substance in a certain time, even if there is a systematic, regular reinforcement in the form stationary, even a very small dose. More fully, in the development of such an approach, this is disclosed in the biophysics curriculum [6].

In our opinion, under stationary conditions, when the systematic intake of a substance into the body is unchanged over time, it is more convenient to use a discrete idea of the dose of a substance Δm per unit time.

Indeed, if it is known that some substance in the body is accumulated in the amount of M_0 and its half-life is T , then after time t , in the absence of its further intake into the body, the content will be equal to:

$$M_t = M_0 \cdot 2^{-t/T} \tag{1}$$

However, if at each time interval Δt the body additionally receives a dose of this substance equal to Δm , then its content initially turns out to be equal to

$$M_1 = (M_0 + \Delta m) \cdot 2^{-\Delta t/T}, \tag{2}$$

and on the time interval $t = n \Delta t$:

$$M_t = M_0 \cdot 2^{-t/T} + \Delta m \frac{1 - 2^{-t/T}}{1 - 2^{-\Delta t/T}} \tag{3}$$

Obviously, within

$$\lim_{t \rightarrow \infty} M_t = \frac{\Delta m}{1 - 2^{-\Delta t/T}} \tag{4}$$

The time to reach the limit can be found in comparison (3) and (4), based on the tolerance represented by the fraction of q from Δm :

$$abs(M_0 \cdot 2^{-t/T} + \Delta m \frac{1 - 2^{-t/T}}{1 - 2^{-\Delta t/T}} - \frac{\Delta m}{1 - 2^{-\Delta t/T}}) = q \Delta m,$$

where
$$t = T \log_2 \frac{abs(\frac{M_0}{\Delta m} - \frac{1}{1 - 2^{-\Delta t/T}})}{q} \tag{five}$$

In practice, it often becomes necessary to find the time t , during which M_t of the accumulated substance can be reached, if the following are known: initial saturation - M_0 , half-life - T and stationary dose - Δm . Transforming (3), we get:

$$t = T \log_2 \left(\frac{M_0 - \frac{\Delta m}{1 - 2^{-\Delta t/T}}}{M_t - \frac{\Delta m}{1 - 2^{-\Delta t/T}}} \right) = T \log_2 \left(\frac{M_0(1 - 2^{-\Delta t/T}) - \Delta m}{M_t(1 - 2^{-\Delta t/T}) - \Delta m} \right) \tag{6}$$

And when it is necessary to establish what the initial saturation was, if the time to reach the final one is known, from expression (3) we find:

$$M_0 = M_t - \Delta m \frac{1 - 2^{-t/T}}{1 - 2^{-\Delta t/T}} \cdot 2^{t/T} \tag{7}$$

And, of course, knowing M_0 and M_t , as well as the corresponding time interval - t , it is easy to find the value of the stationary dose - Δm :

$$\Delta m = (M_t - M_0 \cdot 2^{-t/T}) \frac{1 - 2^{-\Delta t/T}}{1 - 2^{-t/T}} . \quad (8)$$

If necessary, using the recursive representation of equation (6), you can also find the value of the half-life:

$$T = t / \log_2 \left(\frac{M_0(1 - 2^{-\Delta t/T}) - \Delta m}{M_t(1 - 2^{-\Delta t/T}) - \Delta m} \right) . \quad (9)$$

A, dividing both sides of equation (9) by T , we come to an expression that will allow us to interpret the result obtained in the form of the law of accumulation and withdrawal (or sorption and desorption) of substances by a living organism:

$$\frac{t}{T} / \log_2 \left(\frac{M_0(1 - 2^{-\Delta t/T}) - \Delta m}{M_t(1 - 2^{-\Delta t/T}) - \Delta m} \right) = 1 \text{ or } \frac{M_0(1 - 2^{-\Delta t/T}) - \Delta m}{M_t(1 - 2^{-\Delta t/T}) - \Delta m} = 2^{t/T} \quad (10)$$

Of course, the above calculations are not complicated and useful in practice, opening up the possibility of calculating the indicators necessary, in particular, for the control of drug therapy, laboratory and clinical trials in pharmacology, the corresponding calculations in experimental and clinical toxicology and forensic medicine, as well as for laboratory and field research by ecologists, but in practice we often deal not with some stable dose Δm , but with a time-dependent discrete function Δm_i , which characterizes the doses of a substance entering the body at each i -th time interval, or with a continuous function $m(t)$, which makes it possible to take into account the dynamics of the intake of a substance into the body in a more general formulation of the problem.

Let us first consider the case when the intake of a substance into the body can be represented by a time-discrete function Δm_i . An example of this can be a single contamination of a drinking water reservoir, where the content of a polluting ingredient decreases in accordance with an exponential or other continuous function, where the function of the intake of a substance into the body is discrete, determining the time and volume of fluid consumed. In this case, the amount of the substance in the body after the first time period will be equal to

$$M_{t=1} = \Delta m_0 \cdot 2^{-t/T} + \Delta m_1,$$

and after the second interval:

$$M_{t=2} = \Delta m_0 \cdot 2^{-t/T} + \Delta m_1 \cdot 2^{-(t-1)/T} + \Delta m_2,$$

after the third:

$$M_{t=3} = \Delta m_0 \cdot 2^{-t/T} + \Delta m_1 \cdot 2^{-(t-1)/T} + \Delta m_2 \cdot 2^{-(t-2)/T} + \Delta m_3, \dots$$

And as a result, the mass of a substance in the body after t intervals can be determined based on the following ratio:

$$M_t = \sum_{i=0}^t \Delta m_i \cdot 2^{-(t-i)/T} . \quad (11)$$

And if there is some amount of this substance M_0 accumulated in the body, we get:

$$M_t = M_0 \cdot 2^{-t/T} + \sum_{i=0}^t \Delta m_i \cdot 2^{-(t-i)/T} . \quad (12)$$

It is quite obvious that when the intake of a substance is characterized by a continuous function (for example, in conditions of industrial aggression, which entails environmental trouble in

the form of regularly manifested emissions into the air or water environment), the ratio for calculating the mass of a substance in the body at time t will take the following form:

$$M(t) = M(0) \cdot 2^{-t/T} + \int_0^t m(\tau) \cdot 2^{-(t-\tau)/T} d\tau. \quad (13)$$

And in approaching reality, of course, one should present the dynamics in multidimensional terms, for several ingredients with different characteristics at once, which is exemplified by living in ecologically unfavorable territories, and occupational hazards for workers in some industries, as well as both accidental and intentional due to necessity, active multicomponent interventions in metabolism. At the same time, the half-life for each of the substances entering the body should now be considered at least linearly dependent on the ratio of the accumulated mass of each of the others to the body weight, that is:

$$\left\{ \begin{array}{l} M_1(t) = M_1(0) \cdot 2^{-t/T_1(M_2, M_3, \dots, M_n, M_m)} + \int_0^t m_1(\tau) \cdot 2^{-(t-\tau)/T_1(M_2, M_3, \dots, M_n, M_m)} d\tau, \\ M_2(t) = M_2(0) \cdot 2^{-t/T_2(M_1, M_3, \dots, M_n, M_m)} + \int_0^t m_2(\tau) \cdot 2^{-(t-\tau)/T_2(M_1, M_3, \dots, M_n, M_m)} d\tau, \\ \dots \\ M_n(t) = M_n(0) \cdot 2^{-t/T_n(M_1, M_2, \dots, M_{n-1}, M_m)} + \int_0^t m_n(\tau) \cdot 2^{-(t-\tau)/T_n(M_1, M_2, \dots, M_{n-1}, M_m)} d\tau, \\ \frac{dT_1(M_2, M_3, \dots, M_n, M_m)}{dt} M_m(t) = a_{12} \cdot M_2(t) + a_{13} \cdot M_3(t) + \dots + a_{1n} \cdot M_n(t), \\ \frac{dT_2(M_1, M_3, \dots, M_n, M_m)}{dt} M_m(t) = a_{21} \cdot M_1(t) + a_{23} \cdot M_3(t) + \dots + a_{2n} \cdot M_n(t), \\ \dots \\ \frac{dT_n(M_1, M_2, \dots, M_{n-1}, M_m)}{dt} M_m(t) = a_{n1} \cdot M_1(t) + a_{n2} \cdot M_2(t) + \dots + a_{nn-1} \cdot M_{n-1}(t). \end{array} \right. \quad (14)$$

$M_i(t)$ is the mass of the i -th substance in the body at time t ;

$m_i(\tau)$ is a function that characterizes the dynamics of the intake of the i -th substance into the body;

$M_t(t)$ – body mass at time t ;

T_i – half-life of the i -th substance;

a_{ij} – coefficient characterizing the influence of the mass of the j -th substance in the body on the half-life of the i -th substance.

Undoubtedly, effective control that meets the goals of ensuring a stable image of homeostasis in a living system becomes possible from the standpoint of the theory of dynamic systems. Previously, we have shown the possibility of predicting discrete changes in each of the objective functions for known initial values of each of them and the magnitudes of the control and perturbing effects on the system [7].

Let us now consider the parameters of homeostasis as state variables, and drug therapeutic interventions and other substances entering the body and exerting an active influence on metabolism as input effects and describe the dynamics of the system:

$$\begin{cases} \frac{dx_1(t)}{dt} = a_{11} \cdot x_1(t) + a_{12} \cdot x_2(t) + \dots + a_{1k} \cdot x_k(t) + b_{11} \cdot M_1(t) + b_{12} \cdot M_2(t) + \dots + b_{1n} \cdot M_n(t), \\ \frac{dx_2(t)}{dt} = a_{21} \cdot x_1(t) + a_{22} \cdot x_2(t) + \dots + a_{2k} \cdot x_k(t) + b_{21} \cdot M_1(t) + b_{22} \cdot M_2(t) + \dots + b_{2n} \cdot M_n(t), \\ \dots \\ \frac{dx_k(t)}{dt} = a_{k1} \cdot x_1(t) + a_{k2} \cdot x_2(t) + \dots + a_{kk} \cdot x_k(t) + b_{k1} \cdot M_1(t) + b_{k2} \cdot M_2(t) + \dots + b_{kn} \cdot M_n(t), \end{cases} \quad (15)$$

where $x_i(t)$ is the value of the i -th homeostasis parameter at time t ,

$M_i(t)$ is the mass of the i -th active substance in the body at time t ,

a_{ij} – coefficient characterizing the dependence of the rate of change of the i -th homeostasis parameter on the value of the j -th homeostasis parameter,

b_{ij} – coefficient characterizing the dependence of the rate of change of the i -th parameter of homeostasis on the mass of the j -th active substance.

The system of equations (15) can be solved numerically, which makes it possible to predict the consequences of given active interventions in metabolism by choosing the appropriate strategies for directed actions.

Thus, it becomes possible not only for one component and not only under stationary conditions to represent the dynamics of accumulation and excretion of substances by a living organism, but it is also possible to reflect a multidimensional picture of the homeokinetic response to changing environmental conditions, which opens up the possibility of targeted interventions in metabolism, as well as necessary corrections when appropriate rehabilitation algorithms, measures to overcome critical and borderline conditions are in demand, or, on the contrary, if necessary, targeted harmonizing influences

ЛИТЕРАТУРА

1. Уткин, В.А. Модель кумуляции веществ живым организмом в обобщении представлений о гомеостазе / В.А. Уткин, Б.И. Кудрин // Материалы XXIV научно-практической конференции врачей Курганской области. – Курган, 1992. – С. 126-128.
2. Уткин, В. А. Модель накопления и вывода веществ в организме / В.А. Уткин // Наука и образование Зауралья. – 2000. – № 3. – С. 40-41.
3. Моделирование накопления и вывода веществ живым организмом в свете представлений о гомеокинезе / М. Ли, В. Мишагин, И. Першин, В. Уткин // Материалы Четвертой Международной научной конференции «Системный синтез и прикладная синергетика» в г. Пятигорске (ССПС-2011) 11-13 октября – Изд-во Технологического института Южного Федерального Университета, Таганрог, 2011 – С. 426-432.
4. Кисловодское месторождение углекислых минеральных вод: системный анализ, диагностика, прогноз, управление / Малков А.В., Першин И.М., Помеляйко И.С. [и др.] – М.: Наука, 2015. – 283 с.
5. Рашевски Н. Некоторые медицинские аспекты математической биологии. / Н. Рашевски; пер. с англ. – М., "Медицина", 1966. – 244 с.
6. Тиманюк, В. А. Биофизика: Учебник / В.А. Тиманюк, Е.Н. Животова. – 2-е издание. – К.: ИД «Профессионал», 2004. – 704 с.
7. Кухарова Т.В. Управляющие воздействия для объектов, описываемых дискриминантными или регрессионными функциями / Т.В. Кухарова, Е.Г. Папуш, И.М. Першин, В.А. Уткин // Современная наука и инновации. – 2016. – № 4 (16). – С. 29-32.

REFERENCES

1. Utkin V.A. Model' kumulyatsii veshchestv zhivym organizmom v obobshchenii predstavleniy o gomeostaze / V.A. Utkin, B.I. Kudrin // Materialy XXIV nauchno-prakticheskoy konferentsii vrachey Kurganskoy oblasti. Kurgan, 1992. – S. 126-128.

2. Utkin, V. A. Model' nakopleniya i vyvoda veshchestv v organizme / V.A. Utkin // Nauka i obrazovaniye Zaural'ya. – 2000. – № 3. – S. 40-41.
3. Modelirovaniye nakopleniya i vyvoda veshchestv zhivym organizmom v svete predstavleniy o gomeokineze / M. Li, V. Mishagin, I. Pershin, V. Utkin // Materialy Chetvertoy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Sistemnyy sintez i prikladnaya sinergetika» v g. Pyatigorske (SSPS-2011) 11-13 oktyabrya – Izd-vo Tekhnologicheskogo instituta Yuzhnogo Federal'nogo Universiteta, Taganrog, 2011 – S. 426-432.
4. Kislovodsk deposit of carbonate mineral waters: system analysis, diagnosis, prognosis, management / Malkov A.V., Pershin I.M., Pomelyaiko I.S. [and etc.] – M.: Nauka, 2015. – 283 s.
5. Some medical aspects of mathematical biology by Nicolas Rashevski Professor and Chairman Committee on Mathematical Biology The University of Chicado, Illinois, 1964 CHARLES C. THOMAS PUBLISHER *Springfield • Illinois • U.S.A.*
6. Timanyuk, V. A. Biofizika: Uchebnik / V.A. Timanyuk, Ye.N. Zhivotova. –2-ye izdaniye. – K.: ID «Professional», 2004. –704 s.
7. Kukharova T.V. Control actions for the objects described by discriminant or regression functions / Kukharova T.V., Papush E.G., Pershin I.M., Utkin V.A. // Modern science and innovation. Scientific Journal Issue No. 4 (16), 2016. pp. 29-32.

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Уткин Владимир Александрович, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник Центра медико-биологических технологий ФГБУ Северо-Кавказского федерального научно-клинического центра Федерального медико-биологического агентства России, Ессентуки, тел.: +79283171627, e-mail: vladuk@mail.ru.

Utkin Vladimir Alexandrovich, Doctor of Medical Sciences, Leading Researcher of the Center for Biomedical Technologies of the North Caucasus Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, Essentuki, tel.: +79283171627, e-mail: vladuk@mail.ru.

Кухарова Татьяна Валерьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры биотехнических систем и технологий Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, Санкт-Петербург, тел.: +79614790988, e-mail: unit-4@yandex.ru.

Kukharova Tatyana Valerevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnical Systems and Technologies, Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg, tel.: +79614790988, e-mail: unit-4@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию: 19.10.2022

После рецензирования: 13.11.2022

Дата принятия к публикации: 07.12.2022

М.П. Афанасьев [M.P.Afanasyev]¹,
Т.Ф. Туляков [T.F. Tuliakov]²

УДК 519.876.5

DOI: 10.37493/2307-910X.2022.4.3

**АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПОНОВОК
МЕХАТРОННОГО СТАНОЧНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ
ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА
«SOLIDWORKS»**

**COMPUTER-AIDED DESIGN OF
MECHATRONIC MACHINE
EQUIPMENT LAYOUTS USING THE
SOLIDWORKS SOFTWARE PACKAGE**

¹ *ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова» /
Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping*

² *ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет» / Saint-Petersburg Mining University*

Аннотация

В статье предложена методика проведения эскизного проектирования мехатронного станочного оборудования с использованием системы автоматизированного проектирования SolidWorks. Данная система проектирования является наиболее востребованной в машиностроительной области и включает в себя различные дополнения для проведения эскизного проектирования.

Ключевые слова: система автоматизированного проектирования, компоновка, мехатронное станочное оборудование, эскизное проектирование, технологическое оборудование

Abstract

The article proposes a technique for carrying out preliminary design of mechatronic machine tools using the SolidWorks computer-aided design system. This design system is the most popular in the engineering field and includes various add-ons for preliminary design.

Key words: computer-aided design system, layout, mechatronic machine equipment, preliminary design, technological equipment

Introduction

Modern machine-building production must comply with the trends that set the following tasks: increasing productivity, increasing the accuracy of processing, as well as expanding the functionality of process equipment through the introduction of new technological solutions.

Currently, there is a large range of software products [1,2] and complexes [4,7] that allow information support at different design stages [3,5].

The initial stage in the course of introducing new technological equipment is the development of a technical proposal (preliminary design).

For the preliminary design of new technological equipment, both separate software products and modern computer-aided design systems can be used. One of the most common systems is SolidWorks [6].

SolidWorks computer-aided design system allows modeling parts and assemblies of any complexity in three-dimensional space with further various engineering calculations and execution of design documentation with various types of requirements (ESKD, ISO) [9].

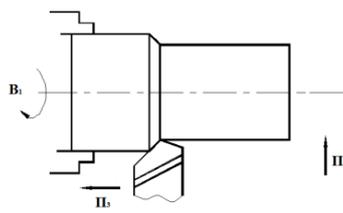
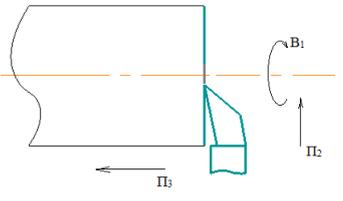
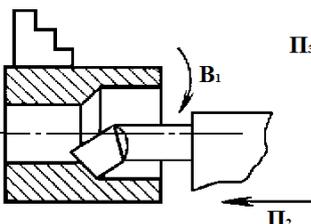
The main functions of the SolidWorks computer-aided design system:

- designing 2 D and 3 D parts;
- creation of assembly units;
- carrying out various types of engineering calculations;
- modeling of part processing on machine tools;
- registration of design documentation according to standards;
- analysis of manufacturability of part manufacturing processes
- converting received files into various formats.

Stages of preliminary design.

The initial stage in the course of the preliminary design of machine equipment is the definition of executive movements (table 1) performed on the equipment during the processing of the part.

Table 1 - Information about the applied processing schemes

Processing transition name	Processing scheme	Surface shaping method	Composition of Executive Movements
Longitudinal turning		Trace and trace method	$\Phi_v (B1)$ $\Phi_s (II2)$ H1 (L2) H2 (W3)
Cross turning		Touch method	$\Phi_v (B1)$ $\Phi_s (II2)$ H1 (L2) H2 (W3)
Boring		Trace and trace method	$\Phi_v (B1)$ $\Phi_s (II2)$ H1 (L2) H2 (W3)

In this regard, for processing the part, it is necessary to choose such a layout of the machine so that it can provide all these movements.

The next step is the development of the layout of the designed machine using the theory of Yu.D. Vragov [6]. The layout code is a letter code that describes the composition of the movable and fixed blocks and their location relative to each other.

Table 2 - Layout Matrix

$eOXZ$	$cZOX$	$eXOZ$
$cOZX$	$eXZO$	$eZXO$

The constructive implementation of machine layouts crossed out in the matrix will be very complex and irrational. Therefore, for the next stage of the preliminary design, the cZOX and cOZX machine layouts are selected.

The study of layouts for accuracy and static stiffness is carried out using the Solidworks CAD system and the Solidworks CAE system simulation [2].

For the study, 3D models of machine layouts were developed, and specific connections of nodes were calculated using the finite element method in the Simulation system integrated into the SolidWorks CAD system. The analysis is carried out at the 5 most loaded points of the working field of the machine being designed [8].

Consider point 1 of the cOZX layout (Figure 1), because at this point, when the cutting force is applied, the largest resulting displacements occur.

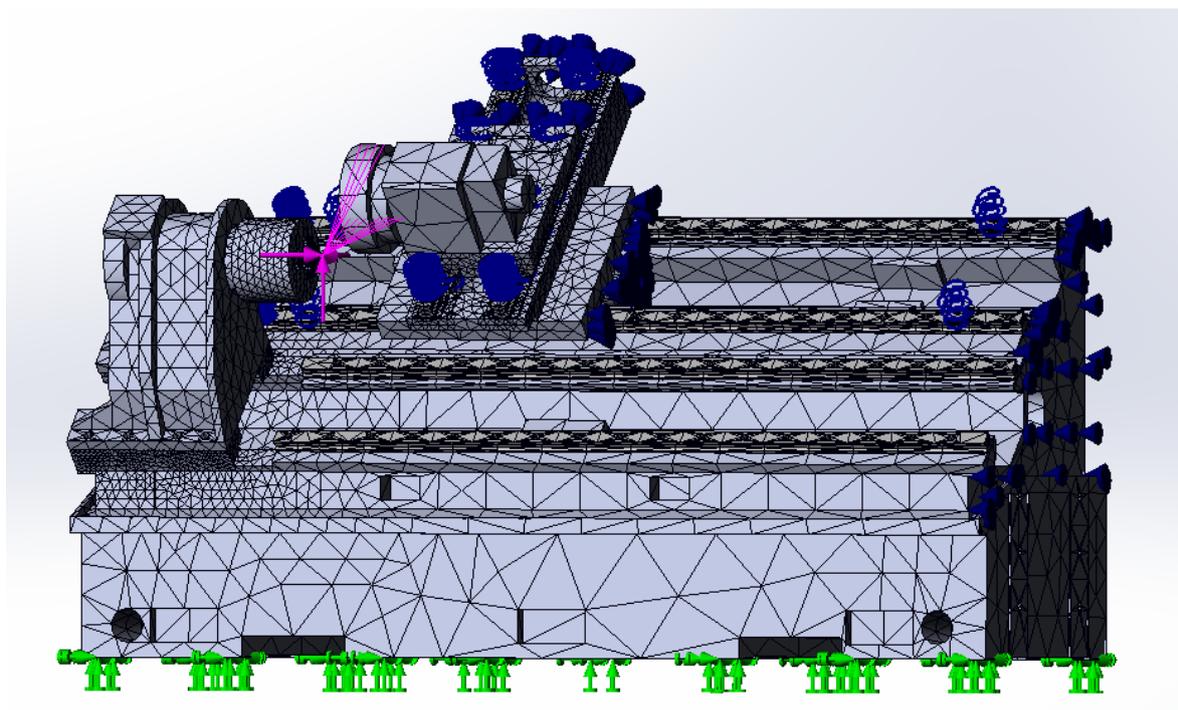


Figure 1 - Finite element model of the cOZX machine

The results of the study for 1 point of the working field are presented in table 3.

Table 3 - Results of the study for 1 point of the cOZX machine layout

Characteristic	Minimum value	Maximum value
Voltage 1 Von Mises (N / m ^2)	$2.025 \cdot 10^{-2}$	$7.382 \cdot 10^7$
Move 1 Ures (mm)	$1 \cdot 10^{-30}$	$2.086 \cdot 10^{-1}$
Safety margin 1 FOS	4.005	$8.511 \cdot 10^9$

Figures 2 - 4 show diagrams of equivalent stresses, resulting displacements and safety factor of the cOZX machine layout.

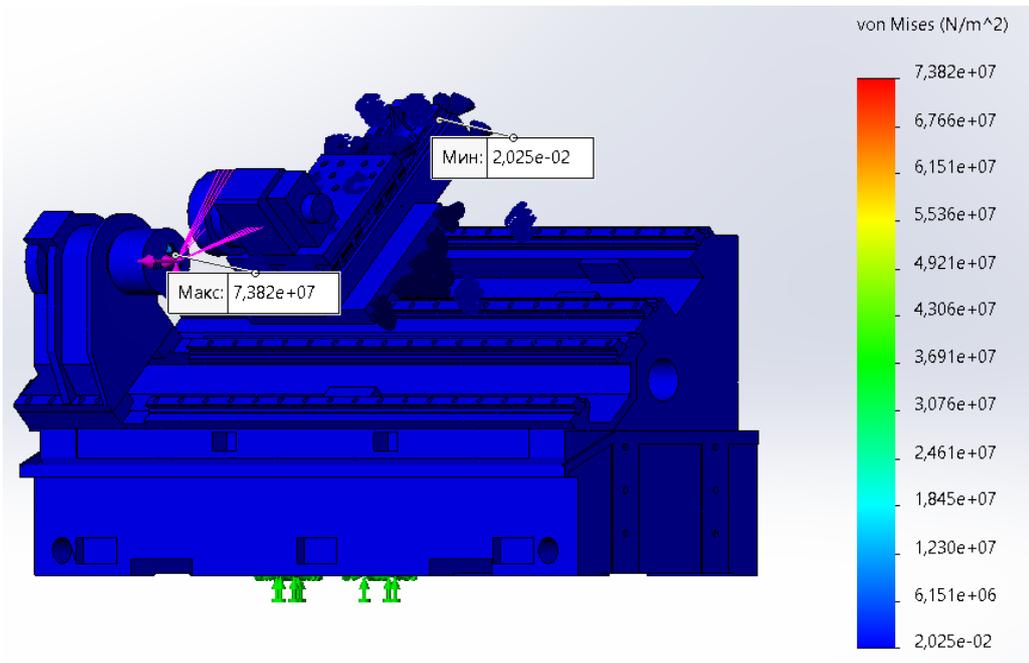


Figure 2 - Diagram of equivalent stresses for 1 point of the cOZX machine layout

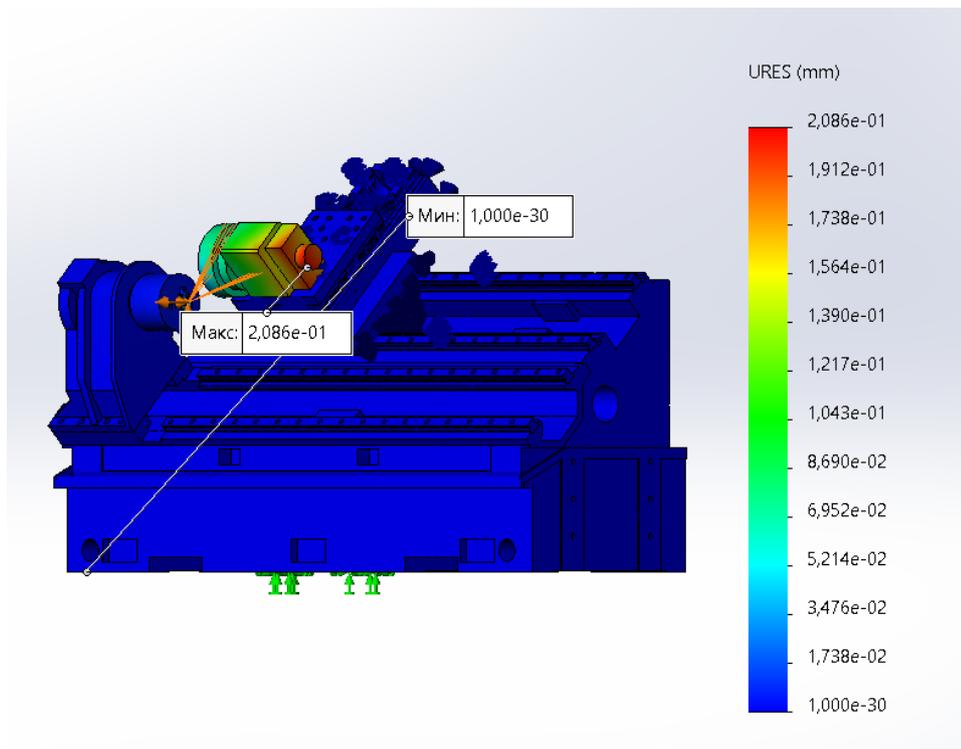


Figure 3 - Diagram of the resulting displacements for 1 point of the cOZX machine layout

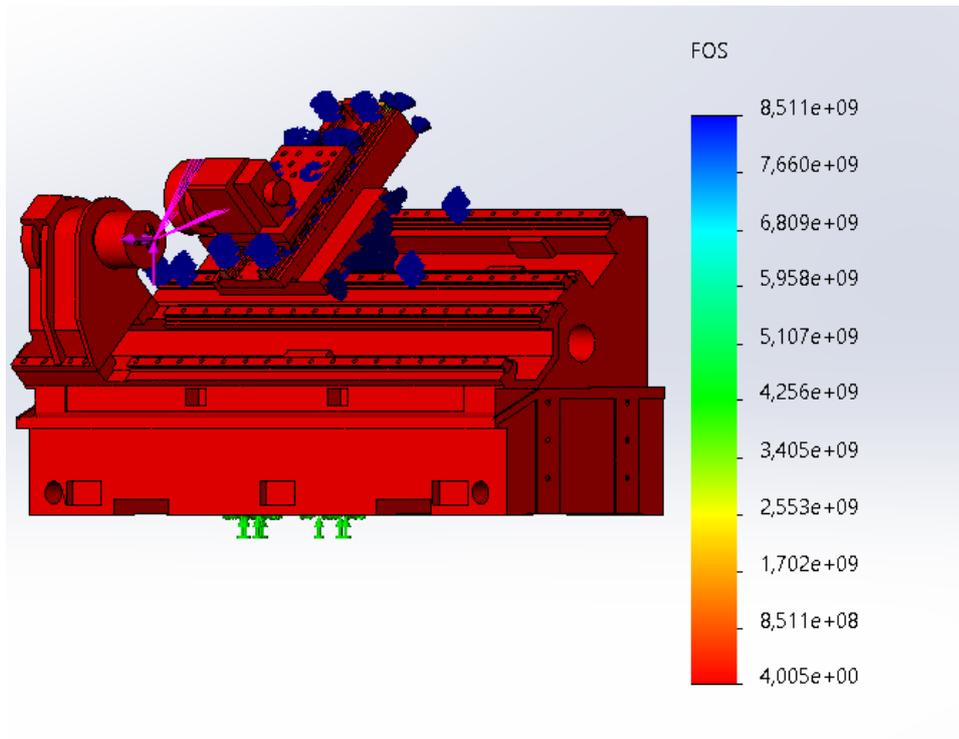


Figure 4 - Diagram of the safety factor for 1 point of the cOZX machine layout

Consider point 3 of the cZOX layout (Figure 5), since at this point, when the cutting force is applied, the largest resulting displacements occur.

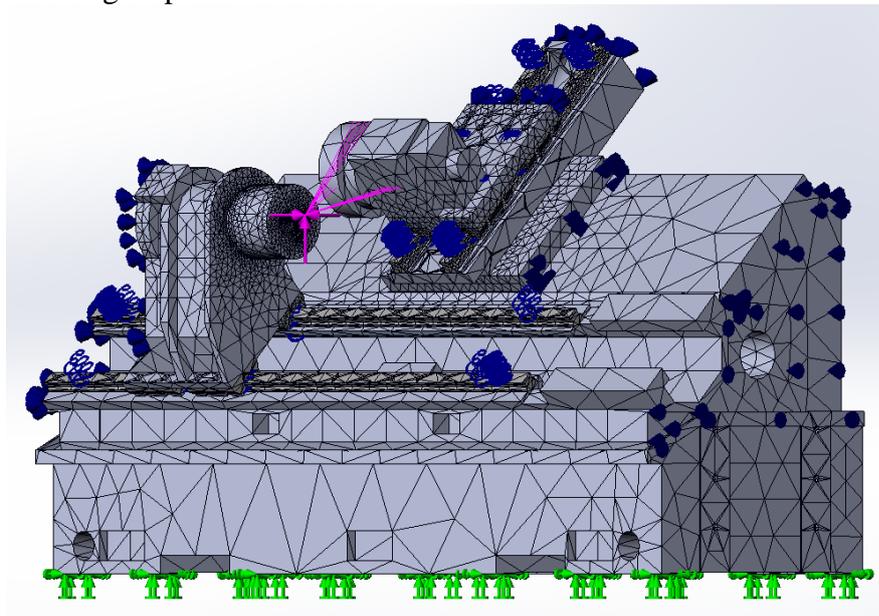


Figure 5 - Finite element model of the cZOX machine

The results of the study for 3 points of the working field are presented in table 4.

Table 4 - Results of the study for the 3-point cZOX layout

Characteristic	Minimum value	Maximum value
Voltage 3 Von Mises (N / m ^2)	6.886	5.573 *10^7
Move 3 Ures (mm)	1*10^-30	4.127 *10^-2
Safety margin 3 FOS	3.209	4.268 *10^ 7

Figures 6 - 8 show diagrams of equivalent stresses, resulting displacements and safety factor.

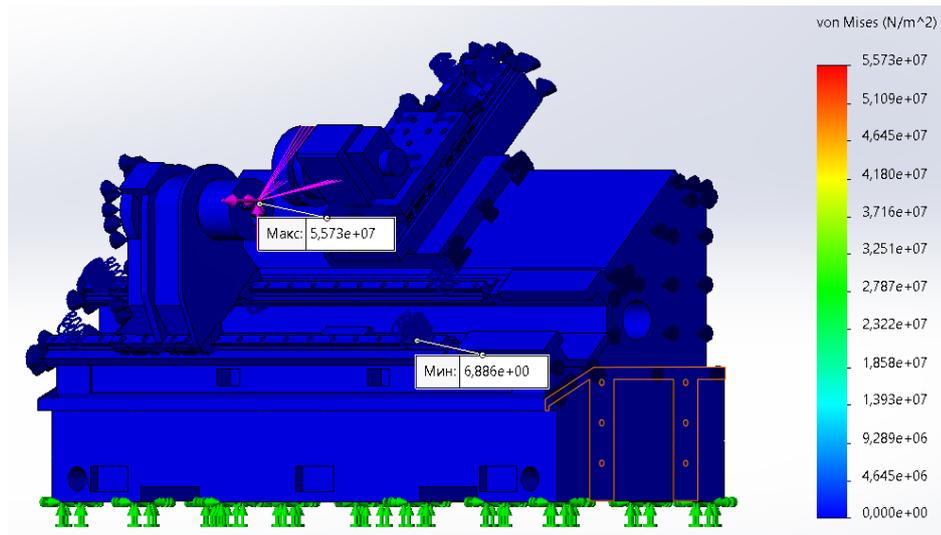


Figure 6 - Diagram of equivalent stresses for 3 cZOX layout points

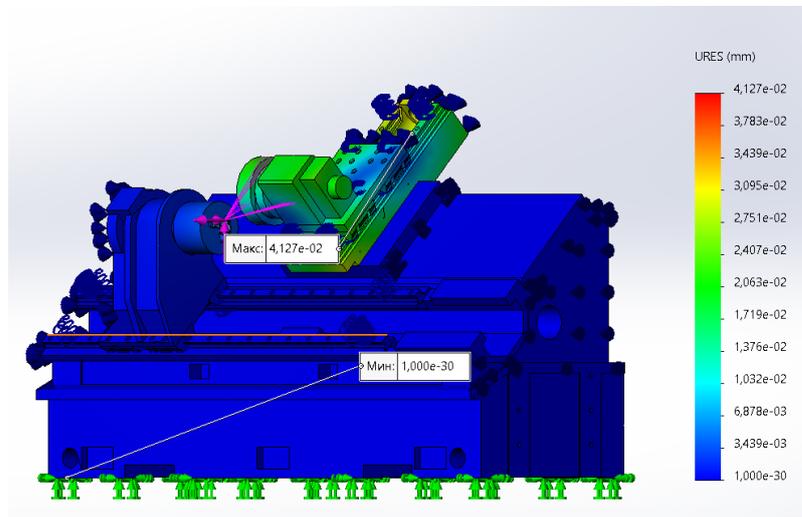


Figure 7 - Diagram of the resulting displacements for 3 cZOX layout points

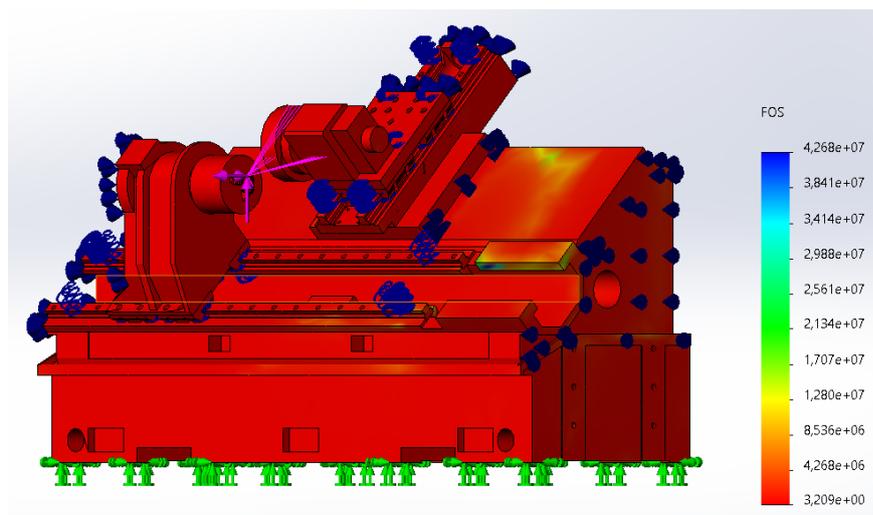


Figure 8 - Plot of safety factor for 3 cZOX layout points

Let's build summary graphs of maximum stress values (Figure 9), displacements (Figure 10) and safety factors (Figure 11) at each point of the working field for each layout.

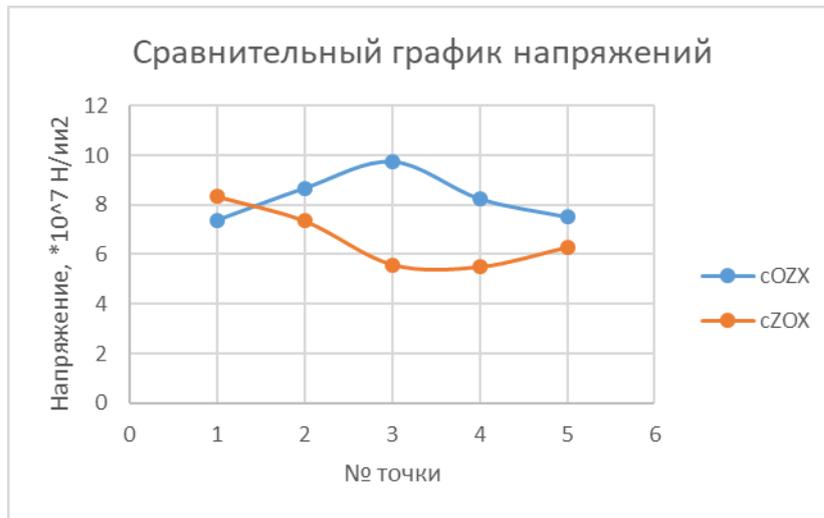


Figure 9 - Stress graphs of layouts with OZX and c ZOX

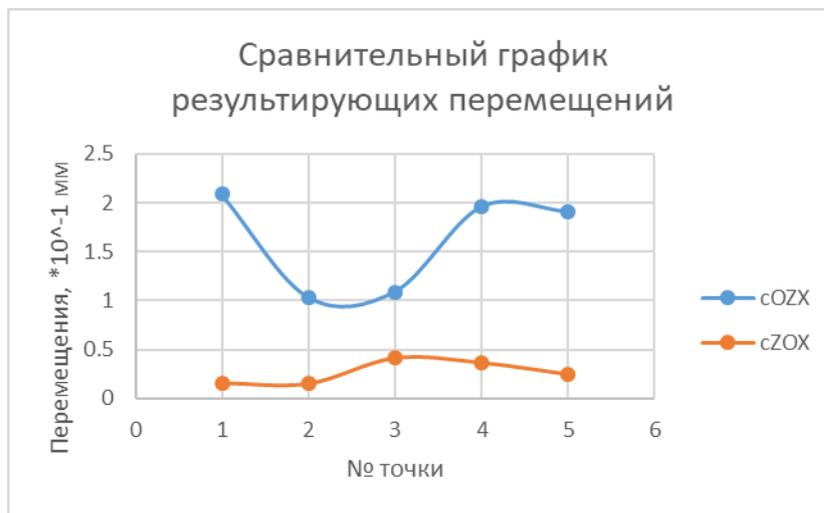


Figure 10 - Graphs of the resulting displacements of the layouts with OZX and with ZOX

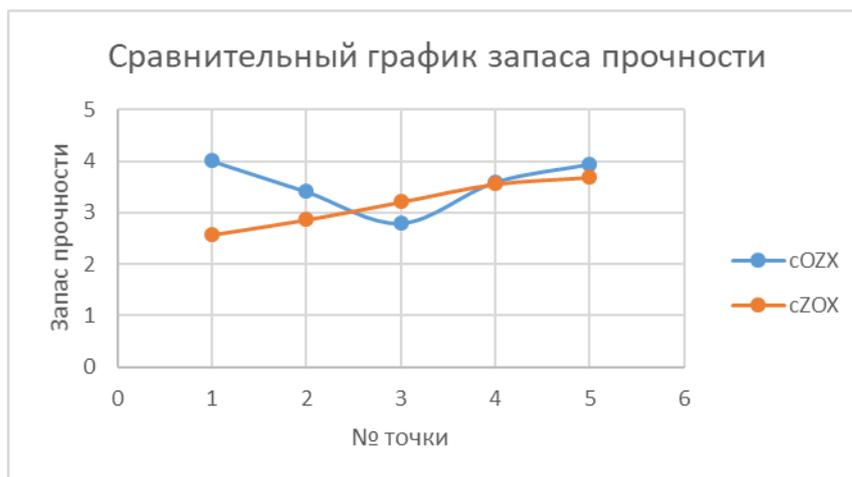


Figure 11 - Graphs of safety factor of layouts with OZX and with ZOX

We choose the first cZOX layout, since it is better in terms of static stiffness criteria and simpler from a constructive point of view.

SolidWorks software product can also implement the design of a design drawing with the requirements of ESKD (Figure 12) [10].

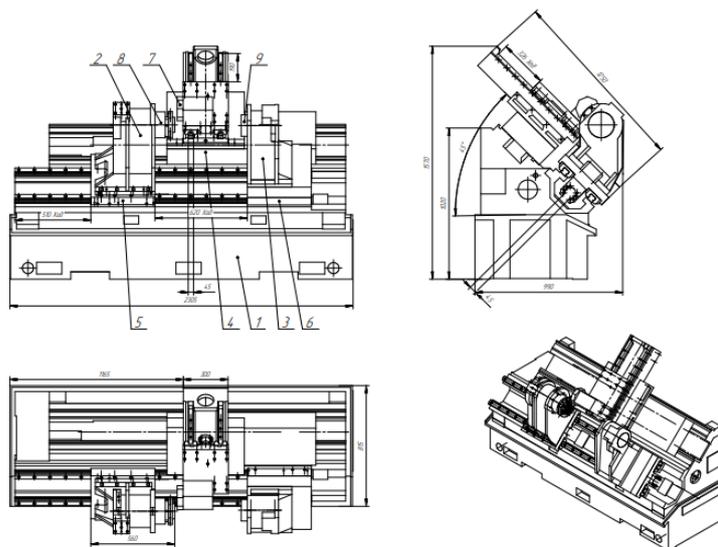


Figure 12 - Sketch of the designed machine

Conclusion

The proposed method of preliminary design of mechatronic machine tools can significantly reduce the time and use of software products using the SolidWorks computer-aided design system, which includes various add-ons that allow you to perform preliminary design.

Вклад авторов:

Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution:

All authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare no conflict of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьева О.В. Программа построения и расчета параметров интерактивной модели сетевого планирования и управления / О.В. Афанасьева, В.Д. Вихорев, Д.А. Первухин. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022611798, 01.02.2022. Заявка № 2022611039 от 31.01.2022.

2. Афанасьева О.В. Программа поиска, выделения и визуализации информации из массива файлов по текстовому запросу / О.В. Афанасьева, В.Д. Вихорев, В.Е. Титов. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022617994, 27.04.2022. Заявка № 2022617459 от 27.04.2022

3. Афанасьева О.В. Разработка программы автоматизации решения задачи сетевого планирования и управления / О.В.Афанасьева, В.Д. Вихорев // В сборнике: Анализ и прогнозирование систем управления в промышленности, на транспорте и в логистике. Сборник трудов XXII Международной научно-практической конференции молодых ученых, студентов и аспирантов. Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I. 2022. С. 74-79.

4. Афанасьев М.П. Программный комплекс «CADMATIC» автоматизации проектирования и информационной подготовки производства в судостроении, опыт применения в учебном процессе / М.П. Афанасьев, О.В. Мельник // В сборнике: Первая отраслевая научно-практическая конференция. «Производственные технологии в судостроении - вопросы информатизации» (ПТС ВИ-2021). Труды конференции. АО «Центр

технологии судостроения и судоремонта». НТФ «Судотехнология»; АО «ЦТСС», 2021. С. 19-25.

5. Afanasyev M.P. Simulation of the centrifugal compressor flow part of the internal combustion engine to determine areas of non-evaporated moisture effective discharge during charge air evaporative cooling / M.P.Afanasyev. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference "EarthScience". 2020. С. 022053.

DOI: 10.1088/1755-1315/459/2/022053

6. Врагов Ю.Д. Анализ компоновок металлорежущих станков: Основы компонетики – М.: Машиностроение, 1978. 205 с.

7. Кульга К. С. Информационные технологии в проектировании мехатронного оборудования / Учебное пособие / Уфа: УГАТУ, 2014. 201 с.

8. Кульга К. С. Применение САД/САЕ -систем при проектировании компоновок многоцелевых станков с ЧПУ / К. С. Кульга, П. В. Виноградов, А. А. Гаитова // СТИН. – 2015. – № 9. С. 5-10.

9. Шигаев Н. Н. Взаимодействие человека и САПР SOLIDWORKS / Н. Н. Шигаев // Modern Science. – 2020. – № 6-4. – С. 222-226.

10. Dassault Systemes // www.3ds.com.

REFERENCES

1. Afanas'eva O.V. Programma postroeniya i rascheta parametrov interaktivnoi modeli setevogo planirovaniya i upravleniya/ O.V. Afanas'eva, V.D. Vikhorev, D.A. Pervukhin. Svidetel'stvo o registratsii programmy dlya EHVM 2022611798, 01.02.2022. Zayavka № 2022611039 ot 31.01.2022.

2. Afanas'eva O.V. Programma poiska, vydeleniya i vizualizatsii informatsii iz massiva failov po tekstovomu zaprosu / O.V. Afanas'eva, V.D. Vikhorev, V.E. Titov. Svidetel'stvo o registratsii programmy dlya EHVM 2022617994, 27.04.2022. Zayavka № 2022617459 ot 27.04.2022

3. Afanas'eva O.V. Razrabotka programmy avtomatizatsii resheniya zadachi setevogo planirovaniya i upravleniya / O.V. Afanas'eva, V.D. Vikhorev // V sbornike: Analiz i prognozirovaniye sistem upravleniya v promyshlennosti, na transporte i v logistike. Sbornik trudov XXII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh, studentov i aspirantov. Peterburgskii gosudarstvennyi universitet putei soobshcheniya Imperatora Aleksandra I. 2022. S. 74-79.

4. Afanas'ev M.P. Programmnyi kompleks «CADMATIC» avtomatizatsii proektirovaniya i informatsionnoi podgotovki proizvodstva v sudostroenii, opyt primeneniya v uchebno protsesse / M.P. Afanas'ev, O.V. Mel'nik // V sbornike: Pervaya otraslevaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. «Proizvodstvennye tekhnologii v sudostroenii - voprosy informatizatsii» (PTS VI-2021). Trudy konferentsii. АО «Tsentr tekhnologii sudostroeniya i sudoremontA». НТФ «Судотехнология»; АО «ТСТСС», 2021. С. 19-25.

5. Afanasyev M.P. Simulation of the centrifugal compressor flow part of the internal combustion engine to determine areas of non-evaporated moisture effective discharge during charge air evaporative cooling / M.P. Afanasyev. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference "EarthScience". 2020. S. 022053.

DOI: 10.1088/1755-1315/459/2/022053

6. Vragov YU.D. Analiz komponovok metallorazhushchikh stankov: Osnovy komponentiki – М.: Mashinostroenie, 1978. 205 s.

7. Kul'ga K. S. Informatsionnye tekhnologii v proektirovanii mekhatronnogo oborudovaniya /Uchebnoe posobie / Ufa: UGATU, 2014. 201 s.

8. Kul'ga K. S. Primenenie CAD/CAE -sistem pri proektirovanii komponovok mnogotselevykh stankov s CHPU / K. S. Kul'ga, P. V. Vinogradov, A. A. Gaitova // STIN. – 2015. – № 9. S. 5-10.

9. Shigaev N. N. Vzaimodeistvie cheloveka i SAPR SOLIDWORKS / N. N. Shigaev // Modern Science. – 2020. – № 6-4. – S. 222-226.

10. Dassault Systemes // www.3ds.com.

Вклад авторов:

Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ОБ АВТОРАХ/ ABOUT THE AUTHORS

Афанасьев Михаил Петрович, доцент кафедры судостроения и энергетических установок Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова; ORCID 0000-0002-7359-9558; e-mail: mikhailafanasev@yandex.ru Адрес: Россия, 190013, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., дом 26, кв.8, +7 (911) 011-02-72

Afanasyev Mikhail Petrovich, Associate Professor of the Department of Shipbuilding and Power Plants of the Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping; ORCID 0000-0002-7359-9558; e-mail: mikhailafanasev@yandex.ru Address: Russia, 190013, St. Petersburg, Bronnitskaya st., 26, apt. 8, +7 (911) 011-02-72

Туляков Тимур Фаритович, магистрант кафедры системного анализа и управления Санкт-Петербургского горного университета; e-mail: timur210600@icloud.com Адрес: Россия, 199397, Санкт-Петербург, ул. Наличная, дом 46, корпус 1, +7 (987) 109-46-28

Tuliakov Timur Faritovich, master student of the Department of System Analysis and Management of St. Petersburg Mining University; e-mail: timur210600@icloud.com Address: Russia, 199397, St. Petersburg, st. Cash, house 46, building 1, +7 (987) 109-46-28

Дата поступления в редакцию: 19.10.2022

После рецензирования: 13.11.2022

Дата принятия к публикации: 07.12.2022

В. П. Мочалов [V. P. Mochalov],
Н. Ю. Братченко [N.Yu. Bratchenko],
И. С. Палканов [I. S. Palkanov],
Э. В. Алиев [E. V. Aliev]

УДК 004.031.43
DOI: 10.37493/2307-910X.2022.4.4

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
СИСТЕМЫ БАЛАНСИРОВКИ НАГРУЗКИ
СЕРВЕРОВ КЛАСТЕРОВ ЦОД В
УСЛОВИЯХ ФРАКТАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ**

**MATHEMATICAL MODEL OF THE LOAD
BALANCING SYSTEM OF DPC SERVER
CLUSTERS UNDER FRACTAL LOAD
CONDITIONS**

ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», институт цифрового развития, кафедра инфокоммуникаций, n.b.20062@yandex.ru / North Caucasus Federal University, Institute of Digital Development, Department of Infocommunications, n.b.20062@yandex.ru

Аннотация

Математическая модель используемая для центров обработки данных (ЦОД), обеспечивающая решение задачи оценки ее производительности с учетом степени загруженности. Работоспособность предложенной модели и проверка полученных результатов осуществлена путем имитационного моделирования. В качестве основных показателей качества использованы характеристики средней длины очереди, средней задержки и вероятности потери пакетов. Математическим аппаратом для оценки данных показателей качества является теория массового обслуживания. Система распределения и балансировки нагрузки представлена как многоканальная система с ограничением по длине очереди, включающая в свой состав неограниченный буфер (дисктовую память) для всех серверов кластера, а также входные буферы ограниченной емкости для каждого сервера. Модель построена с учетом особенностей сетевого трафика современных инфокоммуникационных сетей, характеризуемого свойствами самоподобия, причем каждый вид трафика (HTTP/TCP, HTTPS, SMTP/TCP, VoIP, FTP/TCP, IP, Ethernet, ATM) описывается только характерным для него законом распределения как интервалов поступления пакетов, так и длинами протокольных блоков. Для учета особенностей поступающего в систему самоподобного сетевого трафика производится его описание фрактальным броуновским движением $fBM/M/1/N$ и специальной функцией, зависящей от коэффициента самоподобия H (коэффициент Херста). Представленная модель может быть использована также для проведения исследований характеристик сетевого трафика с целью предотвращения сетевых перегрузок и минимизации потерь.

Ключевые слова: сетевой трафик, самоподобие, долговременная зависимость, кластеры серверов, балансировка нагрузки.

Abstract

A mathematical model of the system for distributing and balancing the load of servers of clusters of data processing centers (DPC) is proposed, which provides a solution to the problem of assessing its performance, taking into account the degree of workload. The performance of the proposed model and the verification of the results obtained were carried out by simulation. The characteristics of the average queue length, average delay, and packet loss probability were used as the main quality indicators. The mathematical apparatus for evaluating these quality indicators is the queuing theory. The load distribution and balancing system is presented as a multi-channel system with a limit on the length of the queue, which includes an unlimited buffer (disk memory) for

all servers in the cluster, as well as input buffers of limited capacity for each server. The model is built taking into account the features of the network traffic of modern infocommunication networks, characterized by self-similarity properties, and each type of traffic (HTTP/TCP, HTTPS, SMTP/TCP, VoIP, FTP/TCP, IP, Ethernet, ATM) is described only by its characteristic distribution law as packet arrival intervals and protocol block lengths. To take into account the features of the self-similar network traffic entering the system, it is described by the fractal Brownian motion fBM/M/1/N and a special function that depends on the self-similarity coefficient H (Hurst coefficient). The presented model can also be used to study the characteristics of network traffic in order to prevent network congestion and minimize losses.

Key words: network traffic, self-similarity, long-term dependence, server clusters and load balancing.

Introduction

In connection with the widespread use of data processing centers (DPCs), the task of optimizing their parameters becomes relevant, the solution of which depends on the characteristics of the system for distributing and balancing the load of data center cluster servers, performance indicators and throughput of its communication system. It is known that the traffic of modern infocommunication networks with packet switching has statistical characteristics associated with fractal (self-similar) processes, characterized by a measure of stability of long-term dependence, fractal dimension, correlation parameters, spectral and fractal indicators [1-5]. The flow of applications entering the service in the data center can be described by fractal Brownian motion, since network traffic such as HTTP/TCP, FTP/TCP, SMTP/TCP, VoIP, IP, Ethernet, ATM has self-similar or fractal characteristics [6]. Classical queuing models, characterized by the exponential law of distribution of both the incoming load and its processing, are not applicable here. Therefore, one of the possible solutions to this problem is the development and application of algorithms and models for the efficient distribution of tasks within data center clusters in order to optimize the use of resources and reduce computation time under fractal load conditions. Taking into account the fractality (self-similarity) of the load entering the data center provides high-quality service for modern high-speed digital data streams, a rational choice of data center equipment, and the elimination of congestion and queues.

Despite the large number of publications that offer effective approaches to solving this problem [7,9,13,17], the problem of rational resource allocation under the conditions of a fractal (self-similar) traffic structure of various applications and services remains relevant. The article proposes analytical and simulation models of a load distribution and balancing system that allow determining the main probabilistic and temporal characteristics of the processes of its interaction with a cluster of data center servers under different server loads in a fractal structure of network traffic.

The purpose of this article is to develop analytical and simulation models of a load balancing system for servers in data center clusters under conditions of a self-similar structure of network traffic.

1. Research methodology

One of the most important elements of a data center server cluster is the load distribution and balancing system, shown in Figure 1, which provides solutions to the problems of managing cluster resources, distributing requests and their corresponding applications.

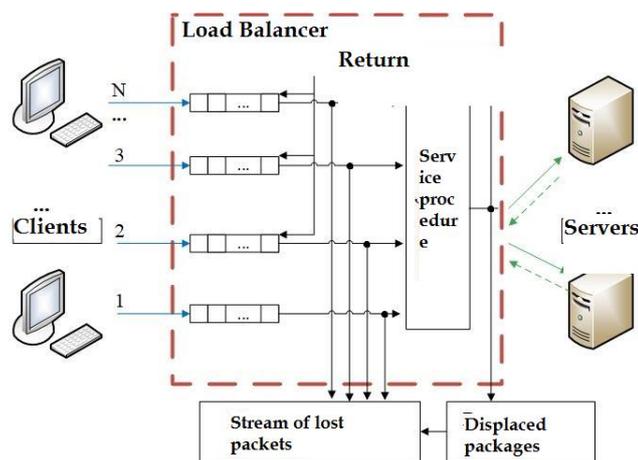


Figure 1 - Load distribution and balancing system

At the same time, the duration of servicing a data center request depends on the current state of the load balancer, the workload of the servers and the switching system. Overloading this system leads to uneven server load, a decrease in the efficiency of distribution and balancing algorithms, and a decrease in the quality of information services. The load balancing system model is shown in Figure 2.

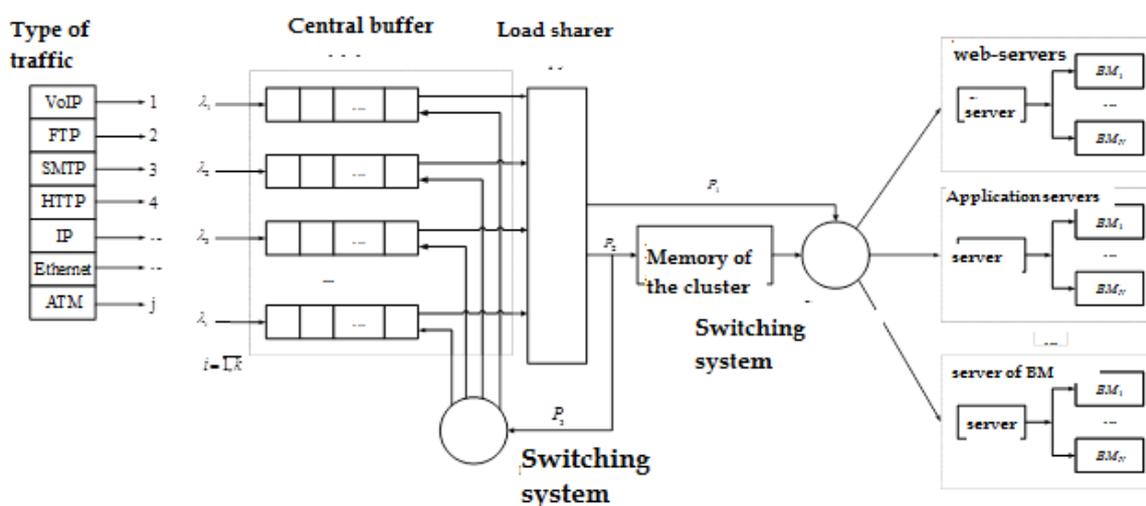


Figure 2 - Model of the load balancing system

The input of the load balancer receives independent streams of self-similar traffic of various types λ_i , $i = \overline{1, k}$, characterized by scale invariance, distributions with "heavy tails", parameters of fractal Brownian motion.

The distribution density of the duration of traffic processing when it enters the load balancer, when all cluster servers are free, is equal to $f_{i1}(t)$. Let us denote the probability of such an event P_1 . The duration of traffic processing has a distribution density $f_{i2}(t)$ if it arrives at the moment when the cluster servers are busy and the memory is free. We denote the probability of such an event as P_2 . The duration of traffic processing has a distribution density $f_{i3}(t)$ if it arrived at the time when both the servers and the cluster memory are busy. The probability of such an event P_3 .

We consider that $n_{i1}(t)$ is the number of requests of the i -th type that arrived at the load balancer during the interval $(0, t)$ in an unloaded system, when the central buffer, internal memory, and cluster servers are free.

The number of requests of the i -th type, received in the time interval $(0, t)$, when the servers are busy, but there is no queue for processing, we denote $n_{i2}(t)$.

The number of requests of the i -th type, received in the time interval $(0, t)$, when the internal memory and servers are busy, will be denoted by $n_{i3}(t)$. The average service time for requests of the i -th type will be determined by the expression

$$T_{cp.} = n_{ij}(t) \cdot \bar{S}_{ij},$$

where $j = 1, 2, 3$, \bar{S}_{ij} is the average processing time of an application. balancer idle time in stationary mode

$$T_{ce.} = t - \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^3 n_{ij}(t) \cdot \bar{S}_{ij}.$$

The total number of requests in the system at $t \rightarrow \infty$ will be equal to

$$n_{ij}(t) = \lambda_i \cdot (t - \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^3 n_{ij}(t) \cdot \bar{S}_{ij}).$$

The number of requests received during the server busy time interval will be equal to

$$n_{i2}(t) + n_{i3}(t) = \lambda_i \cdot \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^3 n_{ij}(t) \cdot \bar{S}_{ij}.$$

The probability that the Δt system will not receive i -th requests for service in time will be equal to

$$P_{\Delta t} = \prod_{i=1}^{\Delta t} e^{-\lambda_i \Delta t} = e^{-\Lambda \Delta t},$$

where $\Lambda = \sum_{i=1}^{\Delta t} \lambda_i$.

The probability of receiving a service request if the system is busy during the time S is equal to

$$P_S = \sum_{h=0}^S \lambda_i e^{-\lambda h} = \frac{\lambda_i (1 - e^{-\lambda S})}{\Lambda}.$$

It follows from this that at $t \rightarrow \infty$, $n_{i2}(t)$ it will be equal to

$$n_{i2}(t) = \frac{\lambda_i}{\Lambda} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^3 n_{ij}(t) \left[1 - \sum_S f_{ij}(S) e^{-\lambda S} \right].$$

As follows from Figure 2, the probability of delay in processing an application P_d , is determined by the formulas [15]:

$$P_d = P_0 \frac{a_k^N}{N!(1-\rho_k)}; \quad P_0 = \left[\sum_{k=0}^{N-1} \frac{a_k^N}{k!} + \frac{a_k^N}{N!(1-\rho_k)} \right]^{-1},$$

where $a_k = \frac{\Lambda}{N\mu_k}$, $\rho_k = \frac{\Lambda}{N\mu_k}$, $\Lambda = \sum_{i \in I} \lambda_i$, $\mu_k = \frac{\sum_{i \in I} \lambda_i \tau_i}{\sum_{i \in I} \lambda_i \tau_i}$,

Λ , μ_k , τ_i - the intensity of receipt, processing of applications and the time of their processing.

The probability that an application will be processed without a queue is

$$P_1 = 1 - P_d.$$

The probability of a request arriving in one of the segments of the central buffer of the system is equal to P_3 and is determined by the expression

$$P_3 = \frac{(1 - \rho_k) \rho_k^S}{1 - \rho_k^{S+1}}.$$

The probability that applications are waiting for service in the internal memory of the cluster, when the servers are busy, can be obtained from the condition

$$P_1 + P_2 + P_3 = 1.$$

Then, taking into account the degree of loading of the cluster servers, the average time for processing an application is equal to

$$t_k = [\tau_s P_1 + (\tau_w + \tau_s) P_2 + \tau_r P_3] \frac{1}{1 - P_3},$$

where τ_s is the statistical service time of the request, τ_w is the statistical waiting time for service, τ_r is the fixed time of the request being in the central buffer.

The total input traffic of the data center, obtained by combining a large number of flows from various sources, each of which is characterized by its own distribution law, is characterized by fractal (self-similar) properties, ignoring which leads to a decrease in quality of service indicators (an increase in queue lengths on interfaces of buffer memory blocks, average delays packet flows, loss probabilities), causes an overload of the elements of the center. For example, approaching the coefficient of self-similarity of the input traffic H to 1, for systems oriented to the processing of Erlang flows, leads to significant traffic losses and requires a significant increase in the amount of buffer memory to maintain a given quality of service [8,11,14]. Therefore, to study this system, a queuing system was used, the load of which is described by the characteristics of the fractal Brownian motion. Fractal Brownian process with Hurst exponent $0,5 < H < 1$ refers to a random process in which for a normally distributed random variable $A^H(t)$, the mean value $A^H(t)$ is zero for any t , and for the covariance $A^H(t)$ and $A^H(s)$, the expression [16,18] is true $A^H(0) = 0$

$$E[A^H(t) \cdot A^H(s)] = \frac{1}{2} (t^{2H} + s^{2H} - |t-s|^{2H}).$$

The dispersion $A^H(t)$ is proportional t^{2H} , and the trajectory has a fractal dimension $D = 2 - H$.

Thus, a fractal Brownian process is a Gaussian process of the form

$$A(s, t) = N(m(t-s), v(t-s)),$$

where $A(s, t)$ is the amount of data; $m = 1, \dots, M$; $s < t$; $A(s, t) = A(t) - A(s)$; $Var(A(s, t)) = V(t-s)$.

For this process $\{A(t), t \geq 0\}$ $E A(t) = mt$, dispersion $V(t) = t^{2H}$, $H \in (0, 1)$ is the Hurst exponent.

It is known that such a process is characterized by a long-term dependence at $H > 0,5$, and its parameters are close to those of a Gaussian process with mathematical expectation mnt and dispersion $V(t)$ [10, 12]. This makes it possible to use Gaussian models to describe self-similar traffic.

The formulas for calculating the queue in the central buffer memory block, packet delay and the probability of its loss due to buffer overflow are presented below [19]:

$$n_{i,j} = \frac{\frac{\rho_{i,j}}{\pi} f(H)}{1 - \left[\frac{\rho_{i,j}}{\pi} f(H)\right]^{N+2}} \cdot \frac{\left\{1 - (N+1) \left[\frac{\rho_{i,j}}{\pi} f(H)\right]^N\right\} + N \left[\frac{\rho_{i,j}}{\pi} f(H)\right]^{N+1}}{1 - \frac{\rho_{i,j}}{\pi} f(H)} - \frac{\rho_{i,j}}{\pi} f(H),$$

$$\tau_{i,j} = \frac{n_{i,j} + \frac{\rho_{i,j}}{\pi} f(H)}{f(H) \cdot \sum_{k \in K} x_{i,j}^k \cdot d_k} + \frac{1}{c_{i,j}} = \frac{1}{\pi c_{i,j}} \cdot \frac{\left\{1 - (N+1) \left[\frac{\rho_{i,j}}{\pi} f(H)\right]^N\right\} + N \left[\frac{\rho_{i,j}}{\pi} f(H)\right]^{N+1}}{1 - \frac{\rho_{i,j}}{\pi} f(H)} + \frac{1}{c_{i,j}},$$

$$\rho_{i,j} = \frac{1 - \frac{\rho_{i,j}}{\pi} f(H)}{1 - \left[\frac{\rho_{i,j}}{\pi} f(H)\right]^{N+2}} \left[\frac{\rho_{i,j}}{\pi} f(H)\right]^{N+1},$$

where $\rho_{i,j}$ is the channel load $(i, j) \in E$, namely: $\rho_{i,j} = \frac{\sum_{k=1}^K x_{i,j}^k \cdot d_k}{c_{i,j}}$; π – probability of no packet loss at the buffer memory input; $c_{i,j}$ – channel capacity $(i, j) \in E$; H is the Hurst exponent.

2. Model experiment

The simulation model of the load balancing system was developed and implemented in the AnyLogic simulation environment using the Java programming language. A simplified logical structure of the model is shown in Figure 3.

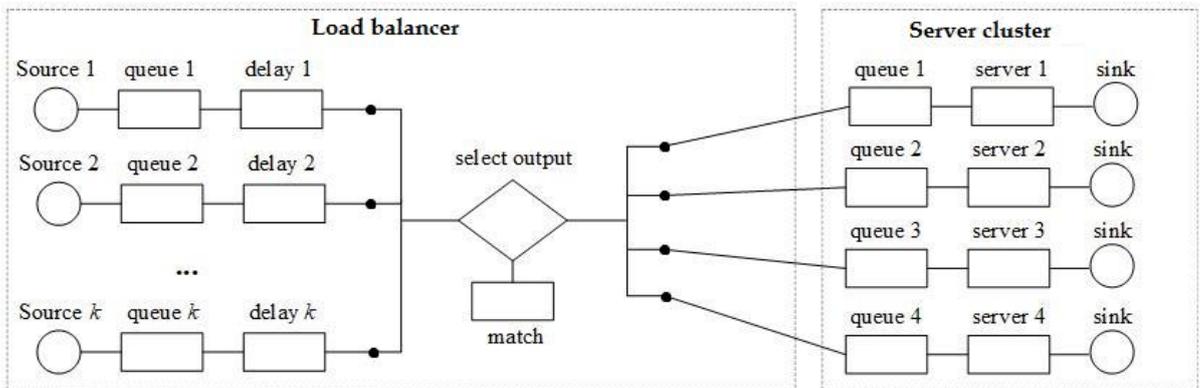


Figure 3 - Logical structure of a server cluster in the AnyLogic environment

- Source - request generator;
- queue – queue formation;
- delay – delay generation;
- match – transmission matching block;
- select output – load balancing block;
- sink - termination block.

To build the logic of the service request distribution system model, the Enterprise library was used. library. When implementing the load balancing module, the Least algorithm was used Connection, which takes into account the current load of the server cluster. The level of requested server resources is evenly distributed. The switching system and communication channels are

limited to a bandwidth of 1 Gb/s. The cluster under study includes 10 servers with performance distributed in the range (0-1). An unlimited amount of segmented central buffer memory is assumed. The time spent by the request in the central buffer, when the cluster memory is occupied, is taken equal to 0.01 sec. The law of distribution of intervals for the arrival of packet streams is described by the characteristics of the fractal Brownian motion fBM / M / 1/ N. The protocol block durations are described by a deterministic distribution law with an average value of 1000 bytes. The system input receives 50 input streams, with an intensity of 60 messages / hour=0.017 messages /sec. with uniform distribution between the elements of the central buffer. Load balancer service direction - switching system - server cluster is modeled by the system $M|M|N$, load balancer service direction - cluster memory - switching system - server cluster is modeled by the system $M|M|N|m$, service direction load balancer - central buffer is modeled system $M|M|N|m(V)$.

When estimating the memory size of a server cluster, the probability of message loss is taken equal $P_n = 0,01$ and is estimated by the expression [20]: $P_n = 1 - R(V)$, where $R(V) = \gamma(p, qx) / \Gamma(p)$, $p = r_1^2 / (r_2 - r_1^2)$, $q = r_1 / (r_2 - r_1^2)$, $r_1 = \delta_1 + \varphi_1$, $r_2 = \varphi_2 + 2\varphi_1\delta_1 + \delta_2$, $\delta_1 = (1 - P_0) p / q$, $\delta_2 = (1 - P_0) p(p + 1) / q^2$, where $\Gamma(p)$ is the gamma function; $\gamma(p, qx)$ is the element of the gamma function; p is the distribution parameter; r_1, r_2 is the moment of the total volume of messages; φ_1, φ_2 – moment of average message duration; $\varphi_1 = 1/p$; $\varphi_2 = (2 - p)p^2$; P_0 – probability of missing messages.

The stationary distribution function of the memory size of the server cluster is [20]

$$D(x) = P_0 + (1 - P_0) \frac{\gamma(p, qx)}{\Gamma(p)}$$

The load redistribution between the cluster servers is set by the normal law. The results of the experiment are the dependences of the average packet processing time by the load balancer and the probability of their losses from the load of the cluster servers, as well as the dependence of the message processing time by the load balancer on the amount of cluster memory

Many of these metrics provide a measure of how well a load balancer is performing. The research results are presented in tables 1, 2, 3.

Table 1 - Dependence of the average processing time of network packets on the load of the servers of the data center cluster

Server loading	0.51	0.55	0.63	0.69	0.75	0.82	0.85
T sec.	0.11	0.27	0.32	0.74	1.13	1.76	2.01

Table 2 - Dependence of the average processing time of network packets on the amount of memory of the data center cluster

Cluster memory size	5	10	15	20	30	40	50
T sec.	0.14	0.11	0.09	0.07	0.05	0.04	0.03

Table 3 - Dependence of the probability of network packet loss on the load of the servers of the data center cluster

Server loading	0.51	0.55	0.63	0.69	0.75	0.82	0.85
$P_{i,j}$	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07

Conclusion

One of the most important components of a data center server cluster is a balancing system that implements efficient load distribution algorithms in order to reduce the time for executing user

requests. The performance of the balancing system has a significant impact on the quality indicators of the entire server cluster. The article proposes analytical and simulation models for solving the problem of studying the main indicators of the quality of a given system, depending on the degree of loading of the servers of the data center cluster. The solution of the problem is based on determining the parameters of queuing systems. The proposed model is investigated in terms of queue length in the central buffer memory block, packet delay, and packet loss probability. The performance of the proposed model was verified by simulation on the AnyLogic platform using the Java programming language and the Enterprise library. As a result of the model experiment, dependencies were identified that affect the quality of user service indicators. The presented model can be used to study the characteristics of network traffic in order to prevent network congestion and minimize losses in the load balancing system of data center cluster servers.

ЛИТЕРАТУРА /REFERENCES

1. Computing Center of the Institute of High Energy Physics (IHEP-CC) (2016). “VCondor – virtual computing resource pool manager based on HTCondor”. Retrieved from <https://github.com/hep-gnu/VCondor>.
2. McNab A., Love P., and MacMahon E. (2015). Managing virtual machines with Vac and Vcycle, J. Phys.: Conf. Ser., Vol. 664.
3. Feller E., Rilling L., and Morin C. Snooze (2012). A scalable and autonomic virtual machine management framework for private Clouds, Proceedings of the 12th IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid), pp. 482-489.
4. Beloglazov, R. Buyya (2015). OpenStack Neat: A Framework for Dynamic and Energy-Efficient Consolidation of Virtual Machines in OpenStack Clouds, Concurrency and Computation: Practice and Experience (CCPE), Vol. 27, No. 5, pp. 1310-1333.
5. Anne-Cécile Orgerie, Laurent Lefever (2009). When Clouds become Green: The Green Open Cloud Architecture, International Conference on Parallel Computing (ParCo), pp. 228-237.
6. Ward J.S., Barker A. (2014). Observing the clouds: a survey and taxonomy of cloud monitoring, Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications, Vol. 3.
7. Ward J.S., Barker A. (2015). Cloud cover: monitoring large-scale clouds with Varanus, Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications, Vol. 4.
8. Open Grid Forum (2016). “Open Cloud Computing Interface”. Retrieved from <http://occiwg.org/>.
9. Baldoni M., Baroglio M., Martelli A., “Verifying the conformance of web services to global interaction protocols: A first step”, International Workshop on WebServices and Formal Methods, 2005, P. 27.
10. Egawa T., “SDN standardization Landscape from ITU-T Study Group 13 / T. Egawa,” ITU Workshop on SDN Geneva, Switzerland, 4 June 2013.
11. Mochalov V.P., Bratchenko N.Y., Yakovlev S.V., “Analytical model of object request broker based on Corba standard” (2018) Journal of Physics: Conference Series, 1015 (2). doi: 10.1088/1742-6596/1015/2/022012.
12. A. Vishnu Priya; N. Radhika Performance comparison of SDN OpenFlow controllers // International Journal of Computer Aided Engineering and Technology, 2019, Vol.11 No.4/5, pp.467 – 479.
13. Nageswara S. V. Rao Performance Comparison of SDN Solutions for Switching Dedicated Long-Haul Connections // ICN 2016: The Fifteenth International Conference on Networks. pp. 110-117.
14. Idris Z. Bholebawa, Upena D. Dalal Performance Analysis of SDN/OpenFlow Controllers: POX Versus Floodlight // Wireless Personal Communications. January 2018, Volume 98, Issue 2, pp 1679–1699. <https://doi.org/10.1007/s11277-017-4939-z>.

15. Tong Li, Jinqiang Chen, Hongyong Fu Application Scenarios based on SDN: An Overview // IOP Publishing. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1187 (2019) 052067 doi:10.1088/1742-6596/1187/5/052067.

16. Boev V. Kompjuternoe modelirovanie: Posobie dlja prakticheskikh zanjatij, kursovogo i diplomnogo proektirovanija v AnyLogic7 [Computer modeling: A manual for practical classes, course and diploma projects in AnyLogic7] St. Petersburg, VAS Publ., 2014, 432p. (In Russian)

17. Taihoon K., Soksoo K. Analysis of Security Session Reusing in Distribution Server System. Computational Science and Its Applications - ICCSA 2006. Springer, 2006, 1045 p.

18. Khritankov A. Modeli i algoritmy raspredelenija nagruzki. Algoritmy na osnove setej SMO [Models and algorithms of load balancing. Algorithms on the basis of networks of queuing systems]. Informacionnye tehnologii i vychislitel'nye seti – Information technologies and computer networks. 2009, vol. 3. (In Russian)

19. Ivanisenko I., Kirichenko L., Radivilova T. Metody balansirovki s uchedom multifraktal'nyh svojstv nagruzki [Balancer multifractal methods considering load characteristics]. International Journal "Information Content and Processing". 2015, vol. 2, no. 4, pp. 345–368. (In Russian)

20. Panchenko T.V. Genetic Algorithms [Text]: teaching aid /Yu.Yu. Tarasevich. Astrakhan: «Astrakhanskiy Universitet», 2007. – 87 p. (In Russian)

ОБ АВТОРАХ | ABOUT THE AUTHORS

Мочалов Валерий Петрович, профессор, доктор технических наук профессор кафедры инфокоммуникаций ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», институт цифрового развития, кафедра инфокоммуникаций, n.b.20062@yandex.ru, +7 9624004447, (8652) 95-69-97

Mochalov Valeriy Petrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, SI NCFU, Stavropol, Russia, n.b.20062@yandex.ru, +7 9624004447, (8652) 95-69-97

Братченко Наталья Юрьевна кандидат физико-математических наук, доцент, n.b.20062@yandex.ru, +7 9887405050, (8652) 95-69-97

Bratchenko Natalia Yurievna, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, SI NCFU, Stavropol, Russia, n.b.20062@yandex.ru, +7 9624004447, (8652) 95-69-97

Палканов Илья Сергеевич, программист, ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», институт цифрового развития, кафедра инфокоммуникаций, n.b.20062@yandex.ru+7 9289633235

Palkanov Ilya Sergeevich, programmer, SI NCFU, Stavropol, Russia n.b.20062@yandex.ru+7 9289633235

Алиев Эльдар Вадимович, аспирант, ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», институт цифрового развития, кафедра инфокоммуникаций, n.b.20062@yandex.ru, (8652) 95-69-97

Aliev Eldar Vadimovich, graduate student, SI NCFU, Stavropol, Russia n.b.20062@yandex.ru, (8652) 95-69-97

Дата поступления в редакцию: 19.10.2022

После рецензирования: 13.11.2022

Дата принятия к публикации: 07.12.2022

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ | TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS

И.Н. Пушмина [I.N. Pushmina]¹,
В.Н. Оробинская [V.N. Orobinskaya]²,
О.Я. Кольман [O.Ya. Kolman]¹,
И.С. Дейберт [I.S. Deibert]¹

УДК 641.87 (075.8)
DOI: 10.37493/2307-910X.2022.4.5

**ОБОСНОВАНИЕ
ОПТИМИЗИРОВАННОЙ РЕЦЕПТУРЫ И
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ
ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО
ХЛЕБА С СЕМЕНАМИ МАША И ЧИА**

**SUBSTANTIATION OF OPTIMIZED
FORMULA AND TECHNOLOGICAL
SCHEME OF OBTAINING GLUTEN-FREE
BREAD WITH SEEDS MUNG BEAN AND
CHIA**

¹Сибирский федеральный университет, Красноярск, Российская Федерация/¹Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation

²Пятигорский институт (филиал) Северо-Кавказского федерального университета, Пятигорск, Российская Федерация/ Pyatigorsk Institute (branch) of the North Caucasian Federal University, Pyatigorsk, Russian Federation

Аннотация В статье представлено обоснование новой оптимизированной рецептуры и технологической схемы производства безглютенового хлеба с добавлением семян **маша** и **chia**. Дана оценка показателей качества и безопасности нового безглютенового хлеба с семенами **маша** и **chia**, подтверждено его соответствие требованиям действующих регламентов и нормативов, показана перспективности создания рецептур безглютеновых хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности с добавлением нетрадиционного растительного сырья – семян **маша** и **chia**.

Ключевые слова: оптимизированная рецептура, технологическая схема производства, безглютеновый хлеб, семена **маша**, семена **chia**.

Abstract

The article presents the rationale for a new optimized recipe and technological scheme for the production of gluten-free bread with the addition of seeds mung bean and chia. An assessment of the quality and safety indicators of new gluten-free bread with seeds mung bean and chia is given, its compliance with the requirements of current regulations and standards is confirmed, and the prospects for creating recipes for gluten-free bakery products of increased nutritional value with the addition of non-traditional vegetable raw materials - seeds mung bean and chia are shown.

Key words: optimized recipe, production flow chart, gluten-free bread, mung bean seeds, chia seeds.

Undoubtedly, bread has long been one of the main products of daily and mass consumption by the population and the oldest product made by man [1]. The first version of the bread was a kind of baked gruel made from cereals and water, which could be the result of accidental preparation or deliberate experiments. It is believed that wheat bread made from yeast dough first appeared in ancient Egypt, which was due to favorable local conditions for the growth of wheat. For the first

types of bread, leavening of the dough was used as a way to loosen the dough, for which they used bacteria present in the air as an alternative to yeast, in this case the dough was only left for a while in the open air before baking. In those areas of the ancient world where wine was produced, a mixture of grape juice and wheat flour, which was allowed to ferment, or wheat bran soaked in wine, was used as a leaven for dough. The most common approach to leavening the dough seemed to be to leave a piece of dough from a previous dough preparation and use it the next day as a source of fermentation in the preparation of a new bread dough.

Since ancient times, the assortment of bread among different peoples has been formed and differentiated depending on the type of the main raw material component - cereal flour. So among the ancient Egyptians, Jews, Greeks and Romans, bread made from barley, which is still popular and widely used in southern Germany, Switzerland and Greece, was very common. Oatmeal bread is very common in Scotland and Sweden; from corn - in Hungary, Romania, North and South America, from rice - in India, South China and some other countries; from sorghum - in the countries of Africa and Asia. Durra bread is used in Egypt (durra, durro [Arabic durra - pearl] is a variety of sorghum cereal, cultivated mainly in Africa, Southeast Asia, the USA). In the modern culture of bread in all modern cultural countries, food products obtained exclusively from wheat and rye are known under bread, and during the 19th century in Western Europe, rye bread was replaced by wheat bread as the most easily digestible by the human body, while the use of rye bread is widespread manner in Russia.

Most grains, especially wheat, rye, and barley, contain gluten, a high molecular weight protein made up of glutenin and gliadin molecules that gives even texture and elasticity to bread dough. Gluten is a toxic substance, an allergen and causes the development of an immune-mediated disease of the small intestine - celiac disease in genetically susceptible people, and therefore represents a certain danger. Getting into the gastrointestinal tract as part of food, gluten breaks down into fractions, one of which, namely, gliadin, is perceived by the immune system as a foreign protein, and in response it produces immune complexes that damage the intestinal walls. Approximately every hundredth person suffers from this disease. In the modern world, gluten intolerance and celiac disease are quite high, especially in Europe [2]. The main symptoms of the disease are: diarrhea, weight loss and height, severe abdominal pain, anemia, irritability, as a comorbidity - cancer. The main treatment for this disease is aimed at eliminating all foods containing gluten from the diet. Foods that are sources of easily digestible proteins, fats and carbohydrates must be introduced into a gluten-free diet, since the role of a gluten-free diet can hardly be overestimated, because a properly composed diet prevents the recurrence of the disease and prevents the risk of serious complications [2].

As the practice of obtaining gluten-free products shows, non-traditional types of raw materials are used for their production, such as pseudo-cereal flour (amaranth, buckwheat, quinoa), from root crops and tubers (potato, sweet potato, etc.), fruits of shrubs and trees (chestnut, bird cherry, banana, carob), as well as starch in its natural form and its modified types [2].

The main difficulty in replacing traditional wheat flour with other raw materials is the need to form and mimic the viscoelastic properties imparted to the dough by gluten in wheat flour. Gluten creates the texture of wheat bread, provides the usual porous structure of the bread crumb.

The most common compounds used as structurants in gluten-free doughs are hydrocolloids, which by coating the starch granules delay the absorption of water and thereby improve the elastic and viscous properties of such dough. They also increase the specific volume, softness, slow down the staleness of bread and bakery products.

Gluten-free products tend to be low in vitamins and minerals. To enrich gluten-free bread, various additives of seeds and nuts are also often used, which are known to be sources of vegetable protein, polyunsaturated fatty acids, vitamins, macro- and microelements. For example, poppy and sesame are a source of calcium, turmeric - iron and copper, amaranth - iron and magnesium. In addition, it is known that seeds and nuts used to enrich bread contain a large amount of biologically active components, such as phenolic substances, essential oils, and fiber [3, 4].

Research objects. The main object of research is a new gluten-free bread with the addition of non-traditional vegetable raw materials - mung bean and chia seeds.

Mash (mung beans, golden beans) (*lat. Vigna radiata*) is an annual herbaceous plant; species of the genus *Vigna* of the legume family; leguminous crop originating from India. It is actively cultivated and used for food in China, Turkmenistan, Uzbekistan, Korea, Japan and countries of Southeast Asia. Mung bean seeds are eaten whole, shelled, sprouted, they extract starch from them and make noodles. There are many recipes for cooking: based on mung bean seeds: cereals, salads, soups. Mung beans are a good prophylactic that prevents diseases of the kidneys, heart and blood vessels, as well as respiratory and autoimmune diseases. Like all legumes, this is a fairly high-calorie product: 100 grams of mung bean seeds contain 323 kcal. The chemical composition of the seeds of this plant is represented by the content of 23.5 g of protein, 2.0 g of fat, 46.0 g of digestible carbohydrates, 11.5 g of dietary fiber; water is 14.2 g. The rest in the seeds of these legumes is occupied by minerals (K, Ca, Mg, Na, Ph, Fe) and vitamin compounds (a lot of vitamins C, E, PP and group B [3, 4].

According to the content of iron and a number of macronutrients, mung bean seeds are comparable to the meat of slaughtered animals. Mung bean seeds are a very useful product for the nutrition of athletes involved in various sports, especially power ones, due to their high protein content. Mung beans also contain a lot of magnesium, phosphorus, potassium - this is of great importance for the functioning of the brain, heart and nervous system [3, 4].

Chia (Spanish sage) (*lat. Salvia hispanica*) is an annual herbaceous plant belonging to the Lamiaceae family up to 1 m high. The leaves are opposite 4-8 cm long and 3-5 cm wide. The flowers are white or purple. The seeds are small oval, about 1 mm in diameter, brown, gray, black or white, mottled on the surface with a relief pattern (Fig. 1.).



Figure 1. Appearance of chia seeds [11]

Chia seeds have nutritional value due to their high content of dietary fiber and fat (Table 1).

The chemical composition of chia seeds is represented by the content of 16.5 g of protein, 30.7 g of fat, 42.1 g of carbohydrates, including 34.4 g of dietary fiber, of which insoluble dietary fiber is 85-93%, soluble dietary fiber is approximately 7-15%; water is 6.0 g, calorie content - 486 kcal. In terms of dietary fiber content, chia seeds are superior to dried fruits, cereals or nuts.

Table 1. - Nutritional value of chia seeds [7].

Name of nutrients	The nutritional value			
	US Department of Agriculture [7]		Jin et al. [8]	
Energy	486	kcal	562	kcal
Protein	16.5	g / 100 g	24.2	g / 100 g
total lipid	30.7	g / 100 g	40.2	g / 100 g
Ash	4.8	g / 100 g	4.77	g / 100 g
Carbohydrates	42.1	g / 100 g	26.9	g / 100 g
Alimentary fiber	34.4	g / 100 g	30.2	g / 100 g
Calcium	631.0	mg / 100 g	456	mg / 100 g
Iron	7.7	mg / 100 g	9.18	mg / 100 g
Magnesium	335.0	mg / 100 g	449	mg / 100 g
Phosphorus	860.0	mg / 100 g	919	mg / 100 g
Potassium	407.0	mg / 100 g	726	mg / 100 g

Sodium	16.0	mg / 100 g	0.26	mg / 100 g
Zinc	4.6	mg / 100 g	6.47	mg / 100 g
Copper	0.9	mg / 100 g	1.86	mg / 100 g
Manganese	2.7	mg / 100 g	3.79	mg / 100 g
Vitamin C	1.6	mg / 100 g		mg / 100 g
Thiamine	0.6	mg / 100 g		mg / 100 g
Riboflavin	0.2		n.d.*	
Niacin	8.8	mcg / 100 g		mcg / 100 g
Vitamin E	0.5			
Folic acid	49.0	mcg / 100 g	n.d.*	mcg / 100 g

(* n.d. - not determined).

Chia seeds are characterized by a high content of polyunsaturated fatty acids, mainly α -linolenic acid, which accounts for approximately 60% of all fatty acids. Linoleic, oleic, and palmitic acids are found in smaller amounts. Chia seeds contain more omega-3 acids than flaxseed. As part of the seeds, the optimal ratio of omega-6 and omega-3 is 0.3: 0.35 and has a cardiac, hepatic, hypotensive, anti-allergic and anti-diabetic role. Chia contains vitamins: A, C, E, B₁, B₂, PP, and in large quantities minerals - potassium, calcium, magnesium, phosphorus, selenium and zinc. Chia seeds have gained food popularity primarily as a source of vegetable calcium, since 100 g of seeds contain 631 mg of calcium, which is twice as much as in a glass of milk [9,10,11]. In addition, chia seeds contain many minerals: phosphorus (860-919 mg / 100 g), calcium (456-631 mg / 100 g), potassium (407-726 mg / 100 g) and magnesium (335-449 mg / 100 g). d) are contained in the largest amounts [9,10,11]. Studies have also confirmed the presence of some vitamins, mainly vitamin B₁ (0.6mg/100g), vitamin B₂ (0.2mg/100g) and niacin (8.8mg/100g) [9,10, 11].

Chia seeds are also a good source of vegetable protein, which accounts for approximately 18-24% of their mass [9,10,11]. Amino acid composition: 10 exogenous amino acids, among which the highest content was for arginine, leucine, phenylalanine, valine and lysine. Proteins in chia seeds are also rich in endogenous amino acids, mainly glutamic and aspartic acids, alanine, serine, and glycine [9,10,11]. Chia seeds do not contain gluten and therefore can be used to produce functional foods for people suffering from celiac disease [9,10,11]. Chia contains groups of phytochemicals characterized by high biological activity [9,10,11]. In particular, these are polyphenols: gallic, coffee, chlorogenic, cinnamic and ferulic acids, quercetin, kaempferol, epicatechin, rutin, apigenin and p- coumaric acid. Isoflavones, such as daidzein, glycitein, genistein, and genistin, are found in small amounts. Ciftci et al. showed the presence of campesterol (472 mg/kg lipid), stigmasterol (1248 mg/kg lipid), β - sitosterol (2057 mg/kg lipid), and 5-avenasterol [10,11]. Moreover, chia seeds have also been found to contain tocopherols: α -tocopherol (8 mg/kg lipid), γ -tocopherol (422 mg/kg lipid) and δ -tocopherol (15 mg/kg lipid).

Chia seeds have probiotic properties, being food and breeding ground for beneficial bacteria, improve the condition of the intestinal microflora of the human body. In 2005, the European Union recognized chia as a promising oilseed crop [3, 4]. Chia seeds are a very useful ingredient for baking whole grain bread. Due to the high fiber content, crushed seeds add volume to bread products due to the stabilization of porosity and original taste, reducing the glycemic index of the finished food product [3, 4].

When developing the recipe composition of gluten-free bread, a gluten-free mixture " Gluten -free universal flour " was used, produced according to RU TU 9195-012 - 89751414-11 . The composition of the gluten-free mixture: flour: rice, amaranth, linen; starch: tapioca, corn, potato; thickener - xanthan gum.

Jerusalem artichoke syrup brand " Royal " Forest ", produced according to TU 9185-003 - 56857055-05, was used as a natural sugar substitute to form the taste and dietary properties of new gluten-free bread. Jerusalem artichoke syrup has a low glycemic index, improves metabolism, removes toxins from the body and strengthens the immune system, is a rich source of vitamins C, B₁, B₂, PP and trace elements Mg, K, Ca, it also contains 69.5% carbohydrates; energy value - 267 kcal. Ingredients of the syrup: Jerusalem artichoke tubers, citric acid, water.

Research methods. In the work, generally accepted standard and special, published in the literature, research methods were used [5].

Results. The main objective of the experimental phase of the study was to develop an optimized recipe and technological scheme for the production of gluten-free bread with the addition of mung bean and chia seeds, called " Dietfito ". To achieve this goal, trial bread baking was carried out in laboratory conditions, which was carried out in accordance with GOST 27669-88.

When developing the recipe for gluten-free bread dough " Dietphyto " was based on the basic recipe for bread made from wheat flour, in which wheat baking flour was replaced with a gluten-free mixture " Gluten -free all-purpose flour " and corn starch with the addition of dried mung bean and chia seed biomass, as well as for strengthening dietary orientation and improvement of the organoleptic characteristics of the new bread, Jerusalem artichoke syrup was introduced into the dough.

On the basis of trial baking, a recipe was drawn up and a technological scheme for obtaining gluten-free bread " Dietfito " was developed with the output of finished bread products - 200 g. The technological scheme for obtaining gluten-free bread " Dietfito " includes the stage of preparing raw materials, dosing and combining dry raw materials mung bean and chia seeds, salt) with Jerusalem artichoke syrup, yeast solution and water; this is followed by kneading and thorough mixing of the dough, then dividing the dough into dough pieces weighing 250 g. Next, the dough products are formed in the form of a brick and placed in molds greased with vegetable oil. Then the molds with dough pieces of products go through the stage of aging in a proofer for 45 minutes at a temperature of 35°C, baking is necessarily carried out with steam humidification for 45 minutes at a temperature of 180°C.

The conducted studies showed that with the addition of 18.75% mung bean seed powder, 12.5% chia seed powder, 25.00% dry corn starch and 12.5% Jerusalem artichoke syrup from the mass of the gluten-free mixture " Gluten -free all-purpose flour ", the obtained samples gluten-free bread had the best physicochemical (table 2) and organoleptic characteristics.

Table 2. - Physical and chemical parameters of the new gluten-free bread " Dietfito "

Name of indicator	Indicator value		
	GOST R 58233-2018 (National standard of the Russian Federation "Wheat flour bread")	Bread products " Dietphyto "	Control sample
Humidity, %	no more than 49	48.4	48.9
Acidity, deg.	no more than 7	6.9	7.0

The evaluation of the organoleptic characteristics of gluten-free bread " Dietfito " was carried out 16-18 hours after baking according to the following indicators: shape, surface condition, color, porosity, sectional view, smell, taste. The results of the organoleptic evaluation and evaluation of the physicochemical and safety indicators of the finished product were compared with the corresponding indicators of the control sample, which was taken as a sample of wheat bread prepared in the traditional way.

The palatability of the new bread was rated quite high on the whole. The tasters noted the attractive appearance of the new bread product, its pleasant taste. Color and texture were determined to be typical for this type of product, the experts indicated the absence of foreign odors.

Hygienic safety indicators of bakery products are regulated by TR TS 021/2011. Table 3 shows the values of individual safety indicators of the new gluten-free bread " Dietfito ".

Table 3. - Hygienic requirements for bread and bakery products

Indicators	Values	
	Permissible level, no more (TR CU 021/2011)	-free bread " Dietfito "
Toxic elements:		
- lead	0.35	0.00123
- arsenic	0.15	0.00144
- cadmium	0.07	0.00045
- mercury	0.015	0.00031
Mycotoxins :		
- aflatoxin B ₁	0.005	footprints

Pesticides:		
- hexachlorocyclohexane (α -, β -, γ -isomers)	0.5	footprints
- DDT and its metabolites	0.02	-
- hexachlorobenzene	0.01	-
- organomercury pesticides	not allowed	-
- 2.4 D acid, its salts, esters	not allowed	not determined
Radionuclides:		
- cesium-137	40 Bq/kg	<11.70
- strontium-90	20 Bq/kg	<11.40

As follows from the data presented in tables 2 and 3, the physical and chemical indicators of the quality and safety of the new gluten-free bread " Dietfito " correspond to the standard values for this group of food products, and the tasting assessment confirmed the complementarity of its organoleptic indicators.

Findings. The assessment of the quality and safety indicators of the new gluten-free bread with mung bean and chia seeds confirmed its compliance with the requirements of the current regulations and standards and can serve as a justification for the prospects for improving the formulations of gluten-free bakery products of increased nutritional value with the addition of non-traditional vegetable raw materials - mung bean and chia seeds.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мотовилов, К.Я. Пицца – главный фактор здоровья и долголетия человека К.Я. Мотовилов, В.М. Позняковский, О.К. Мотовилов, К.Н. Нициевская, В.В. Щербинин // Пицца. Экология. Качество: труды XIV междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 8-10 ноября 2017 г.) / ФАНО России, Минобрнауки РФ, Сиб. науч.-исслед. и технол. ин-т перераб. с.-х. продукции, ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, СФНЦА РАН [отв. за вып.: Мотовилов О.К. и др.]. – Новосибирск, 2017. – в 3-х т. – Т. 1. – С. 8-12.
2. Бельмер С.В. Эпидемиология целиакии: факты и выводы // Лечащий врач. – 2013. - №1. – С. 16-19.
3. Позняковский, В.М. Пищевые ингредиенты и биологически активные добавки: учебник / В.М. Позняковский О.В. Чугунова, М.Ю. Тамова. – Москва: Издательский Дом «Инфра-М», 2017. – 143 с.
4. Джабоева, А.С. Дикорастущие плоды – перспективное сырье для извлечения биологически активных веществ [Текст] / А.С. Джабоева, М.Ю. Тамова, А.С. Кабалоева, З.С. Думанишева, Л.Г. Шаова, Д.Р. Соваева // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2007. – № 5-6. – С. 21-23.
5. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов [Текст] // под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. – Москва: Брандес, Медицина, 1998. – 340 с.
6. B. Kulczyński, J. Kobus-Cisowska, M. Taczanowski, D. Kmiecik, A. Gramza-Michałowska The Chemical Composition and Nutritional Value of Chia Seeds-Current State of Knowledge / Nutrients, 2019 ,11(6)., pp.1242, doi: 10.3390/nu11061242.
7. Национальная база данных по питательным веществам Министерства сельского хозяйства США для стандартной справки <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl> (дата обращения: 3 мая 2019 г.).
8. Jin, F.; Nieman, D.C.; Sha, W.; Xie, G.; Qiu, Y.; Jia, W. Supplementation of milled chia seeds increases plasma ALA and EPA in postmenopausal women. Plant Foods Hum. Nutr. 2012, 67, 105-110.
9. Namiki M. Nutraceutical functions of sesame: a review. Crit Rev Food Sci Nutr. 2007; 47:651–73.
10. Rahman Ullah¹, Muhammad Nadeem^{1*} and Muhammad Imran Ullah et al. Omega-3 fatty acids and oxidative stability of ice cream supplemented with olein fraction of chia (*Salvia hispanica* L.) oil Lipids in Health and Disease (2017)., DOI 10.1186/s12944-017-0420-y.
11. Семена chia https://en.wikipedia.org/wiki/Chia_seed (дата обращения 11.08.2022).

REFERENCES

1. Motovilov, K.YA. Pishcha – glavnyi faktor zdorov'ya i dolgoletiya cheloveka K.YA. Motovilov, V.M. Poznyakovskii, O.K. Motovilov, K.N. Nitsievskaya, V.V. Shcherbinin // Pishcha. Ehkologiya. Kachestvo: trudy XIV mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Novosibirsk, 8-10 noyabrya 2017 g.) / FANO Rossii, Minobrnauki RF, Sib. nauch.-issled. i tekhnol. in-t pererab. s.-kh. produktov, FGBOU VO Krasnoyarskii GAU, SFNTSA RAN [otv. za vyp.: Motovilov O.K. i dr.]. – Novosibirsk, 2017. – v 3-kh t. – T. 1. – S. 8-12.
2. Bel'mer S.V. Ehpideologiya tseliakii: fakty i vyvody // Lechashchii vrach. – 2013. – №1. – S. 16-19.
3. Poznyakovskii, V.M. Pishchevye ingredienty i biologicheski aktivnye dobavki: uchebnik / V.M. Poznyakovskii O.V. Chugunova, M.YU. Tamova. – Moskva: Izdatel'skii Dom «Infra-M», 2017. – 143 s.
4. Dzhaboeva, A.S. Dikorastushchie plody – perspektivnoe syr'e dlya izvlecheniya biologicheski aktivnykh veshchestv [Tekst] / A.S. Dzhaboeva, M.YU. Tamova, A.S. Kabaloeva, Z.S. Dumanisheva, L.G. Shaova, D.R. Sovaeva // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Pishchevaya tekhnologiya. – 2007. – № 5-6. – S. 21-23.
5. Rukovodstvo po metodam analiza kachestva i bezopasnosti pishchevykh produktov [Tekst] // pod red. I.M. Skurikhina, V.A. Tutel'yana. – Moskva: Brandes, Meditsina, 1998. – 340 s.
6. B. Kulczyński, J. Kobus-Cisowska, M. Taczanowski, D. Kmiecik, A. Gramza-Michałowska The Chemical Composition and Nutritional Value of Chia Seeds-Current State of Knowledge / Nutrients, 2019 ,11(6)., pp.1242, doi: 10.3390/nu11061242.
7. Natsional'naya baza dannykh po pitatel'nykh veshchestvam Ministerstva sel'skogo khozyaistva SSHA dlya standartnoi spravki <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl> (data obrashcheniya: 3 maya 2019 g.).
8. Jin, F.; Nieman, D.C.; Sha, W.; Xie, G.; Qiu, Y.; Jia, W. Supplementation of milled chia seeds increases plasma ALA and EPA in postmenopausal women. Plant Foods Hum. Nutr. 2012, 67, 105-110.
9. Namiki M. Nutraceutical functions of sesame: a review. Crit Rev Food Sci Nutr. 2007; 47:651–73.
10. Rahman Ullah¹, Muhammad Nadeem^{1*} and Muhammad Imran Ullah et al. Omega-3 fatty acids and oxidative stability of ice cream supplemented with olein fraction of chia (*Salvia hispanica* L.) oil Lipids in Health and Disease (2017)., DOI 10.1186/s12944-017-0420-y.
11. Semena chia https://en.wikipedia.org/wiki/Chia_seed (data obrashcheniya 11.08.2022).

ОБ АВТОРАХ | ABOUT THE AUTHORS

Пушмина Ирина Николаевна, доктор технических наук, профессор кафедры технологии и организации общественного питания, Сибирский федеральный университет. 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79. E-mail: root1986@mail.ru, ORCID: 0000-0003-3783-3535;

Pushmina Irina Nikolaevna, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technology and Organization of Public Catering, Siberian Federal University, 660041, Krasnoyarsk, Svobodny Ave., 79. E-mail: root1986@mail.ru, ORCID: 0000-0003-3783-3535;

Оробинская Валерия Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов питания и товароведения, Пятигорский институт (филиал) Северо-Кавказского Федерального университета, г. Пятигорск, 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) North Caucasus Federal University, Pyatigorsk, e-mail: orobinskaya.val@yandex.ru

Кольман Ольга Яковлевна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации общественного питания, Сибирский федеральный университет, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79; E-mail: kolmanolya@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3860-7209>;

Kolman Olga Yakovlevna, Candidate of Technical Sciences, Associate professor of the Department of Technology and Organization of Public Catering, Siberian Federal University, 660041, Krasnoyarsk, Svobodny Ave., 79; E-mail: kolmanolya@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3860-7209>;

Дейберт Ирина Сергеевна, магистрант ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет». 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79. E-mail: root1986@mail.ru.

Deibert Irina Sergeevna, Master of the FSAEI HE «Siberian Federal University», FSAEI HE «Siberian Federal University», 660041, Krasnoyarsk, Svobodny Ave., 79. E-mail: root1986@mail.ru.

Дата поступления в редакцию: 19.10.2022

После рецензирования: 13.11.2022

Дата принятия к публикации: 07.12.2022

УДК 004.94 + 546.711
DOI: 10.37493/2307-910X.2022.4.6

А. А. Гвозденко [A.Gvozdenko Alexey]
М. А. Пирогов [M.A.Pirogov]
А. В. Блинов [A. V. Blinov],
А. Б. Голик [A. B. Golik],
А. А. Яковенко [A. A. Yakovenko],
А. А. Блинова [A.A. Blinova]

**КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТИПА
КООРДИНИРОВАНИЯ МАРГАНЦА С
ВИТАМИНОМ В₂ И НЕЗАМЕНИМЫМИ
АМИНОКИСЛОТАМИ**

**QUANTUM CHEMICAL MODELING OF THE
TYPE OF COORDINATION OF MANGANESE
WITH VITAMIN B₂ AND ESSENTIAL AMINO
ACIDS**

ФГАОУ ВО Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия
FSAEI HE "North-Caucasus Federal University", Stavropol, Russia
e-mail: gvozdenko.1999a@gmail.com

В рамках данного исследования проведено квантово-химическое моделирование типа координирования марганца с витамином В₂ и незаменимыми аминокислотами. Взаимодействие марганца с аминокислотами рассматривалось через карбоксильную группу и аминогруппу аминокислоты, с витамином В₂ – через различные пары енольного кислорода и соседнего гетероатома азота. В результате моделирования установлено, что все представленные взаимодействия являются энергетически выгодными ($\Delta E \geq 2331,756$ ккал/моль) и химически стабильными ($\eta \geq 0,096$ эВ). Координирование марганца с витамином В₂ и незаменимыми аминокислотами происходит через N₃ и енольный кислород, присоединённый к С₂ атому, в пиримидиновом кольце витамина В₂, и через карбоксильную группу и аминогруппу, присоединённую к С₂ атому углерода, аминокислот.

Ключевые слова: витамин В₂, квантово-химическое моделирование, незаменимые аминокислоты, хелатные комплексы, марганец

Abstract

Within the framework of this study, quantum chemical modeling of the type of coordination of manganese with vitamin B₂ and essential amino acids was carried out. The interaction of manganese with amino acids was carried out through the carboxyl group and amino group of the amino acid, interaction with vitamin B₂ was carried out through various pairs of enolic oxygen and a neighboring nitrogen heteroatom. As a result of modeling, it was found that all the presented interactions are energetically favorable ($\Delta E \geq 2331,756$ kcal/mol) and chemically stable ($\eta \geq 0.096$ eV). The coordination of manganese with vitamin B₂ and essential amino acids occurs through N₃ and enolic oxygen attached to the C₂ atom in the pyrimidine ring of vitamin B₂, and through the carboxyl group and amino group attached to the C₂ atom of amino acids.

Key words: vitamin B₂, quantum chemical modeling, essential amino acids, chelate complexes, manganese

Исследование выполнено при финансовой поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации (проект МК-478.2022.5).

The study was supported financially by the Council for Grants of the President of the Russian Federation (project MK-478.2022.5).

Introduction

Nutrition is one of the key factors affecting human health, its performance and life expectancy. An urgent problem at the moment is the problem of microelement deficiency - lack of bioavailable essential trace elements that protect the body from the influence of negative factors and provide resistance to diseases [1]. These substances include vitamins, amino acids and various trace elements.

There are eight essential amino acids in total: isoleucine, leucine, valine, tryptophan, phenylalanine, lysine, threonine, methionine. Each of them is involved in various biochemical processes in the body. For example, isoleucine promotes the restoration of tissue cells, participates in the regulation of glucose and cholesterol in the blood serum, and affects muscle recovery after exercise [2]. Lysine, like isoleucine, is necessary to maintain the energy level of the body, for the absorption and transport of calcium to bone tissues, as well as for the functioning of the gallbladder and the human endocrine system [3]. Tryptophan is necessary for the synthesis of vitamin B_3 , is a precursor for the synthesis of serotonin, and is also used for the complex therapy of the psychoverbal development of children [4]. Threonine prevents the accumulation of fats in the liver; it is also necessary for the synthesis of glycine and serine [5].

An insufficient amount of essential microelements in human nutrition adversely affects its development, physical and mental activity, reduces the body's resistance to the influence of negative factors and leads to the development of a number of alimentary-dependent diseases [6, 7]. According to statistics, in the Leningrad region there is a deficiency in soil, water and plants of such essential microelements as zinc, iodine, manganese and selenium [8–10].

Manganese is an essential trace element and plays one of the key roles in the functioning of the gonads: a low level of manganese reduces sperm motility in men and significantly reduces the chance of conception in women. The key action of manganese is in insulin metabolism. People with diabetes are deficient in manganese: the content of manganese in the blood of this category of people is below the normal level [11, 12]. An important role of manganese is manifested in its antioxidant properties. In brain tissues, manganese is the most important cofactor for most enzymes, an example of which is superoxide dismutase (SOD), a “bodyguard” enzyme that protects body cells from oxidation [13].

However, not every form of essential microelements has high bioavailability, and as a result, the development of forms of essential microelements with high bioavailability is an actual direction of modern science. Scientists have established that triple chelated organic forms of trace elements are bioavailable for the human body [14–16]. The purpose of this study is quantum chemical modeling of the type of coordination of manganese with vitamin B_2 and essential amino acids.

Experimental part

QChem software using the molecular editor - IQmol, using the following construction parameters: calculation - Energy, method - HF, basis - 6-31G, convergence - 5, force field - Gchemical.

Within the framework of quantum-chemical modeling of the interaction of vitamin B_2 , essential trace elements and essential amino acids, the total energy of the system (E), the energy of the highest occupied molecular orbital (E_{HOMO}), the energy of the lowest free molecular orbital (E_{LUMO}), the energy difference between the amino acid and the system were calculated interactions (ΔE), chemical hardness (η), calculated by the formula:

$$\eta = \frac{E_{LUMO} - E_{HOMO}}{2} \quad (1)$$

Discussion of the results

To determine the type of coordination of manganese with vitamin B_2 and essential amino acids at the first stage of research, models of essential amino acids were considered, then the interaction of manganese with essential amino acids and vitamin B_2 was considered. Coordination of the manganese atom with amino acids was carried out through the amino group attached to the C_2 atom and the carboxyl group; with vitamin B_2 through various pairs of enol oxygen and the neighboring nitrogen heteroatom. The simulation results are presented in Table 1.

Table 1 - Results of computer quantum-chemical modeling

Amino acid	Type of interaction with vitamin B_2	E , kcal/mol	ΔE , kcal/mol	E_{HOMO} , eV	E_{LUMO} , eV	η , eV
1	2	3	4	5	6	7
Lysine	Amino acid	-496.481	-	-0.177	-0.024	0.077
	Through N_5 in the pyrazine ring and enol oxygen attached to the C_4 atom in the pyrimidine ring	-2960.315	2463.829	-0.293	0.034	0.164
	Through N_3 and enol oxygen attached to the C_4 atom in the pyrimidine ring	-2960.533	2464.049	-0.219	0.053	0.136
	Through N_3 and enol oxygen attached to C_2 atom in the pyrimidine ring	-2960.128	2463.639	-0.233	0.031	0.132
	Through N_1 and enol oxygen attached to C_2 atom in the pyrimidine ring	-2960.363	2463.879	-0.190	0.001	0.095
Valine	Amino acid	-402.112	-	-0.249	0.016	0.133
	Through N_5 in the pyrazine ring and enol oxygen attached to the C_4 atom in the pyrimidine ring	-2866.631	2464.518	-0.242	0.041	0.142
	Through N_3 and enol oxygen attached to the C_4 atom in the pyrimidine ring	-2866.535	2464.418	-0.234	0.034	0.134
	Through N_3 and enol oxygen attached to C_2 atom in the pyrimidine ring	-2866.620	2464.508	-0.173	0.028	0.101
	Through N_1 and enol oxygen attached to C_2 atom in the pyrimidine ring	-2866.328	2464.208	-0.205	0.022	0.114
Leucine	Amino acid	-441.397	-	-0.260	0.006	0.133
	Through N_5 in the pyrazine ring and enol oxygen attached to the C_4 atom in the pyrimidine ring	-2905.344	2463.943	-0.250	0.042	0.146
	Through N_3 and enol oxygen attached to the C_4 atom in the pyrimidine ring	-2905.222	2463.823	-0.242	0.034	0.138
	Through N_3 and enol oxygen attached to C_2 atom in the pyrimidine ring	-2905.450	2464.053	-0.244	0.058	0.151
	Through N_1 and enol oxygen attached to C_2 atom in the pyrimidine ring	-2905.381	2463.983	-0.190	0.012	0.101
Isoleucine	Amino acid	-441.394	-	-0.247	0.018	0.133
	Through N_5 in the pyrazine ring and enol oxygen attached to the C_4 atom in the pyrimidine ring	-2905.708	2464.306	-0.246	0.044	0.145
	Through N_3 and enol oxygen attached to the C_4 atom in the pyrimidine ring	-2905.955	2464.556	-0.239	0.017	0.111
	Through N_3 and enol oxygen attached to C_2 atom in the pyrimidine ring	-2905.460	2464.066	-0.221	0.032	0.127
	Through N_1 and enol oxygen attached to C_2 atom in the pyrimidine ring	-2905.440	2464.046	-0.199	0.002	0.099
Methionine	Amino acid	-800.251	-	-0.232	0.006	0.119
	Through N_5 in the pyrazine ring and enol oxygen attached to the C_4 atom in the pyrimidine ring	-3264.091	2463.839	-0.250	0.037	0.144
	Through N_3 and enol oxygen attached to the C_4 atom in the pyrimidine ring	-3263.990	2463.739	-0.219	0.054	0.137
	Through N_3 and enol oxygen attached to C_2 atom in the pyrimidine ring	-3263.935	2463.679	-0.247	0.045	0.146
	Through N_1 and enol oxygen attached to	-	2463.589	-0.194	-	0.096

1	2	3	4	5	6	7
	C_2 atom in the pyrimidine ring	3263.848			0.002	
Threonine	Amino acid	-438.015	-	-0.248	0.006	0.127
	Through N_5 in the pyrazine ring and enol oxygen attached to the C_4 atom in the pyrimidine ring	- 2902.411	2464.395	-0.243 _	0.045	0.144
	Through N_3 and enol oxygen attached to the C_4 atom in the pyrimidine ring	- 2902.283	2464.265	-0.228 _	0.044	0.136
	Through N_3 and enol oxygen attached to C_2 atom in the pyrimidine ring	- 2902.258	2464.235	-0.242 _	0.056	0.149
	Through N_1 and enol oxygen attached to C_2 atom in the pyrimidine ring	- 2901.109	2463.085	-0.323 _	0.042	0.183
Tryptophan	Amino acid	-554.424	-	-0.240	0.002	0.121
	Through N_5 in the pyrazine ring and enol oxygen attached to the C_4 atom in the pyrimidine ring	- 3148.505	2594.076	-0.244 _	0.043	0.144
	Through N_3 and enol oxygen attached to the C_4 atom in the pyrimidine ring	- 3148.342	2593.916	-0.235 _	0.044	0.140
	Through N_3 and enol oxygen attached to C_2 atom in the pyrimidine ring	- 3148.575	2594.150	-0.187 _	0.047	0.117
	Through N_1 and enol oxygen attached to C_2 atom in the pyrimidine ring	- 3148.571	2594.146	-0.196 _	0.003	0,100
Phenylalanine	Amino acid	-685.684	-	-0.195	- 0.035	0.080
	Through N_5 in the pyrazine ring and enol oxygen attached to the C_4 atom in the pyrimidine ring	- 3018.032	2332.346	-0.241 _	0.045	0.143
	Through N_3 and enol oxygen attached to the C_4 atom in the pyrimidine ring	- 3017.445	2331.756	-0.230 _	0.017	0.124
	Through N_3 and enol oxygen attached to C_2 atom in the pyrimidine ring	- 3017.862	2332.176	-0.186 _	0.062	0.124
	Through N_1 and enol oxygen attached to C_2 atom in the pyrimidine ring	- 3017.834	2332.146	-0.219 _	- 0.003	0.108

As a result of data analysis, it was found that the coordination of triple chelate complexes of manganese with vitamin B_2 and essential amino acids is possible, which is confirmed by the high values of the energy difference ($\Delta E \geq 2331.756$ kcal/mol) and chemical rigidity of all molecular systems ($\eta \geq 0.096$ eV).

The highest value of the energy difference ($\Delta E = 2594.150$ kcal/mol) has a complex of manganese with tryptophan and vitamin B_2 , where the interaction of manganese with vitamin B_2 passes through N_3 and enol oxygen attached to the C_2 atom in the pyrimidine ring of the vitamin B_2 (Figure 1), and the highest value of chemical hardness ($\eta = 0.183$ eV) is a complex of manganese with threonine and vitamin B_2 , in which the interaction occurs through N_1 and enol oxygen attached to the C_2 atom in the pyrimidine ring (Figure 2).

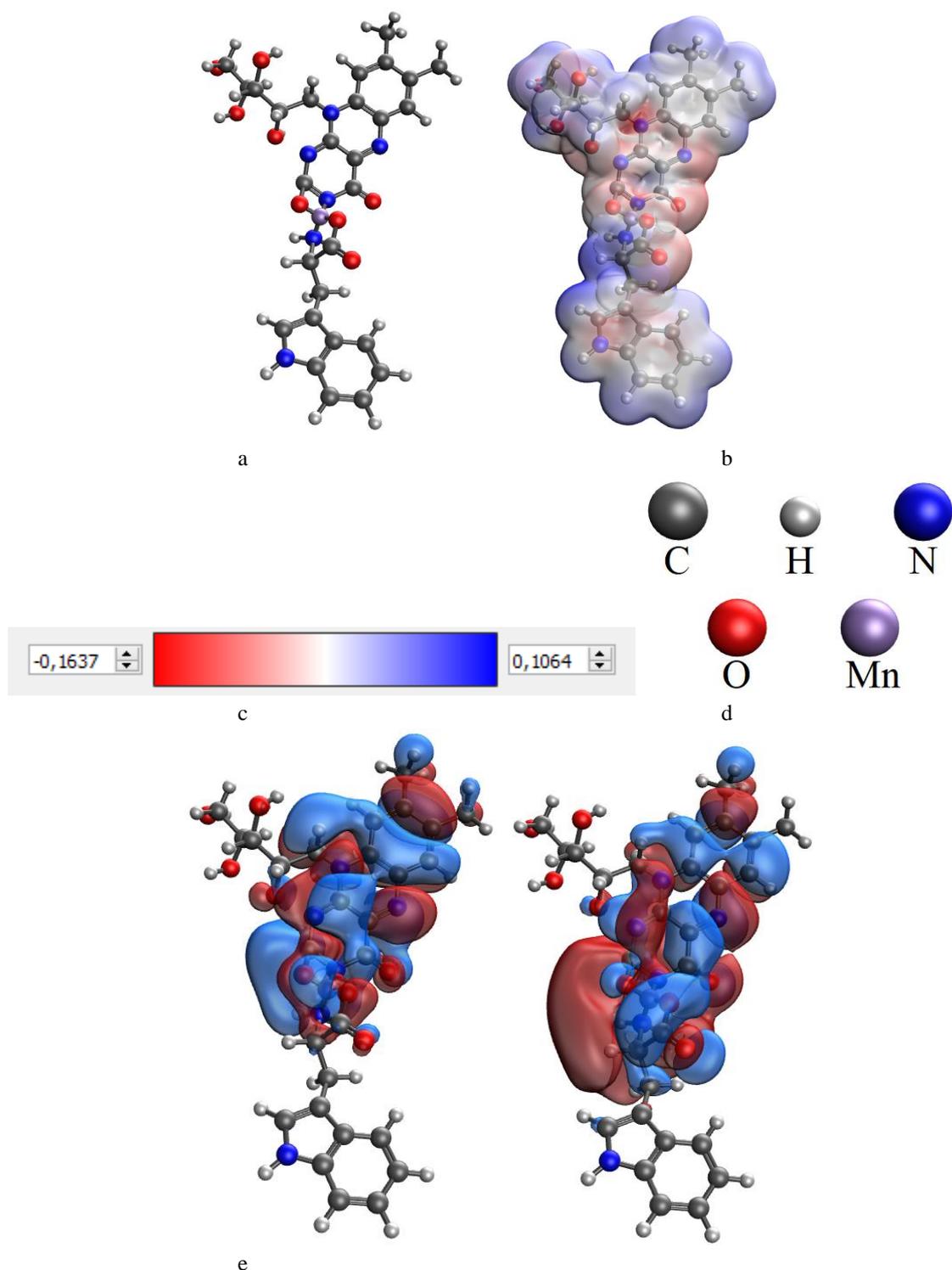


Figure 1 - The results of modeling the triple complex of tryptophan, vitamin B₂ and manganese, in which the interaction occurs through N₃ and enol oxygen attached to the C₂ atom in the pyrimidine ring of vitamin B₂: a – interaction model; b – electron density distribution; c – electron density distribution gradient; d – decoding; e – highest occupied molecular orbital *HOMO*; e – is the lowest free molecular orbital *LUMO*

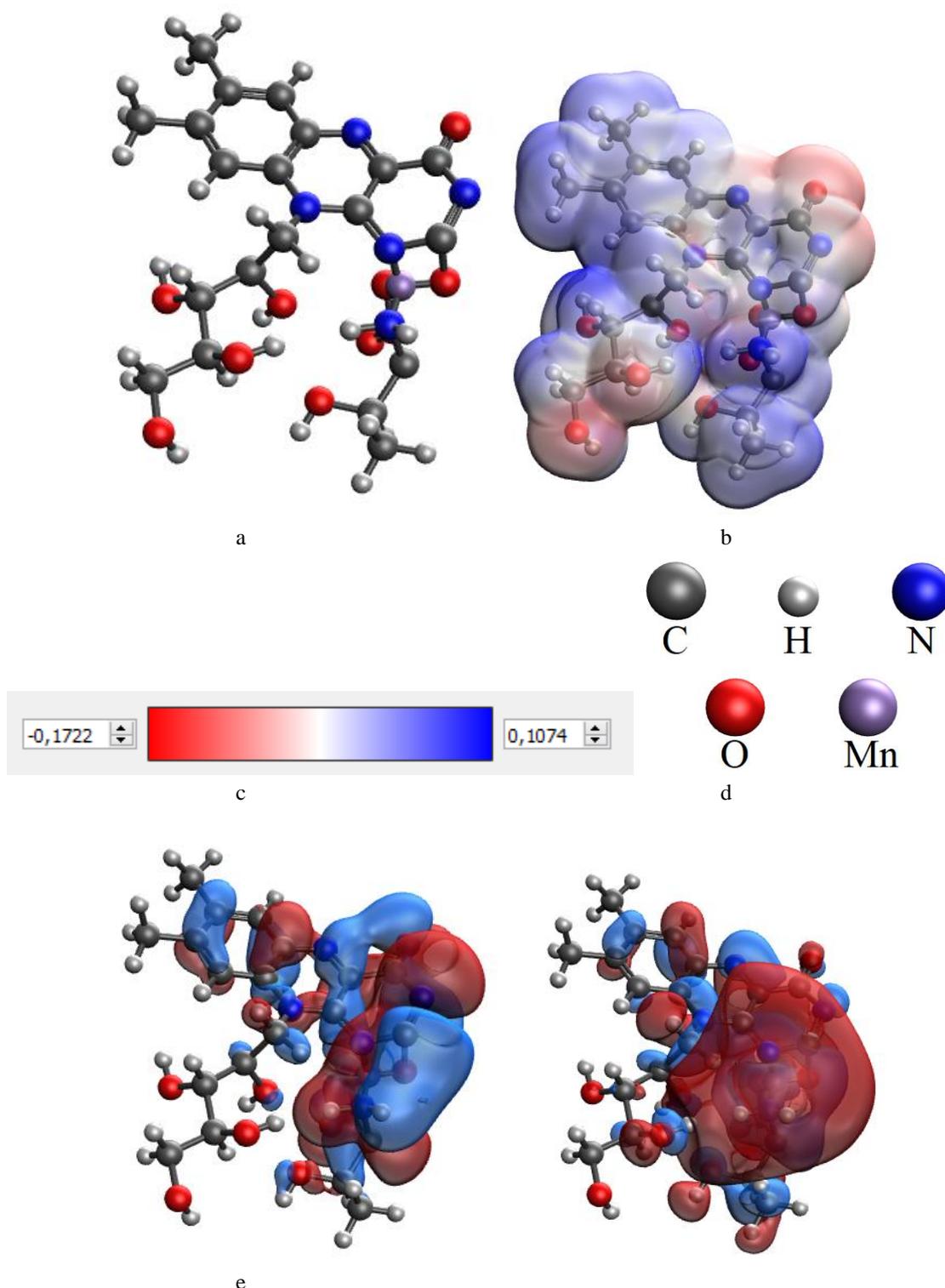


Figure 2 - The results of modeling the triple complex of threonine, vitamin B_2 and manganese, in which the interaction occurs through N_3 and enol oxygen attached to the C_2 atom in the pyrimidine ring of vitamin B_2 : a – interaction model; b – electron density distribution; c – electron density distribution gradient; d – decoding; e – highest occupied molecular orbital *HOMO*; e – is the lowest free molecular orbital *LUMO*

The analysis of the obtained data established that the coordination of manganese with vitamin B_2 and essential amino acids occurs through N_3 and the enol oxygen attached to the C_2 atom in the pyrimidine ring of vitamin B_2 , and through the carboxyl group and the amino group of the amino acids attached to C_1 and C_2 atoms.

Conclusion

As a result of quantum-chemical computer simulation, the possibility of coordination of triple chelate complexes of manganese with vitamin B_2 and essential amino acids was confirmed.

The obtained data on the total energy and chemical rigidity of the models allow us to conclude that the coordination of triple chelate complexes of manganese with vitamin B₂ and essential amino acids occurs through N₃ and enol oxygen attached to the C₂ atom in the pyrimidine ring.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бахтина Г. Г., Ленько О. А., Суханова С. Е. Микроэлементозы человека и пути коррекции их дефицита // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2007. – №. 4. – С. 82-89.
2. Лизин – одна из важнейших незаменимых аминокислот в обеспечении полноценного питания / О. В. Бобрешова, А. С. Фаустов, М. И. Чубирко [и др.]. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2003. – 80 с.
3. Лаврентьев А. Ю. Влияние использования *L*-лизин монохлоргидрата кормового в рационах молодняка свиней на рост, развитие и затраты кормов // Эффективное животноводство. – 2018. – №. 4 (143). – С. 64-65.
4. Роль незаменимой аминокислоты триптофана в возникновении нарушений сна и тревожно-депрессивных расстройств / В. Е. Карнаухов, Е. А. Народова, Н. А. Шнайдер, В. В. Народова, Д. В. Дмирченко, Р. Ф. Насырова // Человек и его здоровье. – 2022. – №. 2. – С. 13-23.
5. Японцев А. Э., Клименко А. С., Гущева-Митропольская А. Б. Функции треонина в организме птиц // Птицеводство. – 2016. – №. 9. – С. 25-29.
6. Скальный А. Микроэлементы бодрость, здоровье, долголетие. Изд. 4-е, доп., перераб. Москва: Издательство «Перо» Litres. – 2019 – 295 с.
7. Дроздов В. Н. Рациональное возмещение дефицита витаминов и микроэлементов // Лечебное дело. – 2009. – №. 3. – С. 34-41.
8. Зинина О. Т. Влияние некоторых тяжелых металлов и микроэлементов на биохимические процессы в организме человека // Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы. – 2001. – С. 99-105.
9. Взаимосвязь дисбаланса макрои микроэлементов и здоровье населения (обзор литературы) / М. Я. Ибрагимова, Л. Я. Сабирова, Е. С. Березкина, М. Г. Скальная, Р. И. Жданов, А. В. Скальный // Казанский медицинский журнал. – 2011. – Т. 92. – №. 4. – С. 606-609.
10. Парахонский А. П. Влияние недостатка микроэлементов на иммунную систему // Наука в современном мире. – 2017. – С. 45-48.
11. Громова О. А., Торшин И. Ю., Хаджидис А. К. Анализ молекулярных механизмов воздействия железа (II), меди, марганца в патогенезе железodefицитной анемии // Клиническая фармакология и фармаэкономика. – 2010. – Т. 1. – С. 1-9.
12. Хворостова, Т. Ю. Совершенствование технологии рецептур и потребительских свойств паштетов из мяса птицы и конины: специальность 05.18.04 "Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Хворостова Татьяна Юрьевна. – Ставрополь, 2013. – 23 с.
13. Саркисян А. Ф., Новикова М. А., Шестакова Т. Е. Патологии, связанные с нарушением обмена магния и марганца в организме человека // ББК 28.070 М-75. – 2017. – С. 45.
14. Разработка элементосбалансированного комплекса лизинаторибофлавината с эссенциальными микроэлементами / А. Б. Голик, Н. П. Оботурова, А. В. Блинов, А. А. Нагдалян // Инновационное развитие аграрно-пищевых технологий: Материалы международной научно-практической конференции, Волгоград, 17–18 июня 2021 года / Под общей редакцией И.Ф. Горлова. – Волгоград: Общество с ограниченной ответственностью "СФЕРА", 2021. – С. 211.
15. Способы повышения биодоступности эссенциальных микроэлементов / А. В. Блинов, А. В. Серов, В. А. Кравцов, А. Ю. Русанов, С. Н. Соловьева // Физико-химическая

биология, Ставрополь, 25–27 ноября 2015 года. – Ставрополь: Ставропольский государственный медицинский университет, 2015. – С. 28-30

16. Разработка наноразмерных доступных форм эссенциальных микроэлементов железа, меди, кобальта, марганца и цинка / А. Б. Голик, А. В. Блинов, А. А. Гвозденко, Т. Н. Бахолдина, М. А. Тараванов // Наука Юга России: достижения и перспективы: XVIII Ежегодная молодежная научная конференция : тезисы докладов, Ростов-на-Дону, 18–29 апреля 2022 года. – Ростов-на-Дону: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук", 2022. – С. 48

REFERENCES

1. Bakhtina G. G., Len'ko O. A., Sukhanova S. E. Mikroehlementozy cheloveka i puti korrektsii ikh defitsita // Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya. – 2007. – №. 4. – S. 82-89.
2. Lizin – odna iz vazhneishikh nezamenimyykh aminokislot v obespechenii polnotsennogo pitaniya / O. V. Bobreshova, A. S. Faustov, M. I. Chubirko [i dr.]. – Voronezh: Voronezhskii gosudarstvennyi universitet, 2003. – 80 s.
3. Lavrent'ev A. YU. Vliyanie ispol'zovaniya L-lizin monokhlorhidrata kormovogo v ratsionakh molodnyaka svinei na rost, razvitie i zatraty kormov // Ehffektivnoe zhivotnovodstvo. – 2018. – №. 4 (143). – S. 64-65.
4. Rol' nezamenimoi aminokisloty triptofana v vzniknovenii narushenii sna i trevozhno-depressivnykh rasstroistv / V. E. Karnaukhov, E. A. Narodova, N. A. Shnaider, V. V. Narodova, D. V. Dmirenko, R. F. Nasyrova // Chelovek i ego zdorov'e. – 2022. – №. 2. – S. 13-23.
5. Yapontsev A. EH., Klimenko A. S., Gushcheva-Mitropol'skaya A. B. Funktsii treonina v organizme ptits // Ptitsevodstvo. – 2016. – №. 9. – S. 25-29.
6. Skal'nyi A. Mikroehlementy bodrost', zdorov'e, dolgoletie. Izd. 4-e, dop., pererab. Moskva: Izdatel'stvo «PerO» Litres. – 2019 – 295 s.
7. Drozdov V. N. Ratsional'noe vozmeshchenie defitsita vitaminov i mikroehlementov // Lechebnoe delo. – 2009. – №. 3. – S. 34-41.
8. Zinina O. T. Vliyanie nekotorykh tyazhelykh metallov i mikroehlementov na biokhimicheskie protsessy v organizme cheloveka // Izbrannyye voprosy sudebno-meditsinskoi ehkspertizy. – 2001. – S. 99-105.
9. Vzaimosvyaz' disbalansa makroi mikroehlementov i zdorov'e naseleniya (obzor literatury) / M. YA. Ibragimova, L. YA. Sabirova, E. S. Berezkina, M. G. Skal'naya, R. I. Zhdanov, A. V. Skal'nyi // Kazanskii meditsinskii zhurnal. – 2011. – T. 92. – №. 4. – S. 606-609.
10. Parakhonskii A. P. Vliyanie nedostatka mikroehlementov na immunnuyu sistemu // Nauka v sovremennom mire. – 2017. – S. 45-48.
11. Gromova O. A., Torshin I. YU., Khadzhidis A. K. Analiz molekulyarnykh mekhanizmov vozdeistviya zheleza (II), medi, margantsa v patogeneze zhelezodefitsitnoi anemii // Klinicheskaya farmakologiya i farmaehkonomika. – 2010. – T. 1. – S. 1-9.
12. Khvorostova, T. YU. Sovershenstvovanie tekhnologii retseptur i potrebitel'skikh svoystv pashtetov iz myasa ptitsy i koniny: spetsial'nost' 05.18.04 "Tekhnologiya myasnykh, molochnykh i rybnnykh produktov i kholodil'nykh proizvodstv": avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / Khvorostova Tat'yana Yur'evna. – Stavropol', 2013. – 23 s.
13. Sarkisyan A. F., Novikova M. A., Shestakova T. E. Patologii, svyazannye s narusheniem obmena magniya i margantsa v organizme cheloveka // BKB 28.070 M-75. – 2017. – S. 45.
14. Razrabotka ehmentosbalansirovannogo kompleksa lizinatoriboflavinata s ehssentsial'nymi mikroehlementami / A. B. Golik, N. P. Oboturova, A. V. Blinov, A. A. Nagdalyan // Innovatsionnoe razvitie agrarno-pishchevykh tekhnologii: Materialy mezhdunarodnoi nauchno-

prakticheskoi konferentsii, Volgograd, 17–18 iyunya 2021 goda / Pod obshchei redaktsiei I.F. Gorlova. – Volgograd: Obshchestvo s ogranichennoi otvetstvennost'yu "SFERA", 2021. – S. 211.

15. Sposoby povysheniya biodostupnosti ehssentsial'nykh mikroelementov / A. V. Blinov, A. V. Serov, V. A. Kravtsov, A. YU. Rusanov, S. N. Solov'eva // Fiziko-khimicheskaya biologiya, Stavropol', 25–27 noyabrya 2015 goda. – Stavropol': Stavropol'skii gosudarstvennyi meditsinskii universitet, 2015. – S. 28-30

16. Razrabotka nanorazmernykh dostupnykh form ehssentsial'nykh mikroelementov zheleza, medi, kobal'ta, margantsa i tsinka / A. B. Golik, A. V. Blinov, A. A. Gvozdenko, T. N. Bakholdina, M. A. Taravanov // Nauka Yuga Rossii: dostizheniya i perspektivy: XVIII Ezhegodnaya molodezhnaya nauchnaya konferentsiya : tezisy dokladov, Rostov-na-Donu, 18–29 aprelya 2022 goda. – Rostov-na-Donu: Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe uchrezhdenie nauki "Federal'nyi issledovatel'skii tsentr Yuzhnyi nauchnyi tsentr Rossiiskoi akademii nauk", 2022. – S. 48

ОБ АВТОРАХ | ABOUT THE AUTHORS

Гвозденко Алексей Алексеевич, ассистент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, улица Пушкина, 1, 8-988-706-04-69, ORCID: 0000-0001-7763-5520, gvozdenko.1999a@gmail.com

Gvozdenko Alexey A., Assistant of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Pushkin str. 1, 355029 Stavropol, Russia, 8-988-706-04-69, ORCID: 0000-0001-7763-5520, gvozdenko.1999a@gmail.com

Пирогов Максим Александрович, студент 3 курса бакалавриата кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, улица Пушкина, 1, 8-961-488-39-20, ORCID: 0000-0001-9217-6262, pirogov.m.2002@gmail.com

Pirogov Maxim A., student of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Pushkin str. 1, 355029 Stavropol, Russia, 8-961-488-39-20, ORCID: 0000-0001-9217-6262, pirogov.m.2002@gmail.com

Блинов Андрей Владимирович, канд. техн. наук, доцент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, улица Пушкина, 1, 8-988-767-94-60, ORCID: 0000-0001-9321-550X, nasty_a_bogdanova_88@mail.ru

Blinov Andrey V., Ph. D., Assistant professor of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Pushkin str. 1, 355029 Stavropol, Russia, 8-988-767-94-60, ORCID: 0000-0001-9321-550X, nasty_a_bogdanova_88@mail.ru

Голик Алексей Борисович, ассистент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, улица Пушкина, 1, 8-918-012-47-74, ORCID: 0000-0003-2580-9474, lexgoldman@gmail.com

Golik Alexey B., Assistant of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Pushkin str. 1, 355029 Stavropol, Russia, 8-918-012-47-74, ORCID: 0000-0003-2580-9474, lexgoldman@gmail.com

Яковенко Андрей Антонович, студент 2 курса бакалавриата кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, улица Пушкина, 1, 8-962-402-35-09, ORCID: 0000-0002-4555-9938, and.yak.stv@gmail.com

Yakovenko Andrey A., student of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Pushkin str. 1, 355029 Stavropol, Russia, 8-961-488-39-20, ORCID: 0000-0002-4555-9938, pirogov.m.2002@gmail.com

Блинова Анастасия Александровна, канд. техн. наук, доцент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, улица ПУШКИНА, 1, 8-988-767-94-60, ORCID: 0000-0001-9321-550X, nastya_bogdanova_88@mail.ru

Blinova Anastasiya A., Ph. D., assistant professor of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Pushkin str. 1, 355029 Stavropol, Russia, 8-988-767-94-60, ORCID: 0000-0001-9321-550X, nastya_bogdanova_88@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 12.10.2022

После рецензирования: 18.11.2022

Дата принятия к публикации: 19.12.2022

Ю.А. Табакова* [Y. Al. Tabakova],
С. А. Рябцева [S. A. Ryabtseva],
М. А. Шпак [M. Al. Shpak],
С. Н. Сазанова [S. N. Sazanova]¹

УДК 663.15
DOI: 10.37493/2307-910X.2022.4.7

МЕТОДЫ ИММОБИЛИЗАЦИИ β-ГАЛАКТОЗИДАЗ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В БИОСИНТЕЗЕ ЛАКТУЛОЗЫ

METHODS FOR β-GALACTOSIDASE IMMOBILIZATION AND THEIR USE IN LACTULOSE BIOSYNTHESIS

ФГАОУ ВО Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия
FSAEI HE "North-Caucasus Federal University", Stavropol, Russia
e-mail: tabakova.j@yandex.ru

Аннотация

β-галактозидаза является одним из наиболее важных ферментов, используемых в пищевой промышленности, который может применяться в пищевой, технологической и экологической областях. Использование β-галактозидазы для гидролиза лактозы в молоке и сыворотке является одним из перспективных ферментативных применений в пищевой и молочной перерабатывающей промышленности. Фермент можно использовать как в растворимой, так и в иммобилизованной формах. Было обнаружено, что иммобилизация является удобным методом для придания ферменту термостабильности и предотвращения потери ферментативной активности.

Целью данного обзора является обобщение и анализ информации о методах иммобилизации фермента β-галактозидазы и возможности его применения для биосинтеза лактулозы. Несмотря на то, что в большинстве отраслей промышленности по-прежнему гидролизуют лактозу свободным ферментом, иммобилизация β-галактозидазы представляет большой интерес из-за ее потенциальных преимуществ. Изучено, что иммобилизованные ферменты способны повысить их стабильность и устойчивость к условиям среды. Также иммобилизация фермента дает возможность использовать его повторно, и его можно легко отделить от продукта. Эти преимущества позволяют существенно снизить стоимость процесса.

Различают следующие методы иммобилизации: физическая адсорбция, ковалентное связывание и метод захвата. Адсорбция является простейшим методом иммобилизации, основанный на слабых силах между матрицей и ферментами, к которым относятся силы Ван-дер-Ваальса, гидрофобные взаимодействия и водородные связи, а также более сильные ионные взаимодействия. Ковалентное связывание представляет собой удержание ферментов на поверхности носителя за счет образования ковалентной связи. Метод захвата заключается в физическом заключении ферментов в небольшом пространстве, например, в мембранах или матрицах. Необходимо правильно подобрать материал для иммобилизации, он должен обеспечивать возможность повторного использования и легкого извлечения фермента.

Нанобиокатализаторы выступают как инновационная область, сочетающая биотехнологии и нанотехнологии с целью повышения стабильности ферментов в биотехнологических приложениях. Нанобиокатализаторы представлены в виде наноллистов, каркасов из нановолокон, нанотрубок и нанокомпозитов для получения наноматриц с большой площадью поверхности. Кроме того, их поверхность можно легко регулировать для введения лиганда для сборки ферментов.

В настоящее время получение лактулозы в промышленных условиях основано на изомеризации лактозы в щелочных средах при высоких температурах. Недостатком таких технологий является дорогостоящее удаление катализаторов, оставшейся лактозы

Ключевые слова: иммобилизация, β -галактозидаза, методы иммобилизации, биосинтез, лактулоза.

Abstract

β -galactosidase is one of the most important enzymes used in the food industry, which can be applied in food, technology and environmental fields. The use of β -galactosidase for the hydrolysis of lactose in milk and whey is one of the promising enzymatic applications in the food and dairy processing industries. The enzyme can be used in both soluble and immobilized forms. Immobilization has been found to be a convenient method for rendering the enzyme thermally stable and preventing loss of enzymatic activity.

The purpose of this review is to summarize and analyze information on the methods of immobilization of the β -galactosidase enzyme and the possibility of its application for the biosynthesis of lactulose. Although most industries still hydrolyze lactose with the free enzyme, immobilization of β -galactosidase is of great interest due to its potential benefits. It has been studied that immobilized enzymes can increase their stability and resistance to environmental conditions. Also, the immobilization of the enzyme makes it possible to reuse it and it can be easily separated from the product. These advantages can significantly reduce the cost of the process.

There are the following methods of immobilization: physical adsorption, covalent bonding and capture method. Adsorption is the simplest immobilization method based on weak forces between the matrix and enzymes, which include van der Waals forces, hydrophobic interactions and hydrogen bonds, as well as stronger ionic interactions. Covalent bonding is the retention of enzymes on the surface of a support by forming a covalent bond. The entrapment method consists in the physical confinement of enzymes in a small space, such as in membranes or matrices. It is necessary to choose the right material for immobilization, it must be reusable and easy to extract the enzyme.

At present, the production of lactulose under industrial conditions is based on the isomerization of lactose in alkaline media at high temperatures. The disadvantage of such technologies is the costly removal of catalysts, remaining lactose and reaction by-products. The solution to this problem may be the use of enzymes to produce lactulose. Under certain conditions, in the presence of fructose, β -galactosidases can catalyze the reactions of lactulose synthesis.

Key words: immobilization, β -galactosidase, methods of immobilization, biosynthesis, lactulose.

Введение

Ферменты, как ключевые элементы биотрансформаций, могут использоваться в растворенной или иммобилизованной форме [36]. Технология иммобилизации обеспечивает значительные преимущества по сравнению со свободными ферментами. Иммобилизованные ферменты снижают стоимость процесса за счет повышения стабильности фермента, возможности повторного использования, а также того факта, что их можно легко отделить от продукта с лучшим контролем за работой [10, 42].

Разработка нового поколения иммобилизованных (гетерогенных) биокатализаторов является приоритетной задачей в связи с растущим интересом к промышленным продуктам, полученным здоровым и устойчивым способом [9].

Иммобилизация ферментов означает, что фермент заключен в фазу (матрица/носитель), отличную от фазы субстратов и продуктов. В одних случаях иммобилизованные ферменты, захваченные или локализованные на твердом носителе, сохраняют свою каталитическую активность, благодаря чему их можно использовать многократно и непрерывно, в других случаях иммобилизация улучшает их каталитические и эксплуатационные свойства. Для иммобилизации ферментов используются различные методы иммобилизации [9].

Фермент β -галактозидаза применяется в пищевой и молочной промышленности, но умеренная стабильность фермента является одним из ограничений, препятствующих общему внедрению биокатализаторов в промышленных масштабах. Стабильность мономерных или мультимерных ферментов также может быть повышена за счет многоточечной и многосубъединичной ковалентной иммобилизации и инженерии ферментов посредством иммобилизации [26]. Иммобилизация β -галактозидазы сильно изменяет свойства фермента в кинетически контролируемом синтезе. Операционная стабильность также зависит от реакционной среды и биокатализатора.

Целью работы выступает обобщение и анализ информации о методах иммобилизации фермента β -галактозидазы и возможности его применения для биосинтеза лактулозы. Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства по теме: «Создание первого в России высокотехнологичного производства пребиотика лактулозы и функциональных молочных ингредиентов для импортозамещения в медицине, ветеринарии, детском питании, производстве лечебно-профилактических продуктов для людей и животных» (Соглашение о предоставлении из федерального бюджета субсидии на развитие кооперации государственного научного учреждения и организации реального сектора экономики в целях реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства № 075-11-2022-021 от 07.04.2022 г.) в рамках Постановления Правительства РФ от 9 апреля 2010 г. № 218 на базе ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет».

Методы иммобилизации β -галактозидаз

В зависимости от молекулярных сил, возникающих между ферментами и твердыми носителями, методы иммобилизации можно в целом разделить на следующие: физическая адсорбция, ковалентное связывание и улавливание. Что касается подложки, она должна быть рентабельной, обеспечивать возможность повторного использования и легкое извлечение фермента, повышая его стабильность и долговечность. [9].

Как правило, наиболее часто применяемым методом является ковалентная иммобилизация (поверхностная силанизация с последующим связыванием глутарового альдегида – трехступенчатая иммобилизация) на твердом носителе, таком как шарики, мембраны, поверхность микрореактора и т. д. [39]. Основное преимущество заключается в образовании прочной связи фермент-поверхность, которая имеет несколько преимуществ, таких как прочность и долговечность иммобилизованных ферментов. Это важно, поскольку предотвращает отделение фермента и его выщелачивание из микрореактора. Второе преимущество связано со структурой фермента. Иммобилизация вводит дополнительное многоточечное присоединение, что делает третичную структуру фермента более стабильной и устойчивой к рефолдингу [26]. С другой стороны, образование дополнительных прикреплений может повлиять на деформацию активного центра, что приведет к снижению активности. Поэтому перед иммобилизацией важно получить информацию о конформации белка, чтобы обеспечить правильный метод иммобилизации [27].

Одним из подходящих и наиболее часто используемых природных полимеров для иммобилизации ферментов является хитозан. Он характеризуется как биосовместимый, нетоксичный, физиологически инертный и гидрофильный материал, обладает уникальной характеристикой замечательного сродства к белкам и широко применяется в медицине и биологических исследованиях. Кроме того, хитозан положительно заряжен в кислых водных растворах, имеет высокую плотность заряда [54].

Многослойный иммобилизованный фермент можно использовать в реакторе биокатализатора для производства галактоолигосахаридов из лактозы и гидролиза лактозы до глюкозы и галактозы. Метод модификации поверхности послойными полиэлектролитными мультислоями позволяет очень точно контролировать и изменять широкий диапазон физико-химических свойств носителя – толщину, заряд, гидрофильно-гидрофобный баланс. Метод основан на последовательном осаждении противоположно

заряженных полиэлектролитов из их растворов за счет электростатических взаимодействий. Сборка основана на спонтанной адсорбции, для поддержания функциональности поверхности не требуется стехиометрического контроля, а собранные пленки обладают хорошей термической и механической стабильностью [54].

Было исследовано влияние размера подложки на свойства иммобилизации ферментов с использованием макрочастиц и наночастиц хитозана [24]. В работе [47] альгинатно-хитозановые микрокапсулы ядро-оболочка были приготовлены как новая биосовместимая матричная система для иммобилизации фермента β -галактозидазы, в которой катализатор заключен либо в жидком, либо в твердом ядре, а транспортные свойства субстрата и продукта определяются проницаемостью оболочки. Таким образом, биологический агент защищен внутренним биосовместимым альгинатным ядром, а внешняя оболочка из хитозана определяет транспортные свойства. Исследования [47] показали, что скорость превращения 2-нитрофенил- β -галактопиранозида в 2-нитрофенол была выше в случае использования микрокапсул с альгинат-хитозаном кальция по сравнению с микрокапсулами с альгинат-хитозаном бария. Однако микрокапсулы альгинат бария-хитозан улучшали стабильность фермента при 37 °С по сравнению с микрокапсулами альгинат кальция-хитозан или свободным ферментом.

Были предприняты попытки иммобилизовать β -галактозидазы *Lactobacillus reuteri*, LacLM-типа, и *Lactobacillus bulgaricus*, LacZ-типа, на хитине с использованием хитин-связывающего домена *Bacillus circulans* WL-12 хитиназа A1 [35]. Дисплей клеточной поверхности был представлен как новая стратегия иммобилизации ферментов, которая включает использование пищевого организма *Lactobacillus plantarum* как в качестве клеточной фабрики для производства ферментов, пригодных для пищевых применений, так и в качестве носителя для иммобилизации сверхэкспрессированного фермента путем закрепления фермента на поверхности клетки [28, 30]. Это позволяет использовать микробные клетки сразу после стадии ферментации в качестве иммобилизованных биокатализаторов, предлагая известные преимущества иммобилизации (повторное использование фермента, стабилизация и т. д.) вместе со значительным упрощением производственного процесса, поскольку последующая дорогостоящая обработка клеток, продуцирующих фермент (разрушение клеток, очистка белков и т. д.), а также использование материала-носителя не потребуется [34].

Иммобилизация β -галактозидазоактивных дрожжей *Kluyveromyces fragilis* и *Kluyveromyces lactis* на хитозан показала ферментативную активность 0,9 – 2,2 ед / мг сухой клеточной массы. Ферментативная активность иммобилизованного фермента из *Kluyveromyces fragilis* была выше, но операционная стабильность фермента *Aspergillus oryzae* была выше в 5 – 14 раз в зависимости от способа иммобилизации [25]. Влияние температуры и pH на каталитическую активность иммобилизованной β -галактозидазы из *Kluyveromyces lactis* показало, что зависимости активности от температуры сходны как для свободного, так и для иммобилизованного фермента. Однако максимальная активность иммобилизованного фермента была сдвинута от 40 °С до 50 °С по сравнению со свободным ферментом [31].

Известно об успешной иммобилизации β -галактозидазы *Aspergillus oryzae* в виде гибридных бионеорганических нанокристаллов. Было определено, что кальций является наиболее подходящим ионом металла для биоминерализации β -галактозидазы, превосходя медь в пять раз с точки зрения выхода иммобилизации, тогда как другие протестированные ионы показали почти незначительные результаты [48]. Иммобилизация β -галактозидазы в виде бионеорганических нанокристаллов является удивительно простой и экономичной методологией, которая позволяет сохранять высокую активность фермента, производить биокатализатор с высокой удельной активностью, высокой стабильностью и оптимальными характеристиками синтеза галактоолигосахаридов из лактозы. Кроме того, поскольку кальций безопасен и совместим в качестве пищевой и фармацевтической добавки, для этого биокатализатора открываются многочисленные возможности применения в производстве пребиотиков [48].

Также известно, что грибковая β -галактозидаза, иммобилизованная в геле поливинилового спирта, была более термостабильна, чем свободный фермент, и сохраняла 70 % активности через 24 ч при 50 °С и 5 % активности при 60 °С. Обработанные глутаровым альдегидом клетки *Kluyveromyces bulgaricus*, содержащие β -галактозидазу, заключали в альгинат с помощью раствора $BaCl_2$. Альгинатные гранулы, полученные после обработки полиэтиленгликолем, а затем раствором глутарового альдегида, были стабильными [31].

Было замечено, что захваченный сшитый препарат комплекса конканавалин А- β -галактозидазы был более эффективным в непрерывном гидролизе лактозы в периодическом процессе по сравнению с другими захваченными препаратами, поскольку он сохранял 95 % активности после седьмого повторного использования и 93 % исходной активности после двухмесячного хранения при 4 °С [15]. β -галактозидазу *Aspergillus oryzae* иммобилизовали на поверхности новой биоаффинной подложки: гранул конканавалина А, покрытых слоями альгината кальция и крахмала. Было замечено, что иммобилизованная β -галактозидаза проявляла значительно более высокую устойчивость к нагреванию, мочеvine, $MgCl_2$ и $CaCl_2$, чем свободный фермент [17]. Препараты β -галактозидазы, содержащие альгинат кальция, использовались для гидролиза лактозы из синтетического раствора, молока и сыворотки в периодических процессах, а также в колоннах непрерывного действия с насадкой [16].

Также β -галактозидазу *Aspergillus oryzae* иммобилизовали на недорогом биоаффинном носителе конканавалин-А-целлюлозе. Препарат конканавалин-А-целлюлозы, адсорбированный и сшитый β -галактозидазой, сохранял 78 % исходной активности. Оптимальную температуру для иммобилизованной β -галактозидазы повышали с 50 до 60 °С. Сшитый адсорбированный фермент сохранял активность 93 % после месячного хранения, в то время как нативный фермент проявлял активность только 63 % в аналогичных условиях инкубации [5].

Сравнение различных методов иммобилизации β -галактозидазы из *Thermus aquaticus* показало, что иммобилизация путем поперечного связывания с последующим захватом в агарозные шарики может быть полезной для высокой загрузки фермента с хорошим выходом активности. Захват β -галактозидазы *Aspergillus oryzae* в криогеле губчатого поливинилового спирта повышал стабильность к температуре, рН и ионной силе в большей степени, чем свободный фермент [31]. Волокна, состоящие из альгината и желатина, отвержденные глутаровым альдегидом, сохраняли 56 % относительной активности β -галактозидазы в течение 35 дней без какого-либо снижения. Более того, иммобилизация также не влияла на оптимальные условия. Другим подходом к иммобилизации β -галактозидазы является использование липосом, и в этом направлении была применена методология поверхности отклика для оптимизации захвата фермента в липосомах методом дегидратации-регидратации везикул, что привело к эффективности захвата 28 % [31].

Рекомбинантную термостабильную β -галактозидазу *Bacillus stearothermophilus* иммобилизовали на хитозане с использованием трис(гидроксиметил)фосфина и глутарового альдегида, а для гидролиза лактозы в молоке использовали реактор с набивным слоем. Термостабильность и ферментативная активность β -галактозидазы, иммобилизованной с использованием трис(гидроксиметил)фосфина, при хранении были выше, чем при использовании иммобилизованных глутаральдегидом и свободных форм ферментов. Иммобилизованная β -галактозидаза с использованием трис(гидроксиметил)фосфина показала большую относительную активность в присутствии ионов кальция, чем свободный фермент, и была стабильна при хранении при 4 °С в течение 6 недель, тогда как свободный фермент потерял 31 % исходной активности в тех же условиях хранения [12].

β -галактозидаза *Escherichia coli*, иммобилизованная на желатине с использованием ацетата хрома (III) и глутарового альдегида, сохраняла относительную активность 22 % и 25 % соответственно. Фермент, иммобилизованный на алюмосиликате, был более стабилен, чем свободная форма, при кислых значениях рН. Соотношение белка и полимера также

играет важную роль при иммобилизации фермента, и полное связывание белка с полимером может быть достигнуто при использовании оптимальных условий [31].

Также известно об использовании порошка мембраны яичной скорлупы для иммобилизации β -галактозидазы *Escherichia coli* с глутаровым альдегидом в качестве сшивающего агента [8, 28]. Порошок мембран яичной скорлупы является очень перспективным материалом для иммобилизации β -галактозидазы, так как не только сохраняет свойства фермента, но и позволяет повторно использовать одну аликвоту несколько раз в течение длительного периода времени, что позволяет делать способ выгодным как с экологической, так и с экономической точки зрения. Также иммобилизованный фермент способен гидролизовать лактозу в присутствии сыворотки обезжиренного молока. [21].

В настоящее время исследователи сосредоточены не только на методах иммобилизации ферментов, но и на разработке различных носителей ферментов, которые можно было бы использовать в непрерывных процессах с целью снижения общих производственных затрат [39]. Некоторые общие требования к иммобилизации включают стабильность в потоке жидкости и обратимость по требованию, подразумевая, что неактивный фермент может быть относительно легко заменен активным [7].

Иммобилизация также должна обеспечивать высокую связывающую способность, приводящую к достаточному количеству фермента, прикрепленного к площади поверхности, которая доступна внутри. Для идеальной технологической системы иммобилизация должна быть высокоселективной, что позволит захватить целевой фермент из сложной белковой смеси без какой-либо очистки и разделения белка перед иммобилизацией [7].

Уже доказано, что иммобилизация фермента улучшает стабильность и селективность фермента [37], а внедрение систем с непрерывным потоком упрощает очистку продукта за счет удерживания фермента. Кроме того, непрерывное удаление продукта и субстрата в потоке снижает ингибирование фермента, улучшая общее число оборотов фермента и, следовательно, скорость реакции [49]. Помимо одноступенчатых преобразований, системы с непрерывным потоком могут облегчить выполнение ферментативных каскадных реакций за счет последовательного объединения большего количества реакторов [38].

Благодаря отличному каталитическому потенциалу β -галактозидаза использовалась в качестве важного промышленного фермента для получения галактоолигосахаридов и безлактозных продуктов в молочной промышленности. Кроме того, в недавнем прошлом были реализованы новые технологии для получения и модификации наночастиц для иммобилизации терапевтически и промышленно важных ферментов. Иммобилизация ферментов на основе наночастиц обеспечила большую стабильность и надежность ферментов благодаря их фиксированной конформации и, следовательно, расширила область их применения [4].

Наблюдали эффективность применения наночастиц оксида цинка в качестве нанобиокатализатора для β -галактозидазы *Lactobacillus plantarum* HF571129 по технологии адсорбции и сшивки. Кроме того, иммобилизованная β -галактозидаза сохраняла активность фермента на уровне 90 % даже после одного месяца хранения в условиях охлаждения по сравнению с активностью нативного фермента на уровне 74 % в идентичных условиях хранения [4].

Другое исследование засвидетельствовало синтез и модификацию нановолокон, приготовленных из полистирола и наночастиц кремнезема, путем химического окисления и изготовления по однореакторной золь-гель технологии. На этих наноносителях была иммобилизована β -галактозидаза для биоконверсии лактозы в галактоолигосахариды для получения превосходной биокаталитической активности, стабильности и функциональности. β -галактозидаза, иммобилизованная на этих нанобиокатализаторах, показала превосходную стабильность, функциональность и активность биокатализатора. Полистирольные нановолокна способны адсорбировать β -галактозидазу в 8 раз выше, чем на наночастицах

аминированного диоксида кремния, и демонстрируют исключительную каталитическую способность, отдавая предпочтение трансгалактозилированию, а не гидролизу.

Другое исследование показало эффективность иммобилизации 94 % для β -галактозидазы *Aspergillus oryzae*, иммобилизованной на нанокompозитах графен-оксид железа. Эксперименты по повторному использованию подтвердили 83 % активности иммобилизованного фермента даже после его восьмого повторного использования [22].

Известно о разработке нанобиокатализатора на основе хитозана для иммобилизации β -галактозидазы с целью улучшения стабильности и нагрузки фермента. Было замечено, что наночастицы хитозана были способны гидролизовать 76 % лактозы даже после 50 циклов повторного использования при 37 °C [24].

Также исследователи разработали новый метод иммобилизации β -галактозидазы *Aspergillus oryzae* путем инкапсуляции в наночастицах кремнезема ядро-оболочка. Разработанный нанобиокатализатор продемонстрировал превосходную устойчивость к более высоким значениям pH и температуры, а также значительную стабильность при хранении в течение более длительного времени. Исследование возможности повторного использования показало активность 94 % даже после 9 циклов гидролиза, что указывает на его превосходную возможность повторного использования после инкапсуляции [53].

Модификация поверхности наночастиц для иммобилизации β -галактозидазы улучшает их монодисперсность, стабильность и биосовместимость. Далее рассмотрим стратегии модификации поверхности для иммобилизации β -галактозидаз на нескольких наночастицах для улучшения их эффективности в различных биотехнологических приложениях [4].

Магнитные наночастицы были модифицированы по аминокгруппе для иммобилизации лактазы для достижения более высокой эффективности иммобилизации 58 мкг/мг на модифицированной наноматрице. Иммобилизованная β -галактозидаза продемонстрировала превосходную возможность повторного использования после нескольких повторных применений и способствовала непрерывному преобразованию лактозы в молочной промышленности гораздо более дешевым и удобным способом [6]. Благодаря превосходным свойствам глутарового альдегида, который был использован для стабилизации иммобилизованных ферментных систем [40], был разработан высокоэффективный нанобиокатализатор *Kluyveromyces lactis* β -галактозидазы из многостенных углеродных нанотрубок, предварительно обработанных глутаровым альдегидом. Стабильность иммобилизованного фермента повышалась в различных диапазонах pH и температуры. Тем не менее, он проявлял большую биокаталитическую активность в отношении конкурентного ингибирования, опосредованного галактозой. Он открыл превосходную возможность повторного использования для преобразования лактозы при получении молочных продуктов на коммерческом уровне. Полученный нанобиокатализатор был более стабилен даже через два месяца и при большей концентрации галактозы. Исследования возможности повторного использования показали его большой потенциал, наблюдаемый при его многократном использовании для использования в периодических процессах гидролиза лактозы в течение 10 часов [4].

Другой метод был реализован для модификации наночастиц серебра путем карбоксилирования для прочного связывания β -галактозидазы *Aspergillus oryzae*. Лактаза, связанная с наночастицами серебра, функционализированными глутаровым альдегидом, показала высокую устойчивость к щелочным и кислым pH и улучшенную устойчивость к колебаниям температуры. Биокаталитическая активность иммобилизованного фермента сохранялась даже после нескольких повторных циклов [4].

Позже исследователи использовали этанол для модификации поверхности графена для иммобилизации β -галактозидазы. Галактозу использовали для придания стабильности β -галактозидазе путем модификации поверхности наночастиц агарозы. Исследователи получили 91 % активности фермента при иммобилизации и большую стабильность иммобилизованного нанобиокатализатора в различных диапазонах pH и температуры, а

также при более высокой концентрации галактозы. При этом активность 81 % была получена после его 7-го повторного использования для нанобиокатализатора [4].

Верма и его коллеги разработали нанобиокатализатор для лактазы из *K. lactis* путем модификации поверхности наночастиц диоксида кремния с помощью глутарового альдегида, и взаимодействие, связанное со связыванием фермента. Имобилизованный биокатализатор показал превосходную активность как в более высоких, так и в более низких диапазонах pH. Он продемонстрировал улучшенные характеристики в условиях высокой термической денатурации и сохранил 50 % активности фермента даже после повторного использования одиннадцатого цикла [51].

Полезность этого нанобиокатализатора была исследована для иммобилизации β -галактозидазы из другого источника для преобразования лактозы из сыворотки и молока [20]. Разработанная наноматрица показала эффективность иммобилизации 94 %. Имобилизованный нанобиокатализатор проявлял выраженную активность в отношении буферов с различным pH, в более широком диапазоне температур и при более высокой концентрации галактозы. Он показал большую активность даже после 14-го повторного использования. Достигнутый гидролиз лактозы был в 1,5 и 2,5 раза выше для растворимого и иммобилизованного нанобиокатализатора соответственно [4].

Несколько исследователей использовали хитозан для покрытия наночастиц Fe_3O_4 для иммобилизации β -галактозидазы для получения галактоолигосахаридов из лактозы. Разработанный нанобиокатализатор показал улучшение активности фермента в более широком диапазоне pH и температуры, помимо большей термостабильности [11].

Исследователи использовали полианилин для модификации многослойных углеродных нанотрубок с кобальтом для иммобилизации β -галактозидазы *Aspergillus oryzae* путем предварительной обработки глутаральдегидом. Имобилизованный нанобиокатализатор показал замечательную стабильность в диапазоне более высоких и низких значений pH и температуры. Более того, иммобилизованный нанобиокатализатор сохранял активность 92 % даже после 10-го запуска подряд [14, 18, 23].

β -галактозидаза, иммобилизованная на новых поверхностно-модифицированных наночастицах, может быть использована для получения безлактозных молочных продуктов и галактоолигосахаридов без опасности микробной контаминации, которая может возникнуть в результате длительного времени работы при температуре окружающей среды. Такие системы с иммобилизованной β -галактозидазой на основе наночастиц при работе в условиях высоких температур могут предотвратить засорение ультрафильтрационных мембран молочными белками за счет использования пермеата молочной сыворотки в качестве депротонированных субстратов. Ввиду новой технологии, реализованной для синтеза и функционализации наночастиц, другие промышленно важные ферменты могут быть стабилизированы против химических и физических денатурантов в результате иммобилизации, что затем может быть использовано для создания аналитических устройств на основе ферментов в различных биомедицинских приложениях [4].

Использование иммобилизации β -галактозидаз в биосинтезе лактулозы

Благодаря пребиотическим свойствам и хорошим технологическим характеристикам лактулоза широко используется в производстве функциональных кисломолочных продуктов, кондитерских изделий, напитков, хлебобулочных и других пищевых продуктов [1]. Лактулоза давно применяется в фармацевтике для профилактики и лечения запоров, осложнений при заболеваниях печени, остеопорозов, пищевых отравлений и инфекций [3].

Промышленные технологии лактулозы основаны на изомеризации лактозы в щелочных средах при высоких температурах; их недостатком является необходимость дорогостоящих операций удаления катализаторов, оставшейся лактозы и побочных продуктов реакции [2]. Альтернативой может стать получение лактулозы с использованием ферментов (биотехнология лактулозы) [43, 44].

В настоящее время применение β -галактозидаз для биотрансформации лактозы в лактулозу является наиболее изученным. Они давно и достаточно широко используются для

гидролиза лактозы как основы получения низколактозных продуктов и глюкозо-галактозных сиропов. В определенных условиях β -галактозидазы могут также катализировать реакции трансгалактозилирования лактозы с образованием галактоолигосахаридов, а в присутствии фруктозы – реакции синтеза лактулозы. Фруктоза может быть внесена в реакционную смесь или получена путем изомеризации глюкозы с использованием ферментов (глюкоизомераз) [43].

Известно об исследованиях ферментативного получения лактулозы с применением β -галактозидазы из *Kluyveromyces lactis* с использованием подсырной сыворотки в качестве исходного сырья. Первоначально получение лактулозы оценивали с использованием свободной β -галактозидазы и синтетической среды (содержащей лактозу и фруктозу). Затем β -галактозидазу иммобилизовали на активированном глутаровым альдегидом хитозане для получения высокоактивных и стабильных катализаторов синтеза лактулозы с использованием подсырной сыворотки и фруктозы в качестве субстрата. Наибольшее производство лактулозы (17,3 г/л) было достигнуто при использовании обработанной подсырной сыворотки. Следовательно, для синтеза лактулозы можно использовать лактозу из подсырной сыворотки и β -галактозидазу, иммобилизованную на хитозане, активированном глутаровым альдегидом [13].

Было изучено применение трех различных биокатализаторов β -галактозидазы из *Kluyveromyces lactis* путем иммобилизации в хитозане, активированном глутаральдегидом, глиоксилагарозе и агарозе, покрытой полиэтиленгликолем. Эти биокатализаторы использовались для катализа синтеза лактулозы из лактозы и фруктозы. Иммобилизация β -галактозидазы из *Kluyveromyces lactis* сильно изменяет свойства фермента в кинетически контролируемом синтезе. Используя всего три протокола иммобилизации, которые следуют очень разным механизмам, полученные биокатализаторы продемонстрировали очень разные характеристики: фермент, иммобилизованный на глиоксигеле, полностью неактивен в производстве лактулозы при всех температурах анализа, фермент, иммобилизованный в полиэтиленгликоле, способен продуцировать лактулозу только при 50 °С и только фермент, иммобилизованный глутаровым альдегидом, активен при 25, 37 и 50 °С [29]. Изменения выхода лактулозы наблюдались при использовании сыворотки в качестве субстрата в реакциях с иммобилизованными ферментами. Выход снижался в биокатализаторах, в которых присутствовал глутаровый альдегид. Однако наблюдалось увеличение выхода лактулозы в биокатализаторах, содержащих полиэтиленгликоль.

В другом исследовании [52] среди трех различных моделей (без предварительной обработки, методом молекулярного импринтинга и защиты), выполненных для инкапсуляции β -галактозидазы, самая высокая ферментативная активность фермента была получена при использовании метода молекулярного импринтинга. Свободная лактаза была сшита в Fe_3O_4 -хитозановые магнитные микросферы для синтеза лактулозы двухферментным методом в водно-органических двухфазных средах с использованием в качестве сырья лактозы и фруктозы [19]. Водно-органические среды могут значительно повысить трансгликозилирующую активность лактазы и, следовательно, улучшить выход лактулозы [31].

β -галактозидаза *Aspergillus oryzae* была иммобилизована в собственной агарозе четвертичного аммония и впервые использована в синтезе лактулозы. При повторной периодической операции с иммобилизованным ферментом совокупная масса лактулозы на единицу массы контактировавшего белка и совокупная удельная продуктивность были выше, чем полученные с растворимым ферментом с момента первой загрузки. После исчерпания ферментативной активности фермент десорбировали, и носитель повторно использовали без изменения его максимальной ферментативной емкости и без ущерба для выхода, производительности и селективности периодического синтеза лактулозы с полученным биокатализатором. Это значительно снижает экономическое воздействие подложки, что является отличительным преимуществом иммобилизации за счет ионного взаимодействия [41].

Сравнение новой и коммерчески доступной аминоксидной подложки (аминоксид-Sepabeads) с обычными оксидными подложками для иммобилизации β -галактозидазы из *Aspergillus oryzae* показало, что стабильность фермента может быть значительно улучшена за счет иммобилизации на этой подложке, что содействует многоточечному ковалентному связыванию между ферментом и подложкой [50]. Иммобилизация термофильной β -галактозидазы на шариках Sepabeads для гидролиза лактозы показала снижение ингибирования продукта, что может быть полезно для улучшения промышленных характеристик фермента [33].

Технология иммобилизации показала многообещающую роль в снижении ингибирования продукта β -галактозидазы. Фермент *Aspergillus oryzae*, иммобилизованный на хитозановых шариках, оказался более эффективным по сравнению с нейлоновыми мембранами для снижения ингибирования галактозы. Иммобилизация фермента на гетерофункциональных оксидных гранулах Sepabeads (боронатно-аминоксид-Sepabeads и хелатно-аминоксид-Sepabeads) показала значительные результаты в снижении ингибирования продукта [33].

Существует способ получения лактулозы с использованием иммобилизованной β -галактозидазы с гидрофобными свойствами [32]. Способ включает в себя получение иммобилизованного фермента с гидрофобностью и проведение биокатализа для синтеза лактулозы, при условии наличия фруктозы. Конечный выход лактулозы при использовании этой технологии может достигать 33,6 %, что почти вдвое превышает выход лактулозы, полученной с использованием свободной β -галактозидазы. Фермент обладает высокой гидролитической активностью и не способствует образованию лактулозы в реакции катализа лактозы. Изобретение [32] по-новому фиксирует фермент на гидрофобном носителе, дополнительно осуществляет агрегацию β -галактозидазы на поверхности носителя, придает полученной иммобилизованному ферменту определенные гидрофобные свойства, дополнительно обеспечивает гидрофобное микроокружение в реакционной системе, дополнительно ингибирует до определенной степени гидролитическую активность β -галактозидазы и способствует образованию лактулозы.

Процесс гидрофобной иммобилизации предусматривает следующие стадии: (1) взаимодействие карбоксила на поверхности β -галактозидазы и аминоксидной группы на поверхности носителя с гидрофобным носителем для объединения фермента на поверхности носителя с гидрофобным носителем; (2) инициирование агрегации ферментативного белка порошком сульфата аммония, так что сульфат аммония всей системы достигает 60-90% насыщения; (3) дополнительная сшивка агрегированного ферментного белка и аминоксидной группы на поверхности ферментного белка и носителя добавлением раствора глутарового альдегида; (4) сбор иммобилизованной β -галактозидазы и лиофилизация в вакууме для последующего использования [32].

Углеродные нанотрубки вызывают интерес у многих исследователей из-за их высокой прочности на разрыв, высокой упругости, гибкости и других уникальных структурных, механических, электрических и физико-химических свойств. Известны исследования, в которых для иммобилизации ферментов использовались одностенные и многостенные углеродные нанотрубки. В результате был разработан метод иммобилизации ферментов на поверхности микроканалов и синтеза лактулозы из лактозы молочной сыворотки в ферментативном микрореакторе. Функционализированные углеродные нанотрубки с ДНК-оболочкой и глутаральдегидом в качестве линкера использовались для иммобилизации β -галактозидазы на поверхности микроканала. Кроме того, β -галактозидаза была предварительно обработана лактозой перед иммобилизацией на поверхности микроканала посредством ковалентной связи. Предварительная обработка фермента природным субстратом в сочетании с функционализированными многостенными углеродными трубками в качестве линкера для иммобилизации фермента значительно улучшала активность иммобилизованного фермента в микрожидкостных каналах. Кроме того, в этом исследовании лактулоза непрерывно синтезировалась в ферментативном микрореакторе. Эти

методы будут полезны для разработки эффективных микроструктурированных устройств с использованием биомолекул [46].

Был исследован способ получения лактулозы из сывроточной лактозы в системах периодического и непрерывного действия с использованием иммобилизованной β -галактозидазы. Перед иммобилизацией на силикагеле фермент предварительно был обработан лактозой. В периодической системе оптимальная концентрация фруктозы для синтеза лактулозы составляла 20 %. Ингибирующее действие галактозы и глюкозы было значительно больше для реакции трансгалактозилирования, чем для гидролиза лактозы. Кроме того, иммобилизация снижала ингибирующее действие ингибиторов на фермент по сравнению с действием на растворимый фермент. Реакторная система непрерывного действия применялась для уменьшения ингибирования сахарами, и было обнаружено, что выход лактулозы в непрерывной системе выше, чем в периодической. Кроме того, при повторном использовании иммобилизованной β -галактозидазы для синтеза лактулозы ее каталитическая активность сохранялась на уровне 52,9 % после 10 повторных использований. Синтез 19,1 г / л лактулозы при таком способе осуществляется в реакторе с набивным слоем в ходе проточной реакции при скорости потока 0,5 мл/мин [45].

Заключение

Иммобилизованные ферменты обеспечивает значительные преимущества по сравнению со свободными. Использование иммобилизованных ферментов повышает их стабильность, возможность повторного использования, а также их можно легко отделить от продукта с лучшим контролем за процессом. Методы иммобилизации в целом разделены на физическую адсорбцию, ковалентное связывание, метод захвата, также в изученной литературе упоминается об инкапсуляции на наночастицах. Самым простым методом считается физическая адсорбция. Но наиболее часто применяемым методом является ковалентная иммобилизация на твердом носителе, таких как шарики, мембраны, поверхность микрореактора и т. д. Преимущество этого метода заключается в образовании прочной связи фермент-поверхность, что предотвращает отделение фермента и его выщелачивание из микрореактора.

Различные иммобилизованные системы имеют свои плюсы и минусы, что видно по их выходу, пригодности для повторного использования, продуктивности, стабильности ферментов по отношению к различным физическим и химическим денатурантам и адсорбционной способности. Системы с иммобилизованной β -галактозидазой обещали большой потенциал для получения желаемых продуктов с очень значительными выходами и предлагали устойчивое управление зелеными отходами, но со своими ограничениями. Следовательно, перевод этих лабораторных технологий может быть достигнут в основных коммерческих практиках благодаря их биоинженерным характеристикам и потенциалу для масштабирования и повторного использования.

Основным преимуществом метода захвата является простота получения сферических частиц путем капания суспензии полимерных клеток в среду, содержащую положительно заряженные ионы, или путем термической полимеризации. Кроме того, шарики, сформированные, в частности, из альгината, являются прозрачными и обычно механически устойчивыми. В качестве носителя для иммобилизации ферментов можно использовать различные носители, такие как растворимые декстраны, эпоксидные смолы, хитозан, диоксид кремния и альгинат.

Краткий обзор показал большую активность ферментов, иммобилизованных на наночастицах, по сравнению с ферментами, иммобилизованными на двумерных матрицах. Иммобилизация фермента β -галактозидазы на основе наночастиц обеспечивает глубокую стабильность при транспортировке субстрата и продукта для ферментативных реакций, помимо преимущества с экономической точки зрения многократного применения иммобилизованного фермента.

Иммобилизованная β -галактозидаза по сравнению со свободной, очевидно, улучшает активность трансгликозилирования, не только повышает выход лактулозы, но также

способствует превращению галактозы, образующейся при гидролизе лактозы, в галактоолигосахарид, полезный для организма человека.

ЛИТЕРАТУРА/ REFERENCES

1. Рябцева С.А. Технология лактулозы. М: ДеЛи принт, 2003. – 232 с.
2. 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. № 2. С. 6–21. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10012.
3. Ait-Aissa A. Lactulose: production and use in functional food, medical and pharmaceutical applications. Practical and critical review / A. Ait-Aissa, M. Aider // International journal of food science and technology. 2014. vol. 49. P. 1245-1253. DOI:10.1111/IJFS.12465
4. Alshanberi A. M. Overviewing the Application of β -Galactosidase “Immobilized on Nanoparticles” in Dairy Industries / A. M. Alshanberi, M. A. Al-Shaeri, S. A. Ansari // Brazilian archives of biology and technology. 2021. vol. 64. 13 p. DOI: 10.1590/1678-4324-2021180747
5. Ansari S. A. Lactose hydrolysis by β -galactosidase immobilized on concanavalin A-cellulose in batch and continuous mode / S. A. Ansari, Q. Husain // Journal of molecular catalysis B - enzymatic. 2010. vol. 63, no. 1-2, P. 68-74. DOI:10.1016/J.MOLCATB.2009.12.010
6. Belhacene K. Simple eco-friendly β -galactosidase immobilization on functionalized magnetic particles for lactose hydrolysis / K. Belhacene, E. F. Grosu, A.C. Blaga, P. Dhulster, M. Pinteala, R. Froidevaux // Environmental engineering and management journal. 2015. vol. 14, no. 3, P. 631–638. DOI:10.30638/EEMJ.2015.070
7. Bolivar M. Biotransformations in microstructured reactors: More than flowing with the stream? / M. Bolivar, J. Wiesbauer, B. Nidetzky // Trends Biotechnol. 2011. vol. 29. P. 333-342. DOI: 10.1016/j.tibtech.2011.03.005
8. Budžaki S. Waste management in the agri-food industry: The conversion of eggshells, spent coffee grounds and brown onion skins into carriers for lipase immobilization / S. Budžaki, N. Velić, M. Ostojčić, M. Stjepanović, B. Bilić Rajs, Z. Šereš, N. Maravić, J.Stanojević, V. Hessel, I. Strelec // Foods. 2022. vol. 11. 16 p. DOI:10.3390/foods11030409
9. Chapman J. Industrial applications of enzymes: Recent advances, techniques, and outlooks / J. Chapman, A. E. Ismail, C.Z. Dinu // Catalysts. 2018. vol. 8. 26 p. DOI:10.3390/catal8060238
10. Chattopadhyay S. A comparative performance evaluation of jute and eggshell matrices to immobilize pancreatic lipase / S. Chattopadhyay, R. Sen // Process biochemistry. 2012. vol. 47, no. 5, P. 749–757.
11. Chen S. C. Production of galactooligosaccharides using β -galactosidase immobilized on chitosan-coated magnetic nanoparticles with Tris (hydroxyl-methyl) phosphine as an optional coupling agent / S. C. Chen, K. J. Duan. // International journal of molecular sciences. 2015. vol. 16. P. 12499-12512. DOI:10.3390/ijms160612499
12. Chen W. Immobilization of recombinant thermostable β -galactosidase from *Bacillus stearothermophilus* for lactose hydrolysis in milk / W. Chen, H. Chen, Y. Xia et al. // Journal of dairy science. 2009. vol. 92, no. 2, P. 491–498. DOI:10.3168/jds.2008-1618
13. de Albuquerque T.L. Immobilization of β -galactosidase in glutaraldehyde-chitosan and its application to the synthesis of lactulose using cheese whey as feedstock / T.L. de Albuquerque, S. Gomes, A.P. D’Almeida, R. Fernández-Lafuente, L. Gonçalves, M. Rocha // Process Biochemistry. 2018. vol. 73. P. 65-73. DOI:10.1016/J.PROCBIO.2018.08.010
14. Gonawan N. Immobilized- β -galactosidase catalysed conversion of lactose on the membrane surface / N. Gonawan, A.H. Kamaruddin, M.Z.A. Bakar, K.A. Karim // Journal of physical therapy science. 2018. Vol. 29. P. 49-56. DOI:10.21315/JPS2018.29.S1.7
15. Haider T. Calcium alginate entrapped preparations of *Aspergillus oryzae* β galactosidase: its stability and applications in the hydrolysis of lactose / T. Haider, Q. Husain // International journal of biological macromolecules. 2007. vol. 41. no. 1. P. 72-80. DOI:10.1016/j.ijbiomac.2007.01.001

16. Haider T. Hydrolysis of milk/whey lactose by β galactosidase: a comparative study of stirred batch process and packed bed reactor prepared with calcium alginate entrapped enzyme / T. Haider, Q. Husain // *Chemical engineering and processing: process intensification*. 2009. vol. 48. no. 1. P. 576-580. DOI:10.1016/j.cep.2008.02.007
17. Haider T. Immobilization of β -galactosidase by bioaffinity adsorption on concanavalin A layered calcium alginate-starch hybrid beads for the hydrolysis of lactose from whey/milk / T. Haider, Q. Husain // *International dairy journal*. 2009. vol. 19. no. 3, P. 172-177. DOI:10.1016/J.IDAIRYJ.2008.10.005
18. Hassan M.E. Covalent immobilization of β -galactosidase enzyme onto modified alginate gel beads / M.E. Hassan, A.G. Ibrahim, H.A. El-Wahab, F.A. Hai, H. Mahmoud, G.E.A. Awad // *Journal of materials and environmental science*. 2018. vol. 9. P. 2483-2492.
19. Hua X. Dual-enzymatic synthesis of lactulose in organic-aqueous two-phase media / X. Hua, R. Yang, W. Zhang, Y. Fei, Z. Jin, BO. Jiang, // *Food research international*. 2010. vol. 43. no. 3. P. 716-722. DOI:10.1016/J.FOODRES.2009.11.008
20. Jesionowski T. Enzyme immobilization by adsorption: a review / T. Jesionowski, J. Zadarta, B. Krajewska // *Adsorption*. 2014. vol. 20. P. 801-821. DOI:10.1007/s10450-014-9623-y
21. Kessi E. Natural Waste Material as a Matrix for the Immobilization of Enzymes: Chicken Eggshell Membrane Powder for β -Galactosidase Immobilization / E. Kessi, J. Arias // *Biotechnology and applied biochemistry*. 2019. vol. 187. P. 101-115. DOI:10.1007/s12010-018-2805-4
22. Khan M. Graphene based magnetic nanocomposites as versatile carriers for high yield immobilization and stabilization of β -galactosidase / M. Khan, Q. Husain, A.H. Naqvi // *RSC Advances*. 2016. Issue 58. 11 p. DOI:10.1039/C6RA06960F
23. Khan M. Immobilization of β -galactosidase on surface modified cobalt/multiwalled carbon nanotube nanocomposite improves enzyme stability and resistance to inhibitor / M. Khan, Q. Husain, R. Bushra // *International journal of biological macromolecules*. 2017. vol. 105. P. 693-701. DOI:10.1016/j.ijbiomac.2017.07.088
24. Klein M.P. Effect of the support size on the properties of β -galactosidase immobilized on chitosan: advantages and disadvantages of macro and nanoparticles / M.P. Klein, M.R. Nunes, R.C. Rodrigues, E.V. Benvenuti, T.M.H. Costa, P.F. Hertz, J.L. Ninow // *Biomacromolecules*. 2012. vol. 13. P. 2456-2464. DOI:10.1021/bm3006984
25. Ladero M. Kinetic modeling of lactose hydrolysis with an immobilized β -galactosidase from *Kluyveromyces fragilis* / M. Ladero, A. Santos, and F. Garc'ia-Ochoa, // *Enzyme and microbial technology*. 2000. vol. 27. no. 8. P. 583-592. DOI: 10.1016/s0141-0229(00)00244-1
26. Mateo C. Improvement of enzyme activity, stability and selectivity via immobilization techniques / C. Mateo, J.M. Palomo, G. Fernandez-Lorente, J.M. Guisan, R. Fernandez-Lafuente // *Enzyme and microbial technology*. 2007. vol. 40. P. 1451-1463. DOI:10.1016/j.enzmictec.2007.01.018
27. Meller K. Microfluidic reactors with immobilized enzymes – Characterization, dividing, perspectives/ K. Meller, M. Szumski, B. Buszewski // *Sensors and actuators B: Chemical*. 2017. vol. 244. P.84-106. DOI:10.1016/J.SNB.2016.12.021
28. Michon C. Display of recombinant proteins at the surface of lactic acid bacteria: Strategies and applications / C. Michon, P. Langella, V.G. Eijsink, G. Mathiesen, J.M. Chatel // *Microbial cell factories*. 2016. vol. 15. 16 p.
29. Neto C.A.C.G. The β -galactosidase immobilization protocol determines its performance as catalysts in the kinetically controlled synthesis of lactulose / C.A.C.G. Neto, N.C.G.E. Silva, T. de Oliveira Costa, T.L. de Albuquerque, L.R.B. Gonçalves, R. Fernandez-Lafuente, M.V.P. Rocha // *International journal of biological macromolecules*. 2021. vol. 176. P. 468-478. DOI:10.1016/j.ijbiomac.2021.02.078
30. Nguyen H.M. Display of a β -mannanase and a chitosanase on the cell surface of *Lactobacillus plantarum* towards the development of whole-cell biocatalysts / H.M. Nguyen, G. Mathiesen, E.M. Stelzer, M.L. Pham, K. Kuczkowska, A. Mackenzie, J.W. Agger, V.G. Eijsink,

- M. Yamabhai, C.K. Peterbauer et al. // *Microbial cell factories*. 2016. vol. 15. 14 p. DOI: 10.1186/s12934-016-0570-z
31. Panesar P. Potential Applications of Immobilized β -Galactosidase in Food Processing Industries. / P. Panesar, S. Kumari, R. Panesar // *Enzyme research*. 2010. 16 p. DOI:10.4061/2010/473137
 32. Patent CN112481239 (A) Immobilized lactase with hydrophobic property and method for preparing lactulose by applying immobilized lactase/ Yang R., Wang M. — 2021-03-12.
 33. Pessela B. The immobilization of a thermophilic β -galactosidase on Sepabeads supports decreases product inhibition: complete hydrolysis of lactose in dairy products / B. Pessela, C. Mateo, M. Fuentes, A. Vián, J. García, A. Carrascosa, J. Guisán, R. Fernández-Lafuente // *Enzyme and microbial technology*. 2003. vol. 33. no. 2-3, P. 199-205. DOI:10.1016/S0141-0229(03)00120-0
 34. Pham M.L. Immobilization of β -Galactosidases on the Lactobacillus Cell Surface Using the Peptidoglycan-Binding Motif LysM / M.L. Pham, A.M. Tran, S. Kittibunchakul, T.T. Nguyen, G. Mathiesen, T.H. Nguyen // *Catalysts*. 2019. vol. 9. 18 p. DOI: 10.3390/catal9050443
 35. Pham M.L. Immobilization of β -galactosidases from Lactobacillus on chitin using a chitin-binding domain / M.L. Pham, T. Leister, H.A. Nguyen, B.C. Do, A.T. Pham, D. Haltrich, M. Yamabhai, T.H. Nguyen, T.T. Nguyen // *Journal of agricultural and food chemistry*. 2017. vol. 65. P. 2965-2976. DOI: 10.1021/acs.jafc.6b04982
 36. Posthuma-Trumpie G.A. A low perfusion rate microreactor for continuous monitoring of enzyme characteristics: Application to glucose oxidase / G.A. Posthuma-Trumpie, K. Venema, W.J.H. van Berkel, J. Korf // *Analytical and bioanalytical chemistry*. 2007. vol. 389. P. 2029-2033. DOI: 10.1007/s00216-007-1596-1
 37. Rodrigues R.C. Modifying enzyme activity and selectivity by immobilization / R.C. Rodrigues, O.A. Berenguer-Murcia, R. Torres, R. Fernandez-Lafuente // *Chemical society reviews*. 2013. vol. 42. P. 6290–6307. DOI:10.1039/c2cs35231a
 38. Rudroff F. Opportunities and challenges for combining chemo- and biocatalysis / F. Rudroff, M.D. Mihovilovic, H. Gröger, R. Snajdrova, H. Iding, U.T. Bornscheuer // *Nature catalysis*. 2018. vol. 1. P. 12-22. DOI:10.1038/s41929-017-0010-4
 39. Šalić A. Synergy of microtechnology and biotechnology: microreactors as an effective tool for biotransformation processes / A. Šalić, B. Zelić // *Food technology and biotechnology*. 2018. vol. 56. P. 464-479 DOI:10.17113/ftb.56.04.18.5673
 40. Satar R. Role of glutaraldehyde in imparting stability to immobilized β -galactosidase systems / R. Satar, M.A. Jafri, M. Rasool, S.A. Ansari // *Brazilian archives of biology and technology*. 2017. vol. 60. P. 87-92. DOI:10.1590/1678-4324-2017160311
 41. Serey M. Immobilization of *Aspergillus oryzae* β -galactosidase in cation functionalized agarose matrix and its application in the synthesis of lactulose / M. Serey, C. Vera, C. Guerrero, A. Illanes // *International journal of biological macromolecules*. 2021. vol. 167. P. 1564-1574. DOI:10.1016/j.ijbiomac.2020.11.110
 42. Serri N.A. High reusability of lipase immobilized on eggshells for butyl butyrate synthesis under optimum condition / N.A. Serri, L.S. Mooi // *ASM science journal*. 2019. vol. 12. 10 p. DOI:10.32802/ASMSCJ.2019.247
 43. Silvério S.C. Biocatalytic approaches using lactulose: End product compared with substrate / S.C. Silvério, E.A. Macedo, J.A. Teixeira, L.R. Rodrigues // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2016. vol. 15 P. 878-896. DOI:10.1111/1541-4337.12215
 44. Sitanggang A.B. Recent advances on prebiotic lactulose production / A.B. Sitanggang, A. Drews, M. Kraume // *World journal of microbiology and biotechnology*. 2016. vol. 32. 10 p. DOI:10.1007/s11274-016-2103-7
 45. Song Y. Batch and continuous synthesis of lactulose from whey lactose by immobilized β -galactosidase / Y. Song, H. Lee, C. Park, S. Kim // *Food chemistry*. 2013. vol. 136. P. 689-694. DOI:10.1016/j.foodchem.2012.08.074

46. Song Y. β -Galactosidase-immobilized microreactor fabricated using a novel technique for enzyme immobilization and its application for continuous synthesis of lactulose / S. Song, H. Shin, J. Lee, C. Park, S. Kim // *Food chemistry*. 2012. vol. 133. P. 611-617. DOI:10.1016/J.FOODCHEM.2012.01.096
47. Taqieddin E. Enzyme immobilization in novel alginate-chitosan core-shell microcapsules / E. Taqieddin, M. Amiji // *Biomaterials*. 2004. vol. 25. P. 1937-1942. DOI:10.1016/J.BIOMATERIALS.2003.08.034
48. Tavernini L.M. Development of a hybrid bioinorganic nanobiocatalyst: remarkable impact of the immobilization conditions on activity and stability of β -galactosidase / L.M. Tavernini, M.V. Olguín, M. Trench, R.A. Minervino // *Molecules*. 2021. vol. 26. 14 p. DOI:10.3390/molecules26144152
49. Thompson M.P. Biocatalysis using immobilized enzymes in continuous flow for the synthesis of fine chemicals / M.P. Thompson, I. Peñafiel, S.C. Cosgrove, N.J. Turner // *Organic process research & development*. 2019. vol. 23. P.9–18. DOI:10.1021/ACS.OPRD.8B00305
50. Torres R. A novel heterofunctional epoxy-amino sepabeads for a new enzyme immobilization protocol: Immobilization-stabilization of β -galactosidase from *Aspergillus oryzae* / R. Torres, C. Mateo, G. Fernandez-Lorente, C. Ortiz, M. Fuentes, J. Palomo, J. Guisán, R. Fernández-Lafuente // *Biotechnology progress*. 2003. vol. 19. no. 3. P. 1056-1060. DOI:10.1021/bp025771g
51. Verma M. Immobilization of β -D-galactosidase from *Kluyveromyces lactis* on functionalized silicon dioxide nanoparticles: Characterization and lactose hydrolysis / M. Verma, C.J. Barrow, J.F. Kennedy, M. Puri // *International journal of biological macromolecules*. 2010. vol. 50. P. 432-437. DOI:10.1016/j.ijbiomac.2011.12.029
52. Wu Z. Encapsulation of β -galactosidase from *Aspergillus oryzae* based on “fish-in-net” approach with molecular imprinting technique / Z. Wu, M. Dong, M. Lu, Z. Li // *Journal of molecular catalysis B: Enzymatic*. 2010. vol. 63. no. 1-2. P. 75–80. DOI:10.1016/j.molcatb.2009.12.012
53. Wu Z. Improving the properties of β -galactosidase from *Aspergillus oryzae* via encapsulation in aggregated silica nanoparticles / Z. Wu, Z. Wang, B. Guan, X. Wang, Y. Zhang, Y. Xiao, B. Zhi, Y. Liu, Y. Li, Q. Huo // *New journal of chemistry*. 2013. vol. 37. P.3793-3797. DOI:10.1039/C3NJ00685A
54. Yovcheva T. Effect of immobilization conditions on the properties of β -galactosidase immobilized in xanthan/chitosan multilayers / T. Yovcheva, T. Vasileva, A. Viraneva, D. Cholev, I. Bodurov, M. Marudova, V. Bivolarski, I. Iliev // *Journal of physics: conference series*. 2012. vol. 794. P. 2456-2464. DOI:10.1088/1742-6596/794/1/012032

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Табакова Юлия Александровна*, аспирант кафедры прикладной биотехнологии факультета пищевой инженерии и биотехнологий СКФУ; тел. +79624217751; tabakova.j@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0077-2778>

Tabakova Yuliya Alexandrovna*, Postgraduate Student, Department of Applied Biotechnology, Faculty of Food Engineering and Biotechnology, NCFU; tel. +79624217751; tabakova.j@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0077-2778>

Рябцева Светлана Андреевна, профессор кафедры прикладной биотехнологии факультета пищевой инженерии и биотехнологий Северо-Кавказского федерального университета (СКФУ), д.т.н., профессор; тел.+79280084685; ryabtseva07@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9803-8709>

Ryabtseva Svetlana Andreevna, Professor, Department of Applied Biotechnology, Faculty of Food Engineering and Biotechnology, North Caucasus Federal University (NCFU), Doctor of Technical Sciences, Professor; tel. +79280084685; ryabtseva07@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9803-8709>

Шпак Мария Александровна, доцент кафедры технологии машиностроения и технологического оборудования инженерного института СКФУ, к.т.н.; тел. +79064688080; maria.bratsikhina@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0119-9061>

Shpak Maria Alexandrovna, Associate Professor of the Department of Engineering Technology and Technological Equipment of the Engineering Institute of the North Caucasus Federal University, Ph.D.; tel. +79064688080; maria.bratsikhina@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0119-9061>

Сазанова Серафима Николаевна, аспирант кафедры прикладной биотехнологии факультета пищевой инженерии и биотехнологий СКФУ; тел. +79620243715; serafima.sazanova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8200-3007>

Sazanova Serafima Nikolaevna, Postgraduate Student, Department of Applied Biotechnology, Faculty of Food Engineering and Biotechnology, NCFU; tel. +79620243715; serafima.sazanova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8200-3007>

Дата поступления в редакцию: 19.10.2022

После рецензирования: 13.11.2022

Дата принятия к публикации: 07.12.2022

Д.Д. Макарова [D.D. Makarova]
Л.Ю. Зубова [L. Y. Zubova]
А.В. Борисова [A.V. Borisova]

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ПРИГОТОВЛЕНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

УДК-664.661.3

DOI: 10.37493/2307-910X.2022.4.8

STUDY OF THE INFLUENCE OF COOKING MODES ON THE INDICATOR OF THE QUALITY OF BAKERY PRODUCTS

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Россия, г. Самара Samara State
Technical University, Russia, Samara, e-mail: makaroshkadasha19@gmail.com,

Аннотация

В статье были рассмотрено влияние режимов выпечки на органолептические и физико-химические свойства булочек, изготовленных по традиционной рецептуре китайских паровых булочек баоцзы. Булочные изделия включали добавки овощных пюре, влияющих на органолептические и физико-химические свойства теста и готовых изделий. В результате выпечки было установлено, что выпеченные изделия на пару уступают в органолептических показателях изделиям, приготовленным при использовании конвекции.

Ключевые слова: выпечка, шпинат, тыква, свекла, перец, паровые булочки, пароконвектомат.

Abstract

The article examined the influence of baking modes on the organoleptic and physico-chemical properties of buns made according to the traditional recipe of Chinese steamed buns Baozi. Bakery products included additives of vegetable purees that affect the organoleptic and physico-chemical properties of dough and finished products. As a result of baking, it was found that the baked products are steamed inferior in organoleptic characteristics to products prepared using convection.

Key words: pastries, spinach, pumpkin, beetroot, pepper, steamed buns, steam convectomat.

Питание относится к важнейшим факторам, обеспечивающим поддержание здоровья, работоспособности, профилактику различных заболеваний. В современном мире проблема правильного питания является очень актуальной и волнует с каждым годом все большее количество населения. Здоровое питание подразумевает подбор пищевых продуктов, отказ от быстрых углеводов, использования в рационе большого количества овощей, фруктов, орехов, а также переход к технологии варки на пару, благодаря которой сохраняется большинство витаминов, не используются жиры, продукт сохраняет сочность и исходный цвет [1-4]. В то же время появляются сообщения о негативном влиянии традиционного способа выпечки при высоких температурах в конвекционных печах. В процессе выпечки хлебобулочных изделий образуется акриламид – опасное канцерогенное вещество, относящееся ко 2-му классу опасности, снизить образование, которого можно, используя режим пара и пониженную температуру выпечки [5].

Особую популярность в связи с вышеизложенными доводами в последнее время приобретают традиционные изделия китайской кухни – паровые булочки. Существует два вида паровых булочек, отличающихся по составу. Первый вид – маньтоу – это паровая булочка без начинки, особо популярная в северном Китае. Второй вид паровых булочек – баоцзы. Формируются баоцзы круглыми пирожками и готовятся с начинкой. В качестве начинки можно использовать мясо или овощи. Существуют и сладкие баоцзы с кунжутом или пастой из сладких бобов [6]. В России чаще всего распространяются рецепты булочек

баоцзы, содержащих в своем составе овощные пюре, которые не только придают изделиям приятный яркий цвет, но и обогащают продукт клетчаткой, витаминами, минеральными веществами [7-8]. Часто используют пюре шпината, тыквы, свеклы, которые содержат в своем составе наиболее яркие и стойкие красящие вещества.

Тыква отличается большим содержанием каротина, придающего оранжевый цвет овощу, а также меньшим, чем в овощных культурах, содержанием органических кислот и клетчатки. Богат и минеральный состав тыквы: натрий, калий, кальций, магний, фосфор, железо с дольными элементами, кроме того, зрелые плоды содержат еще медь и серу. Тыква – единственная культура из семейства тыквенных, содержащая крахмал, поэтому полезно включать ее в рацион питания при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, гастритах, воспалении печени и желчного пузыря, язве желудка и 12-перстной кишки, диета дает прекрасные результаты при сердечно-сосудистых заболеваниях, нарушении обмена веществ, особенно при ожирении [9].

Свекла, содержащая яркий краситель бетаин, отличается высоким содержанием сахара, клетчатки, высокой питательностью. Свеклу назначают при малокровии, пищевые волокна свеклы стимулируют работу желудочно-кишечного тракта [10-11].

Для окрашивания продуктов в зеленый цвет в кулинарной практике чаще всего применяют шпинат, отличающийся высоким содержанием хлорофилла и каротиноидов. Шпинат – известное пищевое и лекарственное растение. С древности применяется в лечебной практике при воспалениях гортани, при туберкулезе, заболеваниях легких. В современной народной медицине шпинат применяется как ветрогонное, слабительное средство при запорах, заболеваниях желудка [12].

Важной характеристикой хлебобулочных изделий, кроме их пользы и безопасности для здоровья, является органолептическая характеристика и приемлемость вкуса в условиях сложившихся традиций и пищевых привычек. Поэтому целью данной работы являлось изучение влияния режимов выпечки на органолептические и физико-химические показатели паровых булочек, содержащих овощные пюре.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования были выбраны следующие образцы овощей: перец, тыква, шпинат, свекла. Булочки получали по традиционной рецептуре паровых булочек баоцзы, указанной в таблице 1.

Таблица 1 - Рецептура булочек

Ингредиент, г	Номер рецептуры				
	1	2	3	4	5
Мука в/с	128	128	128	128	128
Молоко	71	71	71	71	71
Дрожжи сухие	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
Масло растительное	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2
Сахар	3	3	3	3	3
Соль	1	1	1	1	1
Тыква	-	28,5	-	-	-
Перец болгарский	-	-	28,5	-	-
Свекла	-	-	-	-	28,5
Шпинат	-	-	-	28,5	-
Выход, г	222	251	251	251	251

Тесто замешивалось опарным способом, время брожения составило 40 минут, после чего были сформованы тестовые заготовки массой 50,0 г. Перед выпечкой проводили окончательную расстойку в течение 20 минут при температуре 36-40 °С. Овощное пюре вносились в тестовые заготовки перед окончательной расстойкой: в образцах 1 – контрольный образец без добавок; 2 – пюре тыквы, 3 – пюре перца болгарского, 4 – пюре шпината, 5 – пюре свеклы.

Выпечку осуществляли в пароконвектомате АПК-10 1/1 марки Abat. В пароконвектомате использовали следующие режимы выпечки: 1) Конвекция при 180 °С (К),

время выпечки составило 11 мин; 2) Конвекция+Пар 50 % при 180 °С (К-П) , время выпечки составило 9 мин; 3) Пар при 100 °С (П-100) , время выпечки составило 8 мин; 4) Низкотемпературный пар при 90 °С (П-90) , время выпечки составило 17 мин. Готовность булочек определялась по достижении температуры в центре мякиша 90 °С по термощупу. Скорость движения воздуха в пароконвектомате поддерживалась автоматически на максимальном уровне.

В исследуемых образцах булочек были определены органолептические показатели по ГОСТ 31805-2012, влажность и массовая доля сухих веществ по ГОСТ 5900-2014, пористость по ГОСТ 5669-96, кислотность ГОСТ 567096, процент упека определяли по разнице масс до и после выпечки.

Результаты и их обсуждение

Пароконвекционные (конвекционные) печи относятся к профессиональному тепловому оборудованию. Приготовленная в пароконвектомате пища практически не теряет содержащихся в ней витаминов и аминокислот [6-10].

На рисунке 1 представлен график упека хлебобулочных изделий, выпеченных при разных режимах.

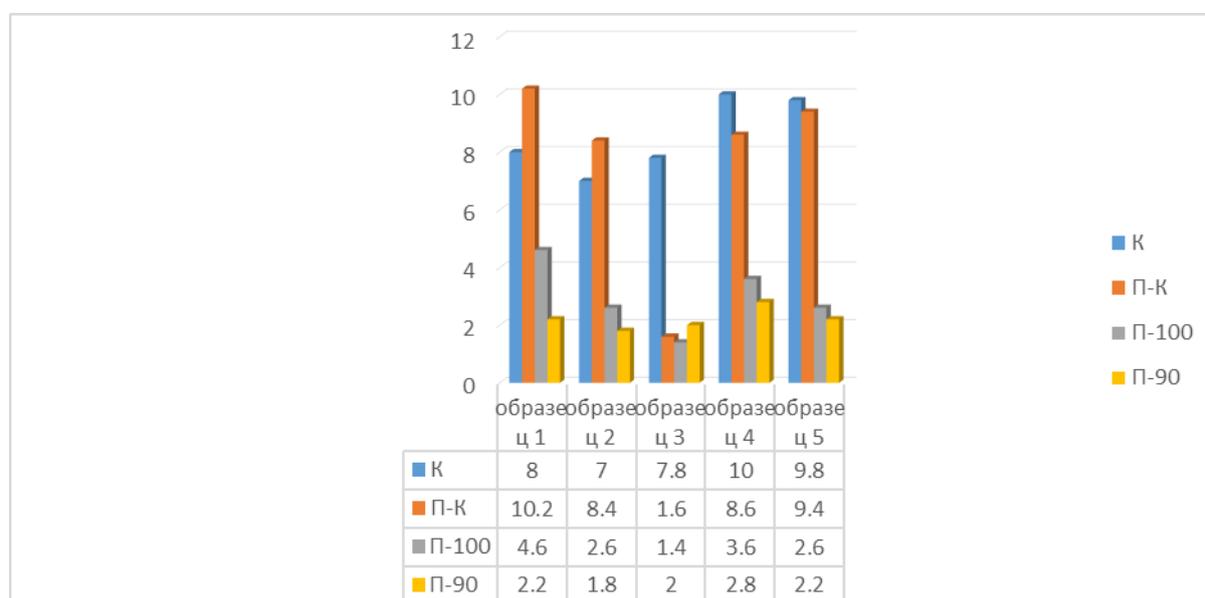


Рисунок 1 - Показатели упека паровых булочек

На графике видно, что максимальный процент упека наблюдался у образцов, которые готовились на режиме конвекция+пар. Наибольший процент упека определен у образцов булочек с пюре перца, шпината и свеклы, выпеченных в режиме конвекции без пара. В режиме низкотемпературного пара наблюдается минимальный процент усушки. Это обусловлено тем, что в процессе тепловой обработки булочки насыщались паром, и влага испарилась в малом количестве.

На рис. 2 приведена диаграмма плотности булочек.

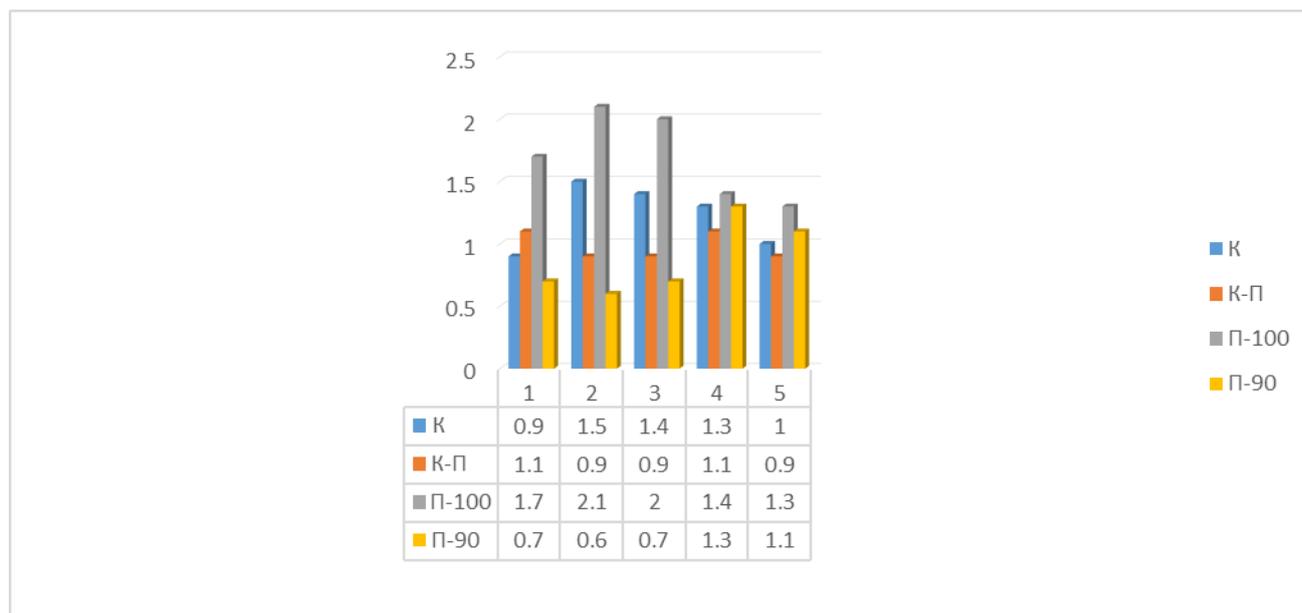


Рисунок 2 - Диаграмма плотности образцов

Исходя из диаграммы можно сделать вывод, что у всех пяти образцов наибольшее значение плотности составило на режиме пар-100. Это обусловлено тем, что продукт насыщается большим количеством влаги и плотность изделий увеличивается.

Использование пара при выпечке в пароконвектомате положительно сказывается на снижении времени выпечки и качестве готовых изделий. В таблице 2 приведена органолептическая оценка образцов.

Таблица 2- Органолептические показатели готовых изделий

Наименование изделий	Органолептические показатели			
	Внешний вид	Вкус и аромат	Цвет	Консистенция
Образец 1				
К		В меру солёный, без посторонних привкусов. Свежевыпеченных изделий, без посторонних ароматов	Белый, без вкраплений с коричневой корочкой	В меру плотная, с хрустящей корочкой
К-П		В меру солёный, без посторонних привкусов. Свежевыпеченных изделий, без посторонних ароматов	Белый, без вкраплений с коричневой корочкой	В меру плотная, с хрустящей корочкой
П-90		В меру солёный, без посторонних привкусов. Свежевыпеченных изделий, без посторонних ароматов	Белый, без вкраплений, равномерный	Мягкие, воздушные, непористые
П-100		В меру солёный, без посторонних привкусов. Свежевыпеченных изделий, без посторонних ароматов	Белый, без вкраплений, равномерный	Мягкие, воздушные, в меру пористые
Образец 2				
К		В меру солёные, с привкусом тыквы. Свежевыпеченных изделий, тыквы	Светло-желтый	В меру плотные, влажные, пористые

К-П		В меру солёные, с привкусом тыквы. Свежевыпеченных изделий, тыквы	Светло-желтый с корочкой	В меру плотные, сухие, пористые
П-90		В меру солёные, с привкусом тыквы. Свежевыпеченных изделий, тыквы	Равномерный, светло-желтый	Без корочки, воздушные, пористые
П-100		В меру солёные, с привкусом тыквы. Свежевыпеченных изделий, тыквы	Равномерный, светло-желтый без корочки	Без корочки, воздушные, сильно пористые
Образец 3				
К		В меру солёный, с привкусом перца. Свежевыпеченных изделий, перца	Светло-желтый с корочкой	Сильно пористые, плотные
К-П		В меру солёный, с привкусом перца. Свежевыпеченных изделий, перца	Светло-желтый с корочкой	Сильно пористые, плотные
П-90		В меру солёный, с привкусом перца. Свежевыпеченных изделий, перца	Равномерный, желтый с корочкой	Воздушные, мягкие, пористые
П-100		В меру солёный, с привкусом перца. Свежевыпеченных изделий, перца	Равномерный, желтый с корочкой	Воздушные, мягкие, пористые
Образец 4				
К		Поджаренной выпечки со шпинатным оттенком	Зеленый, светло-коричневый	Мягкая, с хрустящей корочкой, пористая
К-П		Поджаренной выпечки со шпинатным оттенком	Зеленый, светло-коричневый	Пористость, слегка рыхловатая структура
П-90		Сыроватый привкус и аромат шпината	Светло-зеленый	Небольшая пористость, мягкая, рыхловатая
П-100		Сыроватый привкус и аромат шпината	Насыщенный, светло-зеленый	Большая пористость, рыхлая структура
Образец 5				
К		Поджаренной выпечки со свекольным оттенком	Светло-бардовый, светло-коричневый	Мягкая, пористая, с хрустящей корочкой
К-П		Поджаренной выпечки со свекольным оттенком	Светло-бардовый, светло-коричневый	Пористость, слегка рыхловатая структура

П-90		Сыроватый привкус и аромат свеклы	Ярко-красный	Большая пористость, рыхлая, не держит форму
П-100		Сыроватый привкус и аромат свеклы	Насыщенный, Светло-бордовый	Большая пористость, рыхлая структура

Согласно данным таблицы 2 все образцы булочек имели приемлемые органолептические характеристики: соответствующий цвет вносимой пищевой добавки, пористую консистенцию, вкус, соответствующий дрожжевой выпечке и аромат. При этом при выпекании изделий наиболее ощутимыми (выраженными) были ароматы перца и свеклы. Следует отметить, что булочки, выпекаемые на пару при температурах 100 и 90 °С, отличались отсутствием корочки, повышенной упругостью, более ярким цветом. Булочки, выпеченные по той же рецептуре, но с использованием режима конвекции, имели корочку, темный цвет которой придавал изделиям более грязноватый оттенок. Однако по вкусовым ощущениям именно наличие хрустящей корочки вызывало положительные отклики у экспертов. Изделия, выпеченные на пару ощущались как сыроватые, хотя мякиш был пропечен. Мы связываем это явление именно с психоэмоциональным аспектом восприятия пищи. Традиционным способом выпекания хлебобулочных изделий в России является выпечка в среде нагретого воздуха с использованием очень высоких температур и зачастую принудительной конвекции. От толщины и хруста корочки сильно зависит восприятие вкуса хлебобулочного изделия, поскольку мозг человека обрабатывает сигналы, полученные от всех рецепторов, анализирующих цвет, вкус, хруст, консистенцию продукта. Кроме того, на восприятие накладывается опыт человека, его пищевые предпочтения, традиции семьи и в целом его окружения. Поэтому для российского потребителя китайские паровые булочки баоцзы воспринимаются как интересный новый продукт, но в сравнении с теми же булочками, выпеченными по традиционному способу, предпочтение идет в пользу последних.

Результаты физико-химических и технологических показателей приведены в таблице 3 и рис. 3.

Таблица 3- Физико-химические показатели паровых булочек

Обозначение образца	К образец 1	К-П образец 1	П-100 образец 1	П-90 образец 1	К образец 2	К-П образец 2	П-100 образец 2	П-90 образец 2	К образец 3	К-П образец 3	П-100 образец 3	П-90 образец 3	К образец 4	К-П образец 4	П-100 образец 4	П-90 образец 4	К образец 5	К-П образец 5	П-100 образец 5	П-90 образец 5
Сухие вещества, %	76	75	62	72	62	62	60	66	70	69	58	62	65	63	61	61	66	65	60	59
Влажность, %	24	25	38	28	38	38	40	34	30	31	42	38	35	37	39	39	33	35	40	41
Кислотность, град.	6,6	6,6	6,5	5,0	6,2	6,6	5,4	4,4	6,6	6,4	6,0	5,4	6,0	5,8	6,2	5,4	5,4	5,0	4,0	5,0

Как видно из таблицы 3 содержание сухих веществ и процент содержания влажности в булочках зависит от выбранного режима оборудования для выпекания и вносимой пищевой добавки одновременно. Больше сухих веществ содержит классический образец. Это связано с тем, что в классическом образце не содержится натуральных пищевых добавок, которые содержат большое количество влаги. Все пять образцов имели среднюю

кислотность в пределах нормы, которая изменялась в зависимости от образца и режима выпечки. Изделия, выпекаемые на пару, имели более низкую кислотность по сравнению с образцами, выпеченными при режиме конвекции. Изменение кислотности связано как с содержанием овощей, так и накоплением продуктов, имеющих кислую реакцию.

Выводы

Булочки, выпеченные в режиме конвекции, получились более ароматными и более привычными для восприятия жителей России благодаря хрустящей корочке. Несмотря на то, что булочки на пару отличаются наибольшей упругостью, меньшим упеком, кислотностью, тем не менее органолептические предпочтения отдадут булочкам на режиме конвекция. Было установлено, что наиболее выраженным ароматом, вызывающим аппетит, обладают такие пищевые натуральные добавки, как перец и свекла. Следует отметить, что разница в использованных режимах конвекции и конвекции в сочетании с паром оказалась незаметна, так же, как и в режимах пар при 100 и 90 °С, поэтому выгоднее для предприятия использовать режимы, где затрачивается наименьшее время приготовления: конвекция-пар и чистый пар.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеенко, А.А. Правильное питание / А.А. Авдеенко, И.Г. Ерёмченко // Омский государственный университет Столыпина. Серия: общегуманитарные науки. – 2019. – № 12, Т. 2. – С. 3.
2. Погожева, А.В. Правильное питание – фундамент здоровья и долголетия / А.В. Погожева, А.К. Батурич // Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи. Серия: пищевая промышленность. – 2017. – № 10, – С. 4.
3. Давыденко, Н.И. Влияние режимов и параметров выпечки в пароконвектомате на качество сдобных булочных изделий / Н.И. Давыденко, А.И. Уржумова, Г.И. Шевелева // Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. Специальность: Прочие технологии. – 2017. – № 44, вып. 1. – С.6.
4. Маркова, Ю.В. Особенности использования пароконвектомата для выработки хлебобулочных изделий / Ю.В. Маркова, А.С. Марков, А.С. Романов // Кемеровский государственный университет. Специальность: Технологии материалов. – 2018. – № 48, вып. 2. – С.7.
5. Нилова, Л.П. Проблемы безопасности хлебобулочных изделий: акриламид / Л.П. Нилова, С.М. Малютенкова, А.А. Вытовтов // Санкт-Петербург политехнический университет. Серия: пищевая промышленность и биотехнология. – 2017. – № 5, – С. 8.
6. Цзы, Ван Развитие императорской кухни как элитарной части гастрономической культуры Китая / Ван Цзы // Дальневосточный федеральный университет. Специальность: Искусствоведение. – 2021. – № 12, – С. 196-200.
7. Виницкая, В.Ф. Разработка технологий производства функциональных снеков из местного фруктового и овощного сырья / В.Ф. Виницкая // Мичуринский государственный аграрный университет. Серия: пищевая промышленность. – 2019. – № 4, – С. 7.
8. Матвеев, Ю.А. Пищевая клетчатка – российский продукт / Ю.А. Матвеев, А.В. Назаров // Омский государственный университет Столыпина. Серия: Прочие технологии. – 2012. – № 1, – С. 2.
9. Бородина, Н.Н. Тыква – культура богарного земледелия, ее полезность и лечебное значение в народной медицине / Н.Н. Бородина, Л.П. Андриевская // Вестник Сибирского федерального университета. Серия: Сельское хозяйство. – 2018. – № 8, – С. 7.
10. Вострухин, Н.П. / Сахарная свекла - качество корнеплодов и выход сахара // Н. П. Вострухин, Н. П. Вострухина, Минск: Юнипак, 2007. - 206 с.
11. Бахарев, В.В. Исследование физико-химических показателей свекольных выжимок после их дегидратации с последующей экструзией / В.В. Бахарев, М.С. Воронина, А.Н. Гуляева, О.А. Нафикова // Самарский Государственный Технический Университет. Специальность: Прочие технологии. – 2022. – № 3, вып. 101. – С.25 - 31.

12. Рахмиддин, А.С. Исследование химического состава шпината / А.С. Рахмиддин, Ж.Ч. Абдусаттар, У.Х. Рузбой // Ташкентский государственный технический университет имени И. Каримова. Специальность: Естественные и точные науки. – 2022. – № 3, – С. 10.
13. Хохлов, Р.В. Тепловое оборудование / Р.В. Хохлов // Москва: Ресторанные ведомости, 2005. – 164 с.
14. Ананьева, Е.А. Сорбционно-спектрофотометрическое определение анионных пищевых красителей / Е.А. Ананьева // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. Серия: Животноводство. – 2020. – № 2-6, вып. 101. – С. 4.
15. Лисин, П.А. Современное технологическое оборудование для тепловой обработки молока и молочных продуктов / П.А. Лисин // СПб.: Гиорд, 2009. – 136 с.

REFERENCES

1. Avdeenko, A.A. Pravil'noe pitanie / A.A. Avdeenko, I.G. Eremenko // Omskii gosudarstvennyi universitet Stolypina. Seriya: obshchegumanitarnye nauki. – 2019. – № 12, Т. 2. – С. 3.
2. Pogozheva, A.V. Pravil'noe pitanie – fundament zdorov'ya i dolgoletiya / A.V. Pogozheva, A.K. Baturin // Federal'nyi issledovatel'skii tsentr pitaniya, biotekhnologii i bezopasnosti pishchi. Seriya: pishchevaya promyshlennost'. – 2017. – № 10, – С. 4.
3. Davydenko, N.I. Vliyanie rezhimov i parametrov vypechki v parokonvektomate na kachestvo sдобnykh bulochnykh izdelii / N.I. Davydenko, A.I. Urzhumova, G.I. Sheveleva // Kemerovskii tekhnologicheskii institut pishchevoi promyshlennosti. Spetsial'nost': Prochie tekhnologii. – 2017. – № 44, vyp. 1. – С.6.
4. Markova, YU.V. Osobennosti ispol'zovaniya parokonvektomata dlya vyrabotki khlebobulochnykh izdelii / YU.V. Markova, A.S. Markov, A.S. Romanov // Kemerovskii gosudarstvennyi universitet. Spetsial'nost': Tekhnologii materialov. – 2018. – № 48, vyp. 2. – С.7.
5. Nilova, L.P. Problemy bezopasnosti khlebobulochnykh izdelii: akrilamid / L.P. Nilova, S.M. Mal'yutenkova, A.A. Vytovtov // Sankt-Peterburg politekhnicheskii universitet. Seriya: pishchevaya promyshlennost' i biotekhnologiya. – 2017. – № 5, – С. 8.
6. Tszy, Van Razvitie imperatorskoi kukhni kak ehлитarnoi chasti gastronomicheskoi kul'tury Kitaya / Van Tszy // Dal'nevostochnyi federal'nyi universitet. Spetsial'nost': Iskusstvovedenie. – 2021. – № 12, – С. 196-200.
7. Vinitskaya, V.F. Razrabotka tekhnologii proizvodstva funktsional'nykh snekov iz mestnogo fruktoovogo i ovoshchnogo syr'ya / V.F. Vinitskaya // Michurinskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet. Seriya: pishchevaya promyshlennost'. – 2019. – № 4, – С. 7.
8. Matveev, YU.A. Pishchevaya kletchatka – rossiiskii produkt / YU.A. Matveev, A.V. Nazarov // Omskii gosudarstvennyi universitet Stolypina. Seriya: Prochie tekhnologii. – 2012. – № 1, – С. 2.
9. Borodina, N.N. Tykva – kul'tura bogarnogo zemledeliya, ee poleznost' i lechebnoe znachenie v narodnoi meditsine / N.N. Borodina, L.P. Andrievskaya // Vestnik Sibirskogo federal'nogo universiteta. Seriya: Sel'skoe khozyaistvo. – 2018. – № 8, – С. 7.
10. Vostrukhin, N.P. / Sakharnaya svekla - kachestvo korneplodov i vykhod sakhara // N. P. Vostrukhin, N. P. Vostrukhina, Minsk: Yunipak, 2007. - 206 s.
11. Bakharev, V.V. Issledovanie fiziko-khimicheskikh pokazatelei svekol'nykh vyzhimok posle ikh degidratatsii s posleduyushchei ehkstruziei / V.V. Bakharev, M.S. Voronina, A.N. Gulyaeva, O.A. Nafikova // Samarskii Gosudarstvennyi Tekhnicheskii Universitet. Spetsial'nost': Prochie tekhnologii. – 2022. – № 3, vyp. 101. – С.25 - 31.
12. Rakhmiddin, A.S. Issledovanie khimicheskogo sostava shpinata / A.S. Rakhmiddin, ZH.CH. Abdusattar, U.KH. Ruziboi // Tashkentskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet imeni I. Karimova. Spetsial'nost': Estestvennye i tochnye nauki. – 2022. – № 3, – С. 10.

13. Khokhlov, R.V. Teplovoe oborudovanie / R.V. Khokhlov // Moskva: Restorannye vedomosti, 2005. – 164 с.
14. Anan'eva, E.A. Sorbtsionno-spektrofotometricheskoe opredelenie anionnykh pishchevykh krasitelei / E.A. Anan'eva // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Seriya: Zhivotnovodstvo. – 2020. – № 2-6, vyp. 101. – S. 4.
15. Lisin, P.A. Sovremennoe tekhnologicheskoe oborudovanie dlya teplovoi obrabotki moloka i molochnykh produktov / P.A. Lisin // SPb.: Giord, 2009. – 136 с.

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Макарова Дарья Дмитриевна, Студент 4–ВБШ–19фпп–3 ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет makaroshkadasha19@gmail.com, 89277365323

Makarova Darya Dmitrievna Student, 4-VBS-19fpp-3 Samara State Technical University makaroshkadasha19@gmail.com, 89277365323

Зубова Людмила Юрьевна Студент, 4–ВБШ–19фпп–3 ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет, lenochekkolesova@mail.ru, 89021598809

Zubova Lyudmila Yurievna Student, 4-VBS-19fpp-3 Samara State Technical University, lenochekkolesova@mail.ru, 89021598809

Борисова Анна Викторовна Кандидат технических наук Доцент ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» anna_borisova_63@mail.ru

Borisova Anna Viktorovna Candidate of Technical Sciences Associate Professor Samara State Technical University ,

Дата поступления в редакцию: 19.10.2022

После рецензирования: 13.11.2022

Дата принятия к публикации: 07.12.2022

А. В. Блинов [A. V. Blinov],
М. А. Пирогов [M..A.Pirogov]
А. А. Гвозденко [A.Gvozdenko Alexey]
А. Б. Голик [Al. B. Golik],
А. А. Яковенко [A. A.Yakovenko],
А. А. Блинова [A.A. Blinova]

УДК 637.521.44
DOI: 10.37493/2307-910X.2022.4.9

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ
КОНФИГУРАЦИИ ТРОЙНЫХ
ХЕЛАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ
ЭССЕНЦИАЛЬНОГО
МИКРОЭЛЕМЕНТА ЦИНКА С
ВИТАМИНОМ С И НЕЗАМЕНИМЫМИ
АМИНОКИСЛОТАМИ**

**DETERMINATION OF THE OPTIMAL
CONFIGURATION OF TRIPLE
CHELATE COMPLEXES OF THE
ESSENTIAL TRACE ELEMENT ZINC
WITH VITAMIN C AND ESSENTIAL
AMINO ACIDS**

ФГАОУ ВО Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия
FSAEI HE "North-Caucasus Federal University", Stavropol, Russia
e-mail: gvozdenko.1999a@gmail.com

Аннотация

В рамках данной работы с помощью компьютерного квантово-химического моделирования проведено определение оптимальной конфигурации тройных хелатных комплексов микроэлемента цинка с витамином С и незаменимыми аминокислотами. Рассматривалось взаимодействие атома цинка с аминокислотами через карбоксильную группу и аминогруппу и с витамином С через различные пары гидроксильных групп. Установлено, что формирование тройных комплексов цинка с витамином С и незаменимыми аминокислотами является возможным, что подтверждается высокой разницей полной энергии тройного комплекса и аминокислоты ($\Delta E = 2449,910 \pm 1,345$ ккал/моль), а также значением химической жёсткости $\eta \geq 0,076$ эВ, свидетельствующем о стабильности молекулярных комплексов. Установлено, что оптимальной конфигурацией тройных хелатных комплексов эссенциального микроэлемента цинка с витамином С и незаменимыми аминокислотами является взаимодействие цинка с аскорбиновой кислотой через ОН групп C_3 и C_6 атомам, и с аминокислотами через карбоксильную и аминогруппу.

Ключевые слова: тройные хелатные комплексы, квантово-химическое моделирование, незаменимые аминокислоты, эссенциальные микроэлементы, витамин С

Abstract

Within the framework of this work, the optimal configuration of triple chelate complexes of the trace element zinc with vitamin C and essential amino acids was determined using computer quantum chemical modeling. The interaction of the zinc atom with amino acids through a carboxyl group and an amino group and with vitamin C through various pairs of hydroxyl groups was considered. It has been established that the formation of triple zinc complexes with vitamin C and essential amino acids is possible, which is confirmed by the high difference in the total energy of the triple complex and the amino acid ($\Delta E = 2449.910 \pm 1.345$ kcal/mol), as well as the chemical

hardness value $\eta \geq 0.076$ eV, indicating the stability of molecular complexes. It has been established that the optimal configuration of triple chelate complexes of the essential trace element zinc with vitamin C and essential amino acids is the interaction of zinc with ascorbic acid with OH groups attached to C_3 and C_6 atoms and with amino acids through the carboxyl and amino groups.

Key words: triple chelate complexes, quantum chemical modeling, essential amino acids, essential trace elements, vitamin C

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского Научного Фонда (№ 22-76-00029).

The study was supported financially by the Russian Science Foundation (№ 22-76-00029).

Введение

На сегодняшний день вследствие техногенеза биосферы происходит нарушение биогеохимических циклов и формирование искусственных геохимических провинций, в которых наблюдается дефицит макро- и микроэлементов [1 – 3]. Данный процесс имеет как региональное, так и мировое значение. В частности, в Ленинградской области и в республике Карелии наблюдается дефицит йода и железа, в Ямало-Ненецком автономном округе – нехватка цинка и меди [4, 5].

Эссенциальные микроэлементы улучшают транспортировку веществ в организме и активность некоторых ферментов [6]. Помимо положительного влияния на человеческий организм эссенциальные микроэлементы также благоприятно влияют на растения, увеличивая количество урожая, повышая устойчивость растений к засухе и болезням [7]. Микроэлементы являются жизненно важными для организма человека. Они обеспечивают нормальный кислотно-щелочной баланс, участвуют в процессах кроветворения, секреции и костеобразования, а также поддерживают осмотическое давление на постоянном уровне [8]. В частности, эссенциальный микроэлемент цинк оказывает значительное влияние на иммунитет человека, формирование структур мозга и нормальное развитие плода. Известно, что цинк является самым распространенным микроэлементом у эукариотов. Он входит в состав более чем 300 ферментов, ДНК-связывающих белков, транскрипционных факторов и большого семейства рецепторных белков [9]. По сравнению с другими тканями концентрация катионов цинка в мозге одна из наиболее высоких и составляет около 0,15 мМ.

Незаменимые аминокислоты принимают участие во множестве процессов в организме человека, но не синтезируются в нём [10]. Лейцин служит для азотистого баланса обмена углеводов и белков, регулирует содержание сахара в крови, участвует в восстановлении тканей и укреплении иммунитета [11]. Метионин необходим для синтеза нуклеиновых кислот, гормонов, витаминов группы B_{12} , фолиевой и аскорбиновой кислот, регулирует концентрацию гистамина и холестерина в крови [12, 13]. Фенилаланин участвует в синтезе тирозина, адреналина, дофамина, фенилэтиламина. Валин необходим для регенерации тканей, для поддержания азотного баланса и как источник энергии для мышечной ткани [14].

Аскорбиновая кислота и ее металлокомплексы применяются в медицине, пищевой промышленности, сельском хозяйстве, ветеринарии и т.д. Аскорбат $Zn(II)$ и аскорбат $Mn(II)$ применяются в качестве кормовой добавки для сельскохозяйственных животных [15]. Аскорбаты K , Cr , Cu , Ca , Zn , Mg используются для создания поливитаминных комплексов необходимых для профессиональных спортсменов [16, 17]. Аскорбат железа применяется при профилактике анемии и для повышения уровня гемоглобина в крови. Кислые комплексы аскорбатов могут применяться в качестве промоторов роста растений [18].

Таким образом разработка комплексных соединений, содержащих эссенциальные микроэлементы, незаменимые аминокислоты и витамины, является актуальным направлением исследований. В рамках данной работы объектом исследования являются тройные хелатные комплексы эссенциального микроэлемента цинка с витамином С и незаменимыми аминокислотами.

Экспериментальная часть

Квантово-химическое моделирование тройного комплекса цинка с незаменимыми аминокислотами и витамином С проводилось в программе QChem с использованием молекулярного редактора IQmol в два этапа. На первом этапе рассматривались молекулы незаменимых аминокислот: валин, лейцин, изолейцин, метионин, треонин, лизин, фенилаланин, триптофан. Далее рассматривался процесс взаимодействия цинка с незаменимыми аминокислотами, проходящий через amino- и карбоксильные группы аминокислот, и с витамином С, проходящий через различные пары гидроксильных групп.

Обсуждение полученных результатов

В рамках квантово-химического моделирования проводили расчет полной энергии системы (E), энергии высшей заселенной молекулярной орбитали (E_{HOMO}), энергии низшей свободной молекулярной орбитали (E_{LUMO}), разницы энергии аминокислоты и тройных хелатных комплексов (ΔE), химической жёсткости (η) (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты компьютерного квантово-химического моделирования

Аминокислота	Тип взаимодействия с витамином С	E , ккал/моль	ΔE , ккал/моль	E_{HOMO} , эВ	E_{LUMO} , эВ	η , эВ
1	2	3	4	5	6	7
Валин	Аминокислота	-402,112	–	-0,249	0,016	0,133
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_2 и C_3 атомам	-2853,304	2451,192	-0,262	0,066	0,164
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_2 и C_5 атомам	-2852,916	2450,804	-0,266	0,034	0,149
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_2 и C_6 атомам	-2853,120	2451,008	-0,270	0,085	0,178
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_3 и C_5 атомам	-2852,844	2450,732	-0,278	0,010	0,144
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_3 и C_6 атомам	-2852,970	2450,858	-0,270	0,076	0,173
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_5 и C_6 атомам	-2852,950	2450,838	-0,240	0,098	0,169
Лейцин	Аминокислота	-441,397	–	-0,260	0,006	0,133
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_2 и C_3 атомам	-2891,897	2450,500	-0,257	0,046	0,152
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_2 и C_5 атомам	-2891,582	2450,185	-0,252	0,091	0,172
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_2 и C_6 атомам	-2892,104	2450,707	-0,257	0,091	0,174
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_3 и C_5 атомам	-2891,843	2450,446	-0,276	0,012	0,144
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_3 и C_6 атомам	-2891,997	2450,600	-0,261	0,083	0,172
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_5 и C_6 атомам	-2891,969	2450,572	-0,236	0,085	0,161
Изолейцин	Аминокислота	-441,394	–	-0,247	0,018	0,133
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_2 и C_3 атомам	-2892,280	2450,886	-0,256	0,065	0,161
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_2 и C_5 атомам	-2892,004	2450,610	-0,251	0,074	0,163
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_2 и C_6 атомам	-2891,789	2450,395	-0,260	0,078	0,169
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_3 и C_5 атомам	-2892,037	2450,643	-0,271	0,078	0,175
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_3 и C_6 атомам	-2891,771	2450,377	-0,274	0,064	0,169
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_5 и C_6 атомам	-2891,626	2450,232	-0,237	0,090	0,164
Метионин	Аминокислота	-800,251	–	-0,232	0,006	0,119
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_2 и C_3 атомам	-3251,506	2451,255	-0,249	0,061	0,155

Аминокислота	Тип взаимодействия с витамином С	E , ккал/моль	ΔE , ккал/моль	$E_{НОМО}$, эВ	$E_{ЛУМО}$, эВ	η , эВ
1	2	3	4	5	6	7
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_2 и C_5 атомам	-3250,296	2450,045	-0,280	0,031	0,156
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_2 и C_6 атомам	-3250,551	2450,300	-0,272	0,086	0,179
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_3 и C_5 атомам	-3250,490	2450,239	-0,280	0,070	0,175
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_3 и C_6 атомам	-3250,422	2450,171	-0,241	0,063	0,152
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_5 и C_6 атомам	-3250,415	2450,164	-0,243	0,087	0,165
Треонин	Аминокислота	-438,015	–	-0,248	0,006	0,127
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_2 и C_3 атомам	-2889,128	2451,113	-0,280	0,052	0,166
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_2 и C_5 атомам	-2887,832	2449,817	-0,255	0,043	0,149
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_2 и C_6 атомам	-2888,843	2450,828	-0,264	0,067	0,166
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_3 и C_5 атомам	-2888,813	2450,798	-0,282	0,059	0,171
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_3 и C_6 атомам	-2888,771	2450,756	-0,271	0,090	0,181
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_5 и C_6 атомам	-2888,800	2450,785	-0,216	0,092	0,154
Лизин	Аминокислота	-496,481	–	-0,177	-0,024	0,077
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_2 и C_3 атомам	-2946,615	2450,134	-0,248	0,053	0,151
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_2 и C_5 атомам	-2946,794	2450,313	-0,284	0,045	0,165
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_2 и C_6 атомам	-2947,080	2450,599	-0,258	0,092	0,175
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_3 и C_5 атомам	-2946,846	2450,365	-0,277	0,014	0,146
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_3 и C_6 атомам	-2947,082	2450,601	-0,271	0,082	0,177
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_5 и C_6 атомам	-2946,912	2450,431	-0,244	0,092	0,168
Фенилаланин	Аминокислота	-554,424	–	-0,240	0,002	0,121
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_2 и C_3 атомам	-3004,707	2450,283	-0,258	0,066	0,162
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_2 и C_5 атомам	-3004,359	2449,935	-0,257	0,086	0,172
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_2 и C_6 атомам	-3004,230	2449,806	-0,251	0,010	0,131
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_3 и C_5 атомам	-3004,452	2450,028	-0,253	0,075	0,164
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_3 и C_6 атомам	-3004,425	2450,001	-0,267	0,091	0,179
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_5 и C_6 атомам	-3004,340	2449,916	-0,246	0,095	0,171
Триптофан	Аминокислота	-685,684	–	-0,195	-0,035	0,080
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_2 и C_3 атомам	-3135,422	2449,738	-0,263	0,066	0,165
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_2 и C_5 атомам	-3135,080	2449,396	-0,282	0,043	0,163
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_2 и C_6 атомам	-3135,106	2449,422	-0,254	0,084	0,169
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_3 и C_5 атомам	-3134,672	2448,988	-0,276	0,008	0,142

Аминокислота	Тип взаимодействия с витамином С	E , ккал/моль	ΔE , ккал/моль	E_{HOMO} , эВ	E_{LUMO} , эВ	η , эВ
1	2	3	4	5	6	7
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_3 и C_6 атомам	-3135,188	2449,504	-0,254	0,061	0,158
	Через <i>ОН</i> группы, присоединённые к C_5 и C_6 атомам	-3134,249	2448,565	-0,234	0,082	0,158

При анализе данных, полученных из таблицы 1, установлено, что все представленные соединения являются энергетически выгодными ($\Delta E = 2449,910 \pm 1.345$ ккал/моль). Наибольшей разницей энергии ($\Delta E = 2451,255$ ккал/моль) обладает комплекс аскорбатометионинат цинка, где взаимодействие с аскорбиновой кислотой происходит через *ОН* группы, присоединённые к C_2 и C_3 атомам, а с метионином – через карбоксильную и аминогруппу (рисунок 1). Тройные комплексы аскорбиновой кислоты, эссенциальных микроэлементов и незаменимых аминокислот обладают значением химической жёсткости $\eta \geq 0,076$ эВ, что свидетельствует о стабильности данных молекулярных комплексов. Так наибольшим значением химической жёсткости ($\eta = 0,181$ эВ) обладает аскорбатотреонинат цинка, в котором взаимодействие цинка с аскорбиновой кислотой происходит через *ОН* группы, присоединённые к C_3 и C_6 атомам, а с треонином – через карбоксильную и аминогруппы (рисунок 2).

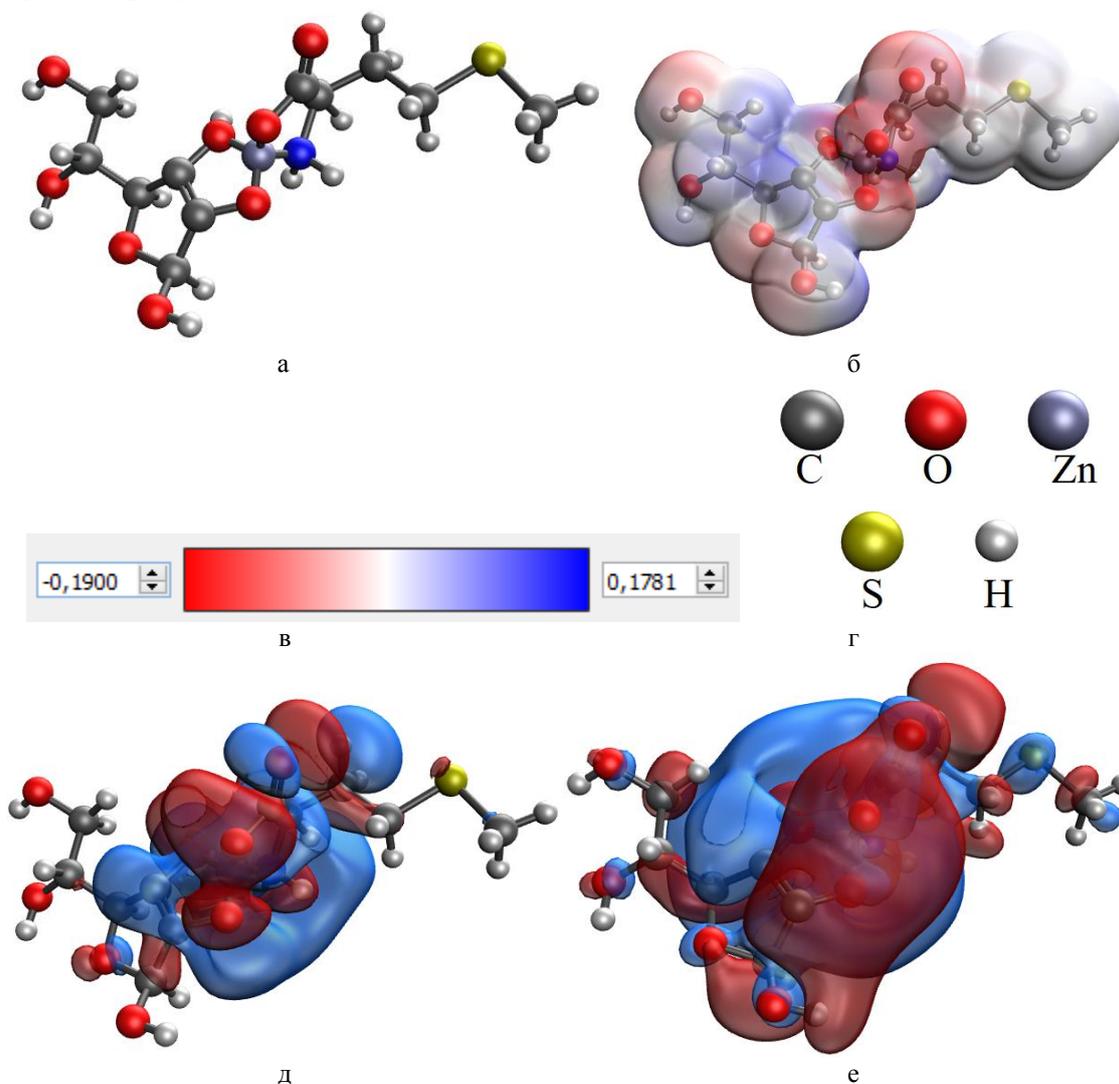


Рисунок 1 – Результаты моделирования аскорбатометионинат цинка, в котором взаимодействие происходит через *ОН* группы, присоединённые к C_2 и C_3 атомам: а – модель молекулярного комплекса; б – распределение электронной плотности; в – градиент распределения электронной плотности; г – расшифровка атомов; д – высшая заселённая молекулярная орбиталь HOMO; е – низшая свободная молекулярная орбиталь LUMO

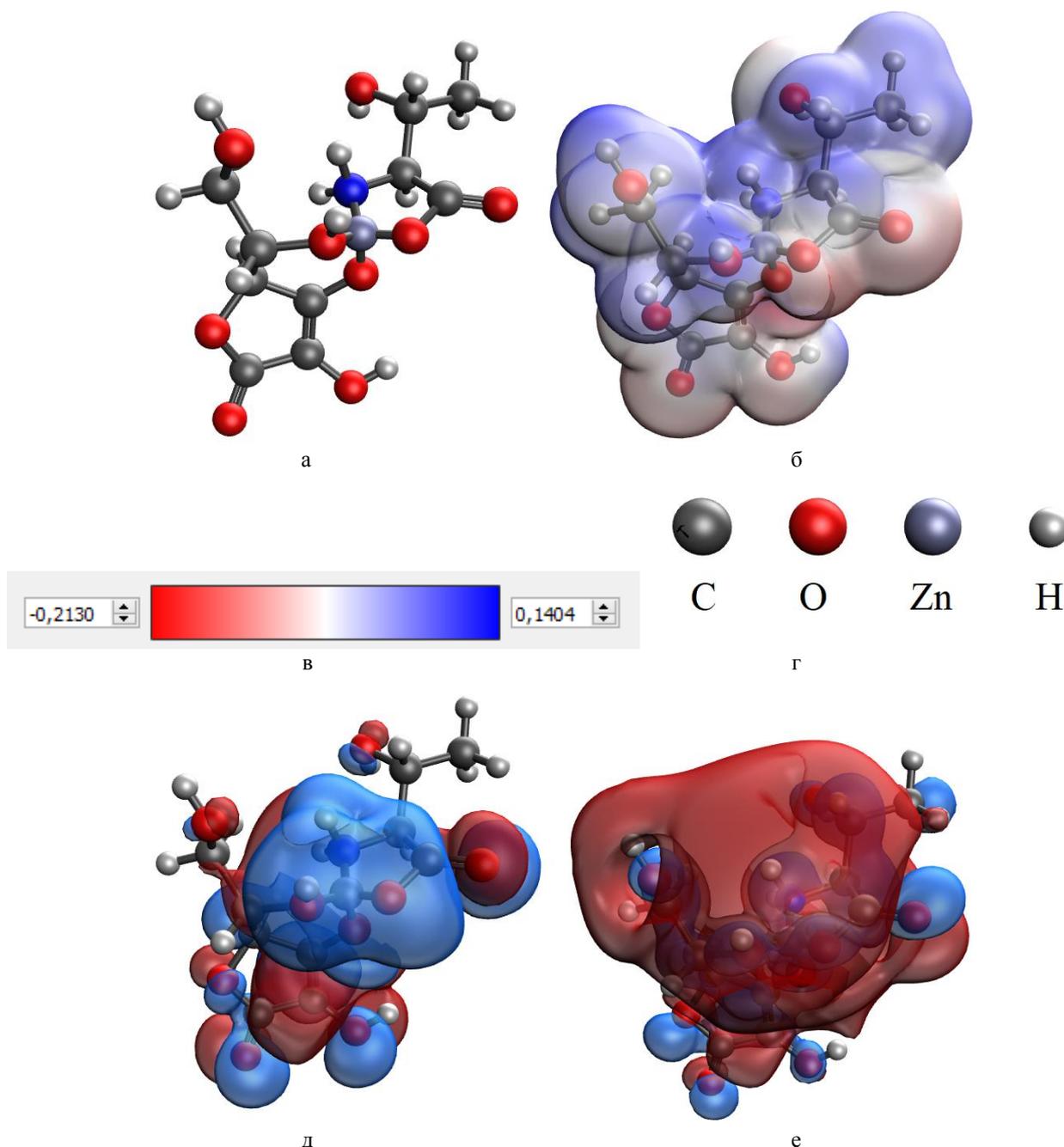


Рисунок 2 – Результаты моделирования аскорбатотреонината цинка, в котором взаимодействие цинка с аскорбиновой кислотой происходит через гидроксильные группы, присоединённые к C_3 и C_6 атомам: а – модель молекулярного комплекса; б – распределение электронной плотности; в – градиент распределения электронной плотности; г – расшифровка атомов; д – высшая заселённая молекулярная орбиталь НОМО; е – низшая свободная молекулярная орбиталь LUMO

Установлено, что оптимальной конфигурацией тройных хелатных комплексов эссенциального микроэлемента цинка с витамином С и незаменимыми аминокислотами является взаимодействие цинка с аскорбиновой кислотой через *ОН* группы, присоединённые к C_3 и C_6 атомам, и с аминокислотами через карбоксильную и аминогруппу.

Заключение

В результате квантово-химического компьютерного моделирования установлено, что все представленные взаимодействия цинка с аскорбиновой кислотой и незаменимыми аминокислотами являются энергетически выгодными и химически стабильными. Наибольшим значением разницы энергии обладает аскорбатометионинат цинка, а

наибольшей химической жёсткостью – аскорбатотреонинат цинка. Анализ полученных результатов позволил сделать вывод, что оптимальной конфигурацией тройных хелатных комплексов эссенциального микроэлемента цинка с витамином С и незаменимыми аминокислотами является взаимодействие цинка с аскорбиновой кислотой через *ОН* группы, присоединённые к C_3 и C_6 атомам, и с аминокислотами через карбоксильную и аминогруппу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Синтез наночастиц диоксида марганца в среде серосодержащих аминокислот / Е. Л. Малая, А. В. Блинов, Л. П. Арефьева, С. О. Крандиевский // Актуальные проблемы электроэнергетики, электроники и нанотехнологий. – 2016. – С. 26-28.
2. Разработка элементосбалансированного комплекса лизинаторибофлавината с эссенциальными микроэлементами / А. Б. Голик, Н. П. Оботурова, А. В. Блинов, А. А. Нагдалян // ББК 45/46 Г67. – 2021. – С. 211.
3. Айсувакова О. П., Балтаева Д. С., Куланова А. Б. Состав и устойчивость аскорбатов никеля (II) // *International innovation research*. – 2017. – С. 34-38.
4. Шворнева, Н. С. Формирование гальванических покрытий цинком в растворах с добавкой аминокислоты / Н. С. Шворнева, А. С. Джумиева, Е. В. Ченцова // Инновационные материалы и технологии : материалы докладов Международной научно-технической конференции молодых ученых, Минск, 9-11 января 2019 г. – Минск : БГТУ, 2019. - С. 470-473.
5. Цинк: актуальность и характеристики биодобавок (обзор литературы) / А. А. Хабаров, Е. В. Будко, К. А. Лушов, Л. А. Горбачева, Н. О. Ельцова // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – №. 3. – С. 361-361.
6. Чернова С. П., Трубачева Л. В. Потенциометрическое изучение поведения ионов *Zn* (II) в водных растворах аминокислот и комплексонов // Аналитика и контроль. – 2006. – № 3/4. – С. 336-341.
7. Гипогликемическая активность хелатных комплексов цинка с аминокислотами / В. П. Котегов, А. В. Сульдин, М. В. Липина, Н. А. Иванова, К. К. Поршнева // Микроэлементы в медицине. – 2011. – Т. 12. – №. 3-4. – С. 83-85.
8. Влияние аспартата цинка и таурина на пул свободных аминокислот в головном мозге крыс / В. М. Шейбак, Е. М. Дорошенко, М. В. Горецкая, И. В. Лях // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя медыцынскіх навук. – 2012. – №. 3. – С. 77-81.
9. Apoptosis in the normal and inflamed airway epithelium: role of zinc in epithelial protection and procaspase-3 regulation / A. Q. Truong-Tran, D. Grosser, R. E. Ruffin, C. Murgia, P. D. Zalewski // *Biochemical pharmacology*. – 2003. – V. 66. – N. 8. – P. 1459-1468.
10. Калинин О. В. Специфические функции незаменимых аминокислот // Молодежь и наука. – 2016. – №. 1. – С. 2-2.
11. Компьютерное моделирование белково-витаминных композитов, сбалансированных по содержанию незаменимых аминокислот / Р. И. Шаззо, Л. Д. Ерашова, Г. Н. Павлова, Р. С. Ермоленко, Л. А. Алехина, А. А. Варивода // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – №. 6. – С. 62-64.
12. Лизин – одна из важнейших незаменимых аминокислот в обеспечении полноценного питания / О. В. Бобрешова, А. С. Фаустов, М. И. Чубирко, В. И. Попов, И. В. Аристов, П. И. Кулинцов – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2003. – 80 с.
13. Роль незаменимой аминокислоты триптофана в возникновении нарушений сна и тревожно-депрессивных расстройств / В. Е. Карнаухов, Е. А. Народова, Н. А. Шнайдер, В. В. Народова, Д. В. Дмитриенко, Р. Ф. Насырова // Человек и его здоровье. – 2022. – №. 2. – С. 13-23.
14. Кахраманова Ш. И., Кулиева Э. А., Азизов И. В. Влияние новосинтезированных комплексов цинка с аминокислотами на морфофизиологические

показатели проростков пшеницы // Академический журнал Западной Сибири. – 2014. – Т. 10. – №. 5. – С. 94-94.

15. Обогащение йодом продукции животноводства. Нормы и технологии / А. А. Спиридонов, Е. В. Мурашова, О. Ф. Кислова – Санкт-Петербург, 2014.–105 с.

16. Малиновский А. В. Является ли треонин незаменимой аминокислотой? // *Biological Communications*. – 2011. – №. 1. – С. 66-71.

17. Владимирова С. Ф., Страхова В. В., Бутко А. А. Сравнительный анализ белковой добавки сушеной на содержание незаменимых аминокислот, углеводов и витаминов

группы В // Товаровед продовольственных товаров. – 2017. – №. 4. – С. 19-26.

18. Обеспеченность населения России микронутриентами и возможности ее коррекции. Состояние проблемы / В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская, Д. В. Рисник, Д. Б. Никитюк, В. А. Тутельян // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86. – №. 4. – С. 113-124.

REFERENCES

1. Sintez nanochastits dioksida margantsa v srede serosoderzhashchikh aminokislot / E. L. Malaya, A. V. Blinov, L. P. Aref'eva, S. O. Krandievskii // Aktual'nye problemy ehlektroehnergetiki, ehlektroniki i nanotekhnologii. – 2016. – S. 26-28.

2. Razrabotka ehmentosbalansirovannogo kompleksa lizinatoriboflavinata s ehssentsial'nymi mikroehmentami / A. B. Golik, N. P. Oboturova, A. V. Blinov, A. A. Nagdalyan // ВБК 45/46 G67. – 2021. – S. 211.

3. Aisuvakova O. P., Baltaeva D. S., Kulanova A. B. Sostav i ustoichivost' askorbatov nikelya (II) // International innovation research. – 2017. – S. 34-38.

4. Shvorneva, N. S. Formirovanie gal'vanicheskikh pokrytii tsinkom v rastvorakh s dobavkoi aminokisloty / N. S. Shvorneva, A. S. Dzhumieva, E. V. Chentsova // Innovatsionnye materialy i tekhnologii: materialy dokladov Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii molodykh uchenykh, Minsk, 9-11 yanvarya 2019 g. – Minsk: BGTU, 2019. - S. 470-473.

5. Tsink: aktual'nost' i kharakteristiki biodobavok (obzor literatury) / A. A. Khabarov, E. V. Budko, K. A. Lushov, L. A. Gorbacheva, N. O. El'tsova // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2012. – №. 3. – S. 361-361.

6. Chernova S. P., Trubacheva L. V. Potentsiometricheskoe izuchenie povedeniya ionov Zn (II) v vodnykh rastvorakh aminokislot i kompleksionov // Analitika i kontrol'. – 2006. – № 3/4. – S. 336-341.

7. Gipoglikemicheskaya aktivnost' khelatnykh kompleksov tsinka s aminokislotami / V. P. Kotegov, A. V. Sul'din, M. V. Lipina, N. A. Ivanova, K. K. Porshnev // Mikroehlementy v meditsine. – 2011. – Т. 12. – №. 3-4. – S. 83-85.

8. Vliyanie aspartata tsinka i taurina na pul svobodnykh aminokislot v golovnom mozge krysa / V. M. Sheibak, E. M. Doroshenko, M. V. Goretskaya, I. V. Lyakh // Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya medytsynskikh navuk. – 2012. – №. 3. – S. 77-81.

9. Apoptosis in the normal and inflamed airway epithelium: role of zinc in epithelial protection and procaspase-3 regulation / A. Q. Truong-Tran, D. Grosser, R. E. Ruffin, C. Murgia, P. D. Zalewski // Biochemical pharmacology. – 2003. – V. 66. – N. 8. – P. 1459-1468.

10. Kalinin O. V. Spetsificheskie funktsii nezamenimykh aminokislot // Molodezh' i nauka. – 2016. – №. 1. – S. 2-2.

11. Komp'yuternoe modelirovanie belkovo-vitaminnykh kompozitov, sbalansirovannykh po sodержaniyu nezamenimykh aminokislot / R. I. Shazzo, L. D. Erashova, G. N. Pavlova, R. S. Ermolenko, L. A. Alekhina, A. A. Varivoda // Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya. – 2007. – №. 6. – S. 62-64.

12. Lizin – odna iz vazhneishikh nezamenimykh aminokislot v obespechenii polnotsennogo pitaniya / O. V. Bobreshova, A. S. Faustov, M. I. Chubirko, V. I. Popov, I. V. Aristov, P. I. Kulintsov – Voronezh: Voronezhskii gosudarstvennyi universitet, 2003. – 80 s.

13. Rol' nezamenimoi aminokisloty triptofana v vznikovenii narushenii sna i trevozhno-depressivnykh rasstroistv / V. E. Karnaukhov, E. A. Narodova, N. A. Shnaider, V. V. Narodova, D. V. Dmitrienko, R. F. Nasyrova // Chelovek i ego zdorov'e. – 2022. – №. 2. – S. 13-23.
14. Kakhramanova SH. I., Kulieva EH. A., Azizov I. V. Vliyanie novosintezirovannykh kompleksov tsinka s aminokislotami na morfofiziologicheskie pokazateli prorostkov pshenitsy // Akademicheskii zhurnal Zapadnoi Sibiri. – 2014. – T. 10. – №. 5. – S. 94-94.
15. Obogashchenie iodom produktsii zhivotnovodstva. Normy i tekhnologii / A. A. Spiridonov, E. V. Murashova, O. F. Kislova – Sankt-Peterburg, 2014. –105 s.
16. Malinovskii A. V. Yavlyaetsya li treonin nezamenimoi aminokislotoi? // Biological Communications. – 2011. – №. 1. – S. 66-71.
17. Vladimirova S. F., Strakhova V. V., Butko A. A. Sravnitel'nyi analiz belkovoii dobavki sushenoi na sodержanie nezamenimyykh aminokislot, uglevodov i vitaminov gruppy V // Tovaroved prodovol'stvennykh tovarov. – 2017. – №. 4. – S. 19-26.
18. Obespechennost' naseleniya Rossii mikronutrientami i vozmozhnosti ee korrektsii. Sostoyanie problemy / V. M. Kodentsova, O. A. Vrzhesinskaya, D. V. Risnik, D. B. Nikityuk, V. A. Tutel'yan // Voprosy pitaniya. – 2017. – T. 86. – №. 4. – S. 113-124

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Блинов Андрей Владимирович, канд. техн. наук, доцент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, улица Пушкина, 1, 8-988-767-94-60, ORCID: 0000-0001-9321-550X, nastya_bogdanova_88@mail.ru

Blinov Andrey V., Ph. D., assistant professor of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Pyshkin str. 1, 355029 Stavropol, Russia, 8-988-767-94-60, ORCID: 0000-0001-9321-550X, nastya_bogdanova_88@mail.ru

Пирогов Максим Александрович, студент 3 курса бакалавриата кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, улица Пушкина, 1, 8-961-488-39-20, ORCID: 0000-0001-9217-6262, pirogov.m.2002@gmail.com

Pirogov Maxim A., student of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Pyshkin str. 1, 355029 Stavropol, Russia, 8-961-488-39-20, ORCID: 0000-0001-9217-6262, pirogov.m.2002@gmail.com

Гвозденко Алексей Алексеевич, ассистент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, улица Пушкина, 1, 8-988-706-04-69, ORCID: 0000-0001-7763-5520, gvozdenko.1999a@gmail.com

Gvozdenko Alexey A., assistant of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Pyshkin str. 1, 355029 Stavropol, Russia, 8-988-706-04-69, ORCID: 0000-0001-7763-5520, gvozdenko.1999a@gmail.com

Голик Алексей Борисович, ассистент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, улица Пушкина, 1, 8-918-012-47-74, ORCID: 0000-0003-2580-9474, lexgoldman@gmail.com

Golik Alexey B., assistant of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Pyshkin str.

1, 355029 Stavropol, Russia, 8-918-012-47-74, ORCID: 0000-0003-2580-9474, lexgoldman@gmail.com

Яковенко Андрей Антонович, студент 2 курса бакалавриата кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, улица Пушкина, 1, 8-962-402-35-09, ORCID: 0000-0002-4555-9938, and.yak.stv@gmail.com

Yakovenko Andrey A., student of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Pyshkin str. 1, 355029 Stavropol, Russia, 8-961-488-39-20, ORCID: 0000-0002-4555-9938, pirogov.m.2002@gmail.com

Блинова Анастасия Александровна, канд. техн. наук, доцент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, улица Пушкина, 1, 8-988-767-94-60, ORCID: 0000-0001-9321-550X, nastya_bogdanova_88@mail.ru

Blinova Anastasiya A., Ph. D., assistant professor of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Pyshkin str. 1, 355029 Stavropol, Russia, 8-988-767-94-60, ORCID: 0000-0001-9321-550X, nastya_bogdanova_88@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 19.10.2022

После рецензирования: 13.11.2022

Дата принятия к публикации: 07.12.2022

Н.К. Шивидов [N.K. Shividov],
Г. А. Манкаева [G. A. Mankaeva],
Н. А. Куркудинова [N. A. Kurkudinova],
Д. Б. Бембитов [D. B. Bembitov]

УДК 533.9.01/ 533.9-116/ 533.951
DOI: 10.37493/2307-910X.2022.4.10

**МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ
ЗВУКОВЫХ ВОЛН В СОЛНЕЧНОЙ КОРОНЕ**

**MODELING OF SOUND WAVE PROPAGATION
IN THE SOLAR CORONA**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова»,
г. Элиста, Россия*

***Аннотация.** В настоящей работе мы преследуем цель моделирование распространения магнитозвуковых волн в солнечной короне, с помощью моделирования распада волнового пакета вследствие нарушения теплового баланса и эффекта дисперсии. В качестве модели волны рассматриваются медленные звуковые волны по двум причинам, первая - здесь эффект проявляется ярче всего, вторая - наличие значительного количества наблюдений волн в нижней короне, которые интерпретируются как медленные волны. Получено возникновение квазипериодических колебаний медленных магнитозвуковых волн за счет дисбаланса нагрева/охлаждения.*

Ключевые слова: Компьютерное моделирование, физика плазмы, численное решение, магнитозвуковые волны, магнитная гидродинамика, дисперсия, волновые пакеты.

***Abstract.** In this paper we aim to simulate the propagation of magnetosonic waves in the solar corona by modeling the decay of a wave packet due to the thermal misbalance and the dispersion effect. Slow sound waves are considered as a wave model for two reasons, the first is that the effect is most pronounced here, the second is the presence of a significant number of observations of waves in the lower corona, which are interpreted as slow waves. Formation of quasi-periodic slow magnetosonic wave trains by the heating/cooling misbalance is constructed.*

Key words: Computer modeling, plasma physics, numerical solution, magnetosonic waves, magnetic hydrodynamic, wave packets.

Введение

Распространение волны в среде с поглощением приводит не только к ее затуханию, но и к дисперсии [1], являющейся причиной распада волнового пакета и образования цепочки возмущений [2-3], с наличием квазипериодических колебаний. Этот эффект отмечен применительно к магнитозвуковым волнам в солнечной короне из-за нарушения баланса между нагревом и радиационными потерями [4].

Математическая модель

Изучение волн мы проводим в приближении 1.5D магнитной гидродинамики, в котором имеется одна пространственная переменная, определяющая направление распространения волны, и по две компоненты у скорости и магнитной индукции:

$\mathbf{v} = (v_x, v_y, 0)$, $\mathbf{B} = (B_x, B_y, 0)$. В силу бездивергентности поля выполняется, $B_y = B_{0y} + B(x, t)$, где $B_{0y} = \text{const}$. Магнитное поле среды $\mathbf{B}_0 = (B_{0x}, B_{0y}, 0)$, находится в равновесии с невозмущенной плазмой, плотностью ρ_0 и температурой T_0 . $V_A = B_0/\sqrt{4\pi\rho_0}$ и $C_s = \sqrt{\gamma RT_0/M}$ – альвеновская и звуковая скорости среды. Для высокоионизованной водородной плазмы с гелиевой добавкой $M = 0.62m_p N_A \approx 0.62 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, показатель адиабаты $\gamma = 5/3$.

Исходные уравнения записываем в виде

$$\frac{\partial v_x}{\partial t} + v_x \frac{\partial v_x}{\partial x} = -\frac{R}{M} \left(\frac{\partial T}{\partial x} + \frac{T}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial x} \right) - \frac{B_{0y} + B}{4\pi\rho} \frac{\partial B}{\partial x}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial v_y}{\partial t} + v_x \frac{\partial v_y}{\partial x} = \frac{B_{0x}}{4\pi\rho} \frac{\partial B}{\partial x}, \quad (2)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + v_x \frac{\partial \rho}{\partial x} + \rho \frac{\partial v_x}{\partial x} = 0, \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial T}{\partial t} + v_x \frac{\partial T}{\partial x} + (\gamma - 1)T \frac{\partial v_x}{\partial x} = \\ - \frac{(\gamma - 1)M \cos^2 \theta}{R\rho} \frac{\partial}{\partial x} \left(\kappa(T) \frac{\partial T}{\partial x} \right) - \frac{(\gamma - 1)M}{R} [\rho\Lambda(T) - H], \end{aligned} \quad (4)$$

$$\frac{\partial B}{\partial t} = B_{0x} \frac{\partial v_y}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} [(B_{0y} + B)v_x]. \quad (5)$$

Нагрев H считаем константой [5-6], определяемой из условия теплового баланса в равновесном состоянии: $\rho_0\Lambda(T_0) - H = 0$ [3, 4].

Теплопроводность плазмы в условиях солнечной короны анизотропна, и мы учитываем передачу тепла только вдоль магнитного поля. Угол θ это угол между полем \mathbf{B}_0 и осью x : $\text{tg}\theta = B_{0y}/B_{0x}$. В предположении малых возмущений исключим из уравнений третьи компоненты, что означает, что мы ограничиваемся решениями, которые можно трактовать как магнитозвуковые волны, альвеновские волны не рассматриваются.

После линеаризации исходных уравнений относительно малых возмущений в виде монохроматических волн $\sim \exp(kx - \omega t)$. Введем безразмерные значения $\tilde{\omega}, \tilde{k}$ и соответствующие масштабы $m(\omega) = 0.1 \text{ s}^{-1}$, $m(k) = 10^{-8} \text{ cm}^{-1}$. При этом периоды колебаний будут иметь масштаб около одной минуты, что соответствует данным наблюдений. Величина $m(\omega)/m(k) = m(C_s) = 10^7 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ будет рассматриваться как масштаб звуковой скорости, характерный для высокотемпературной плазмы. Получим дисперсионное соотношение в безразмерном виде

$$\tilde{\omega}^5 + iA\tilde{\omega}^4 - \tilde{\omega}^3(1 + S^2)\tilde{C}_s^2\tilde{k}^2 + iB\tilde{\omega}^2 + \tilde{\omega}S^2 \cos^2 \theta \tilde{C}_s^4\tilde{k}^4 + iD = 0, \quad (6)$$

$$A = A_1\tilde{k}^2 + A_2, \quad (7)$$

$$B = [-(1 + \gamma S^2)(A_1\tilde{k}^2 + A_2) + A_3] \tilde{C}_s^2\tilde{k}^2/\gamma, \quad (8)$$

$$D = S^2 \cos^2 \theta (A_1\tilde{k}^2 + A_2 - A_3) \tilde{C}_s^4\tilde{k}^4/\gamma, \quad (9)$$

$$S = V_A/C_s, \quad S_1 = (\gamma - 1)Mm(\rho)/(Rm(\omega)), \quad (10)$$

где коэффициенты A_1, A_2 и A_3 определяются выражениями

$$A_1 = S_1 m(\kappa) m(k)^2 \tilde{\kappa}(\tilde{T}_0) / ((m(\rho))^2 \tilde{\rho}_0) \approx 5.01 \tilde{\kappa}(\tilde{T}_0) / \tilde{\rho}_0, \quad (11)$$

$$A_2 = S_1 m(\Lambda) \tilde{\rho}_0 \tilde{\Lambda}'(\tilde{T}_0) / m(T) \approx 0.005 \tilde{\rho}_0 \tilde{\Lambda}'(\tilde{T}_0), \quad (12)$$

$$A_3 = S_1 m(\Lambda) \tilde{\rho}_0 \tilde{\Lambda}(\tilde{T}_0) / (m(T) \tilde{T}_0) \approx 0.005 \tilde{\rho}_0 \tilde{\Lambda}(\tilde{T}_0) / \tilde{T}_0. \quad (14)$$

Масштаб плотности $m(\rho) = 10^{-15} \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ выбираем исходя из значения концентрации частиц $m(n) = 10^9 \text{ cm}^{-3}$, характерное для нижней части солнечной короны. Соотношение между безразмерными величинами плотности и концентрации: $\tilde{\rho} = 1.037 \tilde{n}$.

В настоящей работе мы ограничились частным случаем звуковой волны, распространяющейся вдоль поля, $\theta = 0$. Дисперсионное соотношение (6) примет вид $\tilde{\omega}^3 + iA\tilde{\omega}^2 - \tilde{\omega}\tilde{C}_s^2\tilde{k}^2 + iB = 0$. (15)

Моделирование распространения волновых пакетов звуковых волн

Ориентируясь на данные наблюдений [7] выбираем $\tilde{n}_0 = 5$, $\tilde{T}_0 = 1$. Тогда $\tilde{C}_s = 1.49$. Для функции радиационных потерь по данным CHIANTI 10 (www.chiantidatabase.org) [9] определяем аналитическое выражение кубической интерполяции в окрестности \tilde{T}_0 и соответственно вычисляем значение $\tilde{K}'(\tilde{T}_0) = -0.1518774$, $A_1 = 2.16$, $A_2 = -0.00381$, $A_3 = 0.0580$. Отметим, что дисперсия, обусловленная нагревом/радиационными потерями, эффективна только в небольшой области малых волновых чисел \tilde{k} [8]. В среде Matlab согласно (15) строим дисперсионные кривые (рис. 1 и 2) и проводим моделирование волновых пакетов (рис. 3 и 4).

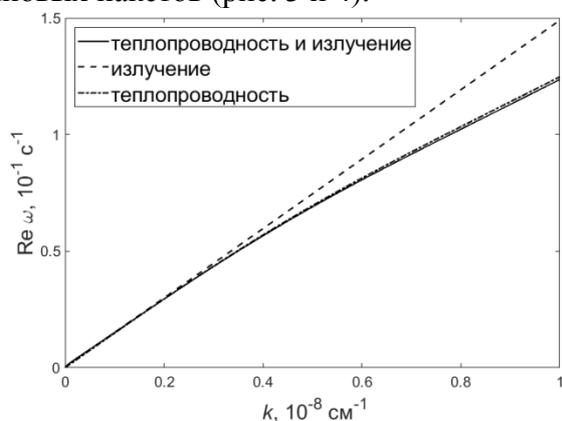


Рисунок 1. - Дисперсионная кривая в случае $\tilde{T}_0 = 1$, $\tilde{n}_0 = 5$.

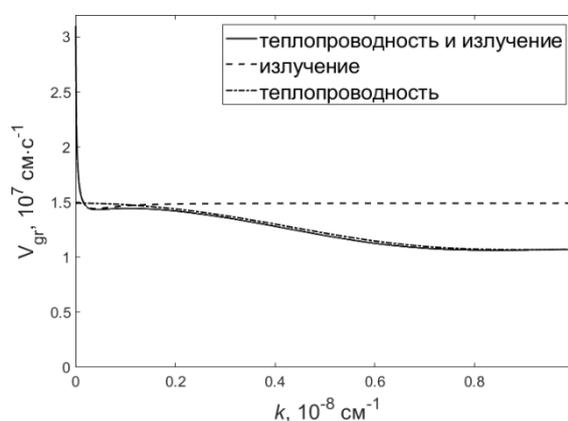


Рисунок 2. - Кривая групповой скорости в случае $\tilde{T}_0 = 1$, $\tilde{n}_0 = 5$.

Излучение определяет дисперсию в области малых волновых чисел (рис. 2), поэтому дисперсия локализованного начального импульса обусловлена действием теплопроводности. Моделирование волновых пакетов производим, рассматривая локализованный начальный импульс гауссовой формы. Безразмерная пространственная переменная \tilde{x} определяется из соотношения масштабов $m(k)m(x) = 1$ или $m(x) = 10^8 \text{ cm}$. Поведение волнового пакета определяется косинус-интегралом Фурье

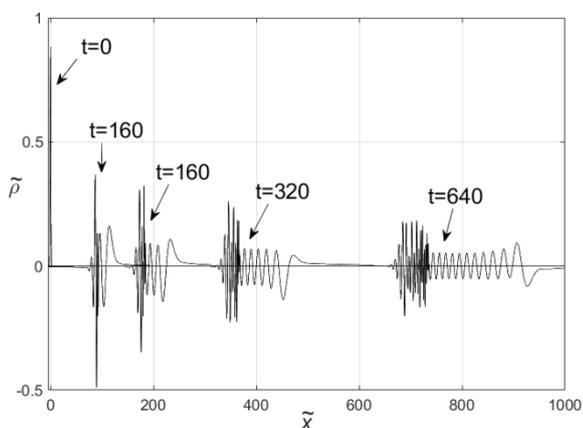


Рисунок 3. - Волновой пакет в случае $\tilde{T}_0 = 1$, $\tilde{n}_0 = 5$.

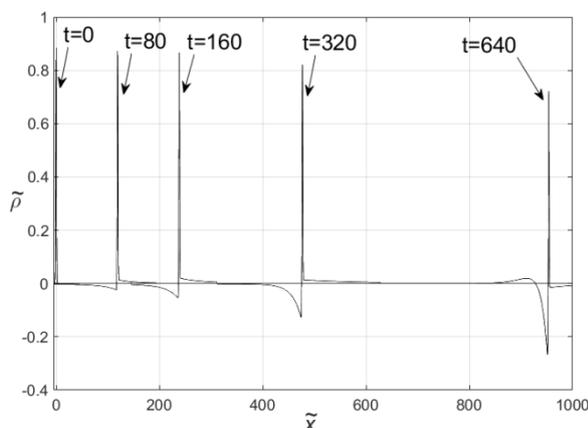


Рисунок 4. - Дисперсия импульса, вызванная излучением, $\tilde{T}_0 = 1$, $\tilde{n}_0 = 5$.

Безразмерная пространственная переменная \tilde{x} определяется из соотношения масштабов $m(k)m(x) = 1$ или $m(x) = 10^8$ см. Поведение волнового пакета определяется косинус-интегралом Фурье

$$\tilde{\rho}(\tilde{x}, \tilde{t}) = \frac{1}{2} \int_0^{25} e^{-\tilde{k}^2/4} \cos(\tilde{k}\tilde{x} - \tilde{\omega}\tilde{t}) d\tilde{k} \quad (16)$$

На рисунке 3 показано моделирование поведения волнового пакета в двух рассматриваемых нами случаях равновесной плазмы, различающихся плотностью. Во втором случае имеется явное разложение начального импульса на отдельные составляющие с различными длинами волны. Моделирование подобных возмущений в практике показывает появление квазипериодических осцилляций интенсивности излучения плазмы, вызванные изменением плотности [3, 7]. Нахождение характерных периодов осцилляций требует проведения спектрального анализа. Знание периодов может дать информацию о реальной зависимости $\tilde{\omega}(\tilde{k})$ и физических параметрах плазмы. Подобная процедура похожа на решение обратной задачи теории рассеяния, в последующих работах мы планируем сформулировать соответствующую задачу и наметить методы ее решения.

Анализ результатов моделирования, представленного на рисунке 4 показывает, что дисперсия, вызванная нагревом/радиационными потерями, в целом слабо выражена и эффективна в области малых волновых чисел и, соответственно, больших длин волн. Первоначальный импульс в течение первых 1000 секунд (17 минут) распространяется практически без изменения формы. Скорость его распространения близка к звуковой скорости $\tilde{C}_s = 1.49$. На этом основании мы утверждаем, что дисперсия обусловлена главным образом действием теплопроводности.

Заключение

Теплопроводность и нагрев/потери приводят к затуханию волны, а также вызывают дисперсию. Вид дисперсионных кривых показывает ее сложный характер. Теплопроводность определяет дисперсию на больших волновых числах, нагрев/потери – на малых. Дисперсия приводит к распаду локализованного импульсного возмущения на волновой пакет.

Распространение волнового пакета приводит к расплыванию локализованного импульса или его распаду на отдельные периодические составляющие и ведет к образованию наблюдаемых квазипериодических осцилляций [2-3].

Теплопроводность и нагрев/потери приводят к рождению квазипериодических осцилляций в нестационарных процессах в корональной плазме. Эффект теплопроводности проявляется сильнее.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№075-03-2022-119/1 «Разработка новых наблюдательных и теоретических подходов в прогнозе космической погоды по данным наземных наблюдений»).

ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург В.Л. // Акустический журнал. 1955. Т. 1, вып. 1. С. 31-39.
2. Уизем Дж. Линейные и нелинейные волны. – М.: Мир, 1977. – 624 с.
3. Zavershinskii D.I., Kolotkov D.Y., Nakariakov V.M., Molevich N.E., Ryashchikov D.S. // Phys. Plasmas. 2019. V. 26. 082113.
4. Belov S.A., Molevich N.E., Zavershinskii D.L. Solar Phys. 2021. V. 296. 122.
5. Priest E.R. Solar magnetohydrodynamics. Springer Netherlands. 2012. 469 p.
6. Mikhalyaev B.B., Veselovskii I.S., Khongorova O.V. // Solar System Res. 2013. V. 47, №. 1. P. 50–57.
7. Wang T.J. Waves in solar coronal loops. Low-frequency waves in space plasmas, Ed. by Andreas Keiling, Dong-Hun Lee, Valery Nakariakov. Geophysical Monograph Series. 2016. V. 216. Wiley. P. 395-418.
8. Nakariakov V.M., Afanasyev A.N., Kumar S., Moon, Y.-J. // Astrophys. J. 2017. V. 849. 62 (12pp).

9. Del Zanna G., Dere K.P., Young P.R., Landi E. CHIANTI – An atomic database for emission lines. XVI. Version 10, further extensions // *Astrophysical Journal*. – 2021. –V. 909. 38 (12pp).

REFERENCES

1. Ginzburg V.L. // *Akusticheskii zhurnal*. 1955. T. 1, vyp. 1. S. 31-39.
2. Uizem Dzh. *Lineinye i nelineinye volny*. – M.: Mir, 1977. – 624 s.
3. Zavershinskii D.I., Kolotkov D.Y., Nakariakov V.M., Molevich N.E., Ryashchikov D.S. // *Phys. Plasmas*. 2019. V. 26. 082113.
4. Belov S.A., Molevich N.E., Zavershinskii D.L. *Solar Phys*. 2021. V. 296. 122.
5. Priest E.R. *Solar magnetohydrodynamics*. Springer Netherlands. 2012. 469 p.
6. Mikhalyaev B.B., Veselovskii I.S., Khongorova O.V. // *Solar System Res*. 2013. V. 47, №. 1. P. 50–57.
7. Wang T.J. *Waves in solar coronal loops. Low-frequency waves in space plasmas*, Ed. by Andreas Keiling, Dong-Hun Lee, Valery Nakariakov. *Geophysical Monograph Series*. 2016. V. 216. Wiley. P. 395-418.
8. Nakariakov V.M., Afanasyev A.N., Kumar S., Moon, Y.-J. // *Astrophys. J*. 2017. V. 849. 62 (12pp).
9. Del Zanna G., Dere K.P., Young P.R., Landi E. CHIANTI – An atomic database for emission lines. XVI. Version 10, further extensions // *Astrophysical Journal*. – 2021. –V. 909. 38 (12pp).

ОБ АВТОРАХ | ABOUT THE AUTHORS

Шивидов Николай Климович, ассистент кафедры теоретической физики, Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова, г. Элиста, улица Пушкина, 11, e-mail: zhr550@mail.ru, phone number: +79613955124.

Shividov Nikolai Klimovich, Assistant of the Department of Theoretical Physics, Kalmyk State University named after B. B. Gorodovikov, Elista, Pushkin street, 11, e-mail: zhr550@mail.ru, phone number: +79613955124.

Манкаева Галина Алексеевна, старший преподаватель кафедры алгебры, анализа и методики преподавания математики, Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова, г. Элиста, улица Пушкина, 11, e-mail: mankaeva.galina@yandex.ru, phone number: +79061764200.

Mankaeva Galina Alekseevna, Senior Lecturer of the Department of Algebra, Analysis and Methods of Teaching Mathematics, Kalmyk State University named after B. B. Gorodovikov, Elista, Pushkin street, 11, e-mail: mankaeva.galina@yandex.ru, phone number: +79061764200.

Куркудинова Наталия Александровна, старший преподаватель кафедры природообустройства и охраны окружающей среды, Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова, г. Элиста, улица Пушкина, 11, e-mail: kurkudinovana@mail.ru, phone number: +79093987960

Kurkudinova Natalia Alexandrovna, Senior Lecturer, Department of Environmental Management and Environmental Protection, Kalmyk State University named after B. B. Gorodovikov, Elista, Pushkin street, 11, e-mail: kurkudinovana@mail.ru, phone number: +79093987960

Бембитов Джиргал Батрович, доцент кафедры теоретической физики, Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова, г. Элиста, улица Пушкина, 11, e-mail: dbembitov@gmail.com, phone number: +79615400560.

Bembitov Dzhirgal Batrovich, Associate Professor, Department of Theoretical Physics, Kalmyk State University named after B. B. Gorodovikov, Elista, Pushkin Street, 11, e-mail: dbembitov@gmail.com, phone number: +79615400560.

Дата поступления в редакцию: 19.10.2022
После рецензирования: 13.11.2022
Дата принятия к публикации: 07.12.2022

УДК 519.23
DOI: 10.37493/2307-910X.2022.4.11

Е.Ю. Бакова [E.Yu.Bakova]¹,
Д.И. Поздняков [D.I.Pozdnyakov]²,
Д.А. Коновалов [D.A.Kononov]²,
Н.Н. Бакова [N.N.Bakova]¹
В.Н. Оробинская [V.N.Orobinskaya]³

АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА И ТОКСИЧНОСТЬ ВОДНОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ И СИРОПА МИРТА ОБЫКНОВЕННОГО

ANTIOXIDANT PROPERTIES AND TOXICITY OF AQUEOUS EXTRACT AND COMMON MYRTLE SYRUP

¹*Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН*

²*Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России*

1 Federal State Funded Institution of Science “The Labour Red Banner Order Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Center of the RAS”, 298648, Nikita, Yalta, Russia

E-mail: tkdizain@yandex.ru

2 Pyatigorsk Medical Pharmaceutical Institute – The Branch of the Volgograd State Medicinal University of the Ministry of Health of Russia, 357532, 11 Kalinina Avenue, Pyatigorsk, Russia

E-mail: d.a.kononov@pmedpharm.ru

Аннотация

В статье представлены результаты изучения антиоксидантных свойств водного извлечения и сиропа мирта обыкновенного. Являясь низкотоксичными субстанциями, водное извлечение и сироп мирта по экспериментальным данным превосходили референтные препараты.

Ключевые слова: Myrtus communis, токсичность, водное извлечение, сироп

Abstract

The article presents the results of studying the antioxidant properties of water extract and common myrtle syrup. Aqueous extract and syrup of myrtle, being low-toxic substances, surpassed reference preparations according to experimental data.

Key words: Myrtus communis, toxicity, aqueous extract, syrup

Введение

Мирт обыкновенный (*Myrtus communis* L., семейство миртовых - Myrtaceae) – вечнозелёное растение, эндемичное для Средиземноморья, широко культивируемое в тропических и субтропических регионах мира в качестве декоративного [15]. Мирт издавна использовался как пряность для приготовления пищи, а также в лечебных целях. Листья и плоды растения традиционно применяются в качестве антисептического, дезинфицирующего, противовоспалительного и гипогликемического средства. В традиционной медицине мирт часто употребляют в виде настоя и отвара. Отвар из листьев используется перорально для лечения болей в животе, гипогликемии, дисбактериоза, кашля, запоров, плохого аппетита, а также наружно для заживления ран [15].

Лекарственные свойства листьев мирта связывают с присутствием в них фенольных (флавоноиды, фенольные кислоты, дубильные вещества), терпеновых и некоторых других соединений [1, 7, 15].

На основе листьев мирта разработаны различные фармацевтические субстанции, в том числе экстракты, которые в последние годы активно изучаются [6].

Цель работы заключалась в исследовании антиоксидантных свойств экстракта и сиропа мирта обыкновенного, а также оценке их острой токсичности.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являлись экстракт и сироп из листьев мирта обыкновенного, заготовленных в Никитском ботаническом саду, в период плодоношения растений на производственном участке сектора по переработке растительного сырья. Высушенные листья измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 1 мм. Этанольный экстракт готовили следующим образом: экстракцию проводили 70%-ным этиловым спиртом (при соотношении сырья и экстрагента – 1 : 5) и настаиванием в течение 10 суток при комнатной температуре. Для получения сиропа экстракт смешивали с сахарным сиропом в количестве 5%. Затем в полученный сироп мирта для улучшения органолептических и стабилизирующих свойств добавляли аскорбиновую кислоту из расчета 400 мг на 100 г сиропа [3]

Экспериментальные животные

Исследование выполнено на 30 крысах-самцах линии *Wistar* массой 230-250 грамм и 5 мышьях-самцах линии *Valb/c*. Животные были получены из питомника лабораторных животных «Рапполово» (Ленинградская область) и содержались в стандартных условиях вивария Пятигорского медико-фармацевтического института. Перед включением в структуру исследования животные 14 дней содержались в карантинных условиях. На время эксперимента животные размещались в макролоновом клетках Т-2 (мыши) и Т-3 (крысы). Корм и водопроводную воду в специальных поилках животные получали *ad libitum*. Подстил – древесную гранулированную фракцию меняли 1 раз в 3 дня. Условия содержания: температура окружающего воздуха 20-24⁰С, относительная влажность 55-75%, при 12-часовом световом цикле. Содержание и проводимые с животными манипуляции соответствовали общепринятым нормам экспериментальной этики [9].

Оценка «острой токсичности»

Оценка «острой токсичности» изучаемых объектов осуществлялась с использованием процедуры «Up and Down», основные положения которой изложены в Руководстве по оценке пероральной токсичности химических соединений №425 Организации экономического сотрудничества и развития (OECD№425) [8]

Согласно изложенной в данном руководстве процедуре тестирования эксперимент выполняется в 2 этапа. Первый этап представляет собой тест «предельной допустимой дозы». Эксперимент выполнен на мышьях-самцах линии *Valb/c* массой 25-27 грамм (n=5). Исследуемые объекты вводили *per os* через желудочный атравматичный зонд в дозе 50 мл/кг. Расчет вводимой дозы осуществляли индивидуально для каждого животного. Мониторинг выживаемости и поведенческих реакций мышей осуществляли в течение 48 часов. В случае отсутствия гибели 5 последовательных животных эксперимент прекращали и за величину LD₅₀ принималось значение более или равное 50 мл/кг (LD₅₀≥50 мл/кг). В противном случае проводили основное тестирование, как рекомендовано OECD№425.

Дизайн исследования

Оценка антиоксидантного действия экстракта мирта и сиропа мирта выполнена на модели необратимой фокальной ишемии головного мозга, моделируемой по методу Tamura (1961). Исследуемые объекты (в дозе 1/100 от LD₅₀) и препарат сравнения вводили *per os* через 30 мин. после моделирования ишемии и далее на протяжении 3-х суток (однократно в день). Забор биоматериала (головной мозг) осуществляли на 4-й день. В качестве референтного препарата использовали EGB 761 (стандартизованный экстракт гинкго билоба, «Танакан», Ipsen Pharma, Франция) в дозе 35 мг/кг [13]. В головном мозге оценивали изменение активности ферментов эндогенной антиоксидантной защиты (супероксиддисмутаза, каталаза, глутатионпероксидаза) и интенсивность процессов липопероксидации по изменению содержания ТБК-активных продуктов и диеновых конъюгатов. В ходе постановки эксперимента были сформированы следующие экспериментальные группы (n=6 каждая группа): ЛО – ложнооперированные крысы; НК –

группа животных негативного контроля; группы крыс, получавших EGB 761, экстракт мирта и сироп мирта соответственно. Дизайн исследования представлен на рисунке 1.

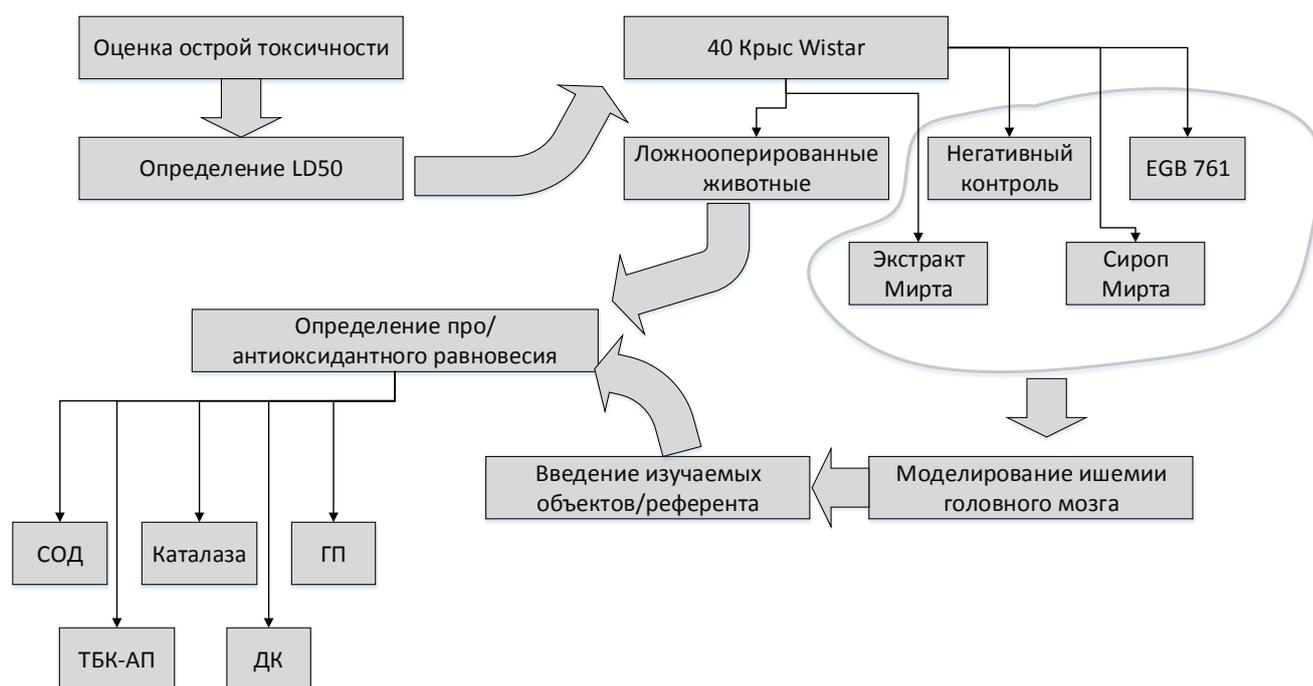


Рисунок 1. - Дизайн исследования

Примечание: СОД – супероксиддисмутаза, ГП – глутатионпероксидаза, ДК – диеновые конъюгаты, ТБК-АП – ТБК – активные продукты

Модель фокальной ишемии головного мозга

Перманентную фокальную ишемию головного мозга моделировали путем необратимой правосторонней термокоагуляции средней мозговой артерии под хлоралгидратным наркозом (350 мг/кг, внутривенно). Ход операции: область ниже и правее глаза депилировали, делали надрез и раздвигали мягкие ткани, обнажая отросток скуловой кости, который удаляли. Далее буром проделывали трепанационное отверстие и термокоагулятором пережигали среднюю мозговую артерию под местом ее пересечения с обонятельным трактом. В дальнейшем, по возможности, восстанавливали топографию мягких тканей. Шов обрабатывали 5% раствором йода [12].

Забор и подготовка биоматериала

В качестве исследуемого биоматериала в данной работе выступал головной мозг животных, который извлекали после вскрытия черепной коробки. Далее мозг гомогенизировали в PBS буфере с pH 7,4 в механическом гомогенизаторе Поттера, с получением гомогената головного мозга, который разделяли на две части. В первой определяли концентрацию ТБК-АП и ДК. Вторую часть гомогената центрифугировали в режиме 1000g 15 мин. и в полученном супернатанте определяли изменение активности антиоксидантных ферментов.

Оценка содержания диеновых конъюгатов

Концентрацию диеновых конъюгатов (ДК) определяли спектрофотометрически при 233 нм. ДК извлекали смесью гептан:изопропанол (1:1). Количество ДК рассчитывали по молярному коэффициенту экстинкции конъюгированных диенов при 233 нм $2,2 \times 10^5 \text{M}^{-1} \text{cm}^{-1}$ и выражали в нмоль /мг белка. Содержание белка определяли по методу Бредфорда [2].

Оценка содержания ТБК-активных продуктов

Концентрацию ТБК-активных продуктов (ТБК-АП) оценивали спектрофотометрическим методом в реакции конденсации с 2-тиобарбитуровой кислотой, в

ходе которой образующийся окрашенный комплекс имеет максимум поглощения при 532 нм. При этом окраска раствора пропорциональна концентрации ТБК-АП. Количество ТБК-АП рассчитывали в пересчете на малоновый диальдегид по величине молярного коэффициента экстинкции ($1,56 \times 10^5 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$), полученные результаты выражали в нмоль/мг белка. Содержание белка определяли по методу Бредфорда [5].

Оценка активности каталазы

Активность каталазы определяли спектрофотометрическим методом по скорости деструкции пероксида водорода. Количество H_2O_2 определяли в реакции с 4% раствором молибдата аммония. Интенсивность окраски продукта реакции оценивали при 410 нм. Активность каталазы рассчитывали по разности экстинкций опытной и холостой проб, используя коэффициент молярной экстинкции перекиси водорода, равный $22,2 \times 10^3 \text{ мМ}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ и выражали в нмоль/мин/мг белка. Содержание белка определяли по методу Бредфорда [4].

Оценка активности супероксиддисмутазы

Активность супероксиддисмутазы (СОД) оценивали ксантин-ксантинооксидазным методом, основанным на реакции дисмутации супероксидного радикала, образующегося в ходе окисления ксантина и восстановления 2-(4-йодофенил)-3-(4-нитрофенил)-5-фенилтетразолия хлорида. Среда инкубации содержала: ксантин 0,05 ммоль/л; 2-(4-йодофенил)-3-(4-нитрофенил)-5-фенилтетразолия хлорид 0,025 ммоль/л; ЭДТА 0,94 ммоль/л, ксантинооксидаза 80 Ед/л, CAPS буфер – 40 ммоль/л. Оптическую плотность смеси регистрировали при 505 нм. Активность СОД выражали в ЕД/мг. Содержание белка определяли по методу Бредфорда [14].

Оценка активности глутатионпероксидазы

Активность глутатионпероксидазы (ГП) определяли в сопряженной глутатионредуктазной реакции по убыли НАДФН. Среда инкубации содержала: 1 ммоль/л ЭДТА, 50мМ К,Na-фосфатный буфера, рН 7,4; 1 ед. акт./мл глутатиоредуктазы; 20 ммоль/л НАДФН; 1 ммоль/л GSH; 30-60 мкг белка на 1 мл среды. Оптическую плотность смеси регистрировали на КФК-3 при 340 нм. Реакцию начинали добавлением субстрата (гидропероксид кумола – 1,5 ммоль/л) и проводили при температуре 25°C . Активность ГП выражали в ЕД/мг. Содержание белка определяли по методу Бредфорда [11].

Статистический анализ

Статистическую обработку полученных результатов производили с использованием прикладного программного пакета STATISTICA 6.0 (StatSoft, США). Данные выражали в виде M (среднее значение) \pm SEM. Сравнение групп средних осуществляли методом однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с пост-обработкой критерием Ньюмена-Кейсла при $p < 0,05$.

Результаты исследования

Результаты исследования острой токсичности экстракта мирта и сиропа мирта.

Оценка токсичности изучаемых объектов в остром эксперименте позволила установить, что при пероральном введении экстракта мирта и сиропа мирта в дозе 50 мл/кг гибели животных отмечено не было. Кроме того, значимых отклонений поведенческих реакций у мышей также не было установлено. В связи с этим к проведению основного тестирования не приступали и за величину LD_{50} принималось значение 50 мл/кг, а доза для проведения дальнейших исследований составила 0,5 мл/кг (*per os*). Таким образом исследуемые экстракты можно отнести к 5-му классу токсичности по GHS классификации [10].

Результаты оценки антиоксидантной активности экстракта мирта и сиропа мирта в условиях перманентной фокальной ишемии головного мозга у крыс.

Результаты данного экспериментального блока представлены таблице 1.

Таблица 1. Влияние экстракта мирта и сиропа мирта на изменение про/антиоксидантного баланса в мозговой ткани у крыс в условиях ишемии головного мозга

Группа	СОД, ЕД/мг	ГП, ЕД/мг	Каталаза, нмоль/мин/мг	МДА, нмоль /мг	ДК, нмоль /мг
ЛО	362,3± 10,574	604,7± 7,598	0,89± 0,068	2,2± 0,512	4± 0,633
НК	85,6± 5,835#	148,9± 5,601#	0,24± 0,111#	8,9± 1,065#	12,6± 0,517#
ЕГВ 761, 35 мг/кг	201,5± 5,547*Δ	345,9± 7,774* Δ	0,45± 0,056* Δ	6,5± 0,637* Δ	8,4± 0,659* Δ
Экстракт т мирта, 0,5 мг/кг	225,9± 10,108* Δ	401,5± 7,506*	0,51± 0,063*	5,8± 0,622* Δ	6,7± 1,117* Δ
Сироп мирта, 0,5 мг/кг	278,5± 7,629*	465,7± 11,598*	0,59± 0,065*	5,2± 1,015*	5,3± 0,525*

Примечание: # - статистически достоверно относительно ЛО животных; *- статистически значимо относительно НК группы животных; Δ – статистически значимо относительно животных, получавших сироп мирта.

Как видно из данных, представленных в таблице 1 у НК группы крыс в сравнении с ЛО животными отмечено снижение активности СОД – в 4,2 раза ($p<0,05$); ГП – 4,1 раза ($p<0,05$); каталазы - 3,7 ($p<0,05$), при увеличении концентрации ТБК-АП и ДК в 4,0 ($p<0,05$) раза и 3,2 раза ($p<0,05$) соответственно.

Применение референтного препарата способствовало восстановлению про/антиоксидантного равновесия у ишемизированных животных, что нашло отражение в увеличении активности антиоксидантных ферментов СОД, ГП и каталазы по отношению к группе крыс, лишенных фармакологической поддержки в 2,4 раза ($p<0,05$); 2,3 ($p<0,05$) и 1,9 раза ($p<0,05$) соответственно. В тоже время у животных, которым вводили ЕГВ 761, содержание продуктов реакций перекисного окисления липидов ТБК-АП и ДК было ниже аналогичного у НК группы крыс на 26,9% ($p<0,05$) и 33,3 % ($p<0,05$) соответственно.

На фоне ведения экстракта мирта крысам с ишемией головного мозга было отмечено увеличение (относительно НК группы животных) активности СОД – в 2,6 раза ($p<0,05$); ГП – в 2,7 раза ($p<0,05$) и каталазы – в 2,1 раза ($p<0,05$). При этом, содержание ТБК-АП и ДК у крыс, получавших экстракт мирта, было меньше такового у НК группы животных на 34,8% ($p<0,05$) и 46,8% ($p<0,05$) соответственно. Следует отметить, что статистически значимых отличий между группами крыс, которым вводили экстракт мирта и ЕГВ 761 установлено не было.

Применение сиропа мирта также способствовало восстановлению про/антиоксидантного баланса в ткани головного мозга у ишемизированных крыс. Так у животных, получавших сироп мирта в сравнении с НК группой крыс, отмечено повышение активности СОД, ГП и каталазы в 3,3 раза ($p<0,05$); 3,1 раза ($p<0,05$) и 2,5 раза ($p<0,05$) соответственно, при уменьшении концентрации ТБК-АП на 41,5% ($p<0,05$) и ДК на 57,9% ($p<0,05$). В тоже время в сравнении с животными, которым вводили ЕГВ 761, у крыс, получавших сироп мирта активность антиоксидантных ферментов была выше: СОД – на 38,2% ($p<0,05$); ГП – на 34,6% ($p<0,05$) и каталазы – на 31,1% ($p<0,05$), а содержание прооксидантов ТБК-АП и ДК соответственно ниже на 20% ($p<0,05$) и 36,9% ($p<0,05$). Кроме того, на фоне введения сиропа мирта активность СОД была выше, а концентрация ДК соответственно ниже нежели у крыс, получавших экстракт мирта на 23,3% ($p<0,05$) и 20,9% ($p<0,05$).

Заключение

Проведенное исследование показало, что изучаемые объекты – экстракт мирта и сироп мирта характеризуются низкотоксичными свойствами и относятся к 5-му классу

токсичности согласно GHS-классификации. Также на основании полученных результатов можно предполагать наличие непрямой антиоксидантной активности у экстракта мирта и сиропа мирта. При этом, экстракт мирта по выраженности фармакологической активности сопоставим с препаратом сравнения – стандартизованным экстрактом Гинкго Билоба (EGB761). В тоже время сироп мирта по степени влияния на изменение активности ферментов эндогенной антиоксидантной защиты и концентрации продуктов свободно радикальных реакций окисления превосходил, как референтный препарат, так и экстракт мирта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бакова Е.Ю., Плугатарь Ю.В., Бакова Н.Н., Коновалов Д.А. Минеральный и аминокислотный состав листьев *Myrtus communis* L. // Химия растительного сырья. 2019. № 3. С. 217-223.
2. Гаврилов В.Б. Спектрофотометрическое определение содержания гидроперекисей липидов в плазме крови / В.Б. Гаврилов, М.И. Мишкорудная // Лаб. дело. –1983. - № 3. – С. 33-35.
3. Ежов, В. Н., Толкачева, Н. В., Бакова, Н. Н., Канцаева, У. И. Способ производства фитосиропа // Патент на полезную модель RU 145627 U1, 20.09.2014. Заявка № 2014133291/93 от 19.06.2014.
4. Королюк М.А. Метод определения активности каталазы // Лаб. дело. – 1988. - № 1. – С. 16-19.
5. Стальная И.Д., Гаришвили Т.Г. Метод определения малонового диальдегида с помощью ТБК // Современные методы в биохимии /под. ред. Ореховича В.Н. – М.: Медицина, 1977 – С. 44-46.
6. Bagcilar S., Gezer C. Myrtle (*Myrtus communis* L.) and potential health effects //EMU Journal of Pharmaceutical Sciences. 2020. Vol. 3, №. 3. P. 205-214.
7. Bakova N.N., Bakova E.Yu., Paliy A.E., Kononov D.A. Chemical compositions of *Myrtus communis* L. // Acta Horticulturae. 2021. Vol. 1324. P. 361-365.
8. Chemicals, D. O. F. O. OECD Guideline for testing of chemicals. The Organisation for Economic Co-operation and Development. 2001. P. 1-26. <https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-assessment/1948378.pdf>.
9. Directive 2010/63 / EU of the European Parliament and of the council on the protection of animals used for scientific purposes, September 22, 2010.
10. Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS), Part 3 Health Hazards, United Nations, 2017.
11. Pierce S. Glutathione peroxidase activities from rat liver / S. Pierce, A.L. Tappel // Biochim. et biophys. Acta. - 1978. - Vol. 523, № 1. – P. 27-36.
12. Tamura A, Graham DI, McCulloch J, Teasdale GM. Focal cerebral ischaemia in the rat: 1. Description of technique and early neuropathological consequences following middle cerebral artery occlusion. J Cereb Blood Flow Metab. 1981;1(1):53-60.
13. Wang N., Chen X., Geng D., Huang H., Zhou H. Ginkgo biloba leaf extract improves the cognitive abilities of rats with D-galactose induced dementia // Journal of Biomedical Research .- 2013.- Vol. 27.- P. 29-36.
14. Woolliams JA, Wiener G, Anderson PH, McMurray CH. Variation in the activities of glutathione peroxidase and superoxide dismutase and in the concentration of copper in the blood in various breed crosses of sheep. Res Vet Sci. 1983. 34(3): 253-256.
15. Yangui, I., Younsi, F., Ghali, W., Boussaid, M., & Messaoud, C. (2021). Phytochemicals, antioxidant and anti-proliferative activities of *Myrtus communis* L. genotypes from Tunisia. South African Journal of Botany, 137, 35-45.

REFERENCES

1. Bakova E.YU., Plugatar' YU.V., Bakova N.N., Konovalov D.A. Mineral'nyj i aminokislотноyj sostav list'ev Myrtus communis L. // *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*. 2019. № 3. S. 217-223.
2. Gavrilov V.B. Spektrofotometricheskoe opredelenie sodержaniya gidroperekisej lipidov v plazme krovi / V.B. Gavrilov, M.I. Mishkorudnaya // *Lab. delo*. –1983. - № 3. – S. 33-35.
3. Ezhov, V. N., Tolkacheva, N. V., Bakova, N. N., Kancaeva, U. I. Sposob proizvodstva fitosiropa // Patent na poleznuyu model' RU 145627 U1, 20.09.2014. Zayavka № 2014133291/93 ot 19.06.2014.
4. Korolyuk M.A. Metod opredeleniya aktivnosti katalazy // *Lab. delo*. – 1988. - № 1. – S. 16-19.
5. Stal'naya I.D., Garishvili T.G. Metod opredeleniya malonovogo dial'degida s pomoshch'yu TBK // *Sovremennye metody v biokhimmii* /pod. red. Orekhovicha V.N. – M.: Medicina, 1977 – S. 44-46.
6. Bagcilar S., Gezer C. Myrtle (*Myrtus communis* L.) and potential health effects // *EMU Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2020. Vol. 3, №. 3. P. 205-214.
7. Bakova N.N., Bakova E.Yu., Paliy A.E., Konovalov D.A. Chemical compositions of *Myrtus communis* L. // *Acta Horticulturae*. 2021. Vol. 1324. P. 361-365.
8. Chemicals, D. O. F. O. OECD Guideline for testing of chemicals. The Organisation for Economic Co-operation and Development. 2001. P. 1-26. <https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-assessment/1948378.pdf>.
9. Directive 2010/63 / EU of the European Parliament and of the council on the protection of animals used for scientific purposes, September 22, 2010.
10. Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS), Part 3 Health Hazards, United Nations, 2017.
11. Pierce S. Glutathione peroxidase activities from rat liver / S. Pierce, A.L. Tappel // *Biochim. et biophys. Acta*. - 1978. - Vol. 523, № 1. – P. 27-36.
12. Tamura A, Graham DI, McCulloch J, Teasdale GM. Focal cerebral ischaemia in the rat: 1. Description of technique and early neuropathological consequences following middle cerebral artery occlusion. *J Cereb Blood Flow Metab*. 1981;1(1):53-60.
13. Wang N., Chen X., Geng D., Huang H., Zhou H. Ginkgo biloba leaf extract improves the cognitive abilities of rats with D-galactose induced dementia // *Journal of Biomedical Research* .- 2013.- Vol. 27.- P. 29-36.
14. Woolliams JA, Wiener G, Anderson PH, McMurray CH. Variation in the activities of glutathione peroxidase and superoxide dismutase and in the concentration of copper in the blood in various breed crosses of sheep. *Res Vet Sci*. 1983. 34(3): 253-256.
15. Yangui, I., Younsi, F., Ghali, W., Boussaid, M., & Messaoud, C. (2021). Phytochemicals, antioxidant and anti-proliferative activities of *Myrtus communis* L. genotypes from Tunisia. *South African Journal of Botany*, 137, 35-45.

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Бакова Екатерина Юрьевна, аспирантка, исследователь Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Республика Крым,

Bakova, Ekaterina Yurievna, PhD student, researcher of the Order of the Red Banner of Labor Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Republic of Crimea,

Бакова Надежда Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент исследователь Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН Республика Крым,

Bakova Nadezhda Nikolaevna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor Researcher of the Order of the Red Banner of Labor Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences Republic of Crimea

Поздняков Дмитрий Игоревич, кандидат фармацевтических наук, доцент, Пятигорский медико-фармацевтический институт (филиал) Волгоградского государственного медицинского университета 357532, г. Пятигорск, Ставропольский край, проспект Калинина, 11.

Pozdnyakov Dmitry Igorevich, Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor, Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute (branch) Volgograd State Medical University 357532, Pyatigorsk, Stavropol Territory, Kalinin Avenue, 11.

Коновалов Дмитрий Алексеевич, доктор фармацевтических наук, профессор; 357532, г. Пятигорск, Ставропольский край, проспект Калинина, 11; моб. +7 (928) 351-93-49, e-mail: d.a.konovalov@pmedpharm.ru

Konovalov Dmitry Alekseevich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor; 357532, Pyatigorsk, Stavropol Territory, Kalinin Avenue, 11; mob. +7 (928) 351-93-49, e-mail: d.a.konovalov@pmedpharm.ru

Оробинская Валерия Никорлаевна, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, отдела планирования и организации научно-исследовательской работы, Пятигорский института (филиал) Северо-Кавказского Федерального университета, г. Пятигорск, e-mail: orobinskaya.val@yandex.ru

Orobinskaya Valeria Nikorlaevna, Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher, Department of Planning and Organization of Research Work, Pyatigorsk Institute (branch) North Caucasus Federal University, Ptiagorsk, e-mail: orobinskaya.val@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 19.10.2022

После рецензирования: 13.11.2022

Дата принятия к публикации: 07.12.2022

С.Б. Дертеев [S.B. Derteev],
Г.А. Манкаева [G.A. Mankaeva],
М.Е. Сапралиев [M.E. Sapraliev],
А.К. Балтыков [A.K. Baltykov],
Д.Б. Бембитов [D.B. Bembitov]

УДК 533.6.011.72
DOI: 10.37493/2307-910X.2022.4.12

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАТУХАНИЯ МЕДЛЕННЫХ МАГНИТОЗВУКОВЫХ ВОЛН В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЕ

A MODELING OF A DAMPING OF THE SLOW MAGNETOACOUSTIC WAVES IN A HIGH- TEMPERATURE PLASMA

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова»,
г. Элиста, Россия/ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kalmyk State
University named after B. B. Gorodovikov", Elista, Russia, e-mail: mankaeva.galina@yandex.ru*

Аннотация

В линейном анализе до сих пор используется упрощенное локальное представление функции радиационных потерь плазмы как степени температуры [1], что, на наш взгляд, приводит к большим ошибкам в результатах. Поведение магнитоакустических волн сильно зависит от параметров плазмы; поэтому необходимо более точное аналитическое выражение для функции радиационных потерь. Мы используем новые данные о функции радиационных потерь [2]. Мы строим локальные аналитические выражения с помощью кубических сплайнов и изучаем затухание волн в широком диапазоне параметров плазмы и магнитного поля.

Ключевые слова: Компьютерное моделирование, физика плазмы, функция излучения, магнитная гидродинамика, астрофизика.

Abstract

Linear analysis still uses a simplified local representation of the plasma radiative loss function as a degree of temperature [1], which, in our opinion, leads to large errors in the results. The behavior of the magnetoacoustic waves strongly depends on the parameters of the plasma; therefore, a more precise analytical expression for the radiative loss function is needed. We use new data on the radiative loss function [2]. We build local analytical expressions using cubic splines and study wave attenuation in a wide range of plasma and magnetic field parameters

Key words: Computer modeling, plasma physics, radiation function, magnetic hydrodynamic, astrophysics.

Introduction

In this paper, we study the behavior of magnetosonic waves under the influence of two often considered effects, thermal conductivity and heating/radiative losses. The temperature range of interest is 1-10 MK, which is typical for the lower corona of stars. The coronal plasma radiation function is used, which is determined using the CHIANTI 10 code (www.chiantidatabase.org). To obtain its analytical expression, cubic spline interpolation is used. The calculations are carried out in the approximation of one-dimensional hydrodynamics.

If, near the extremum points, the radiation function is represented as a degree of temperature, then such an approximation will give a large error comparable to the wave amplitude, so we obtained a more accurate expression by cubic spline interpolation

$$\tilde{\Lambda}(\tilde{T}) = \tilde{A}_i(\tilde{T} - \tilde{T}_i)^3 + \tilde{B}_i(\tilde{T} - \tilde{T}_i)^2 + \tilde{C}_i(\tilde{T} - \tilde{T}_i) + \tilde{D}_i, \quad (1)$$

$$\tilde{T}_i < \tilde{T} < \tilde{T}_{i+1}, \quad i = 0, \dots, 28,$$

the tilde sign means a dimensionless quantity. For case $T_0 = 1$ MK, the scale $m(T) = 10^6$ K, that is $\tilde{T}_i = 1$, the interpolation coefficients will be as follows: $\tilde{A}_i = 6.1576166, \tilde{B}_i = -2.7325371, \tilde{C}_i = -0.1518774, \tilde{D}_i = 2.3168278$. Scale for the radiation function $m(\Lambda) = 10^{26}$ эрг·гп⁻²·см³·с⁻¹.

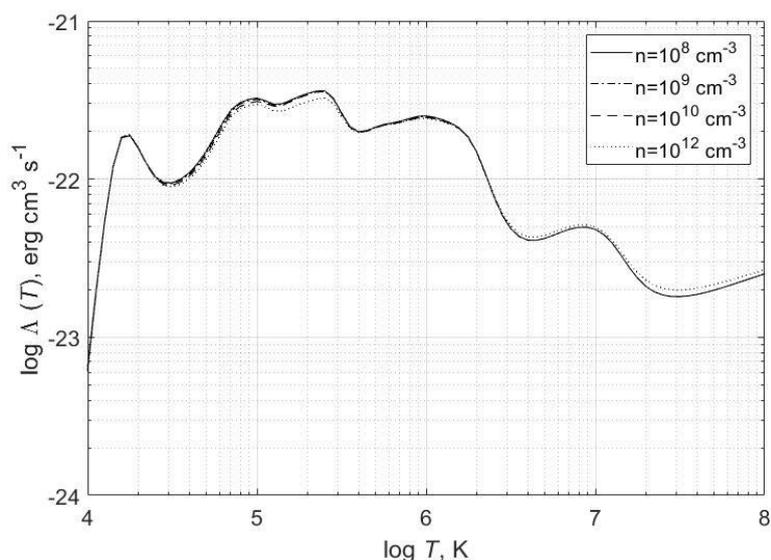


Figure 1. Radiation function

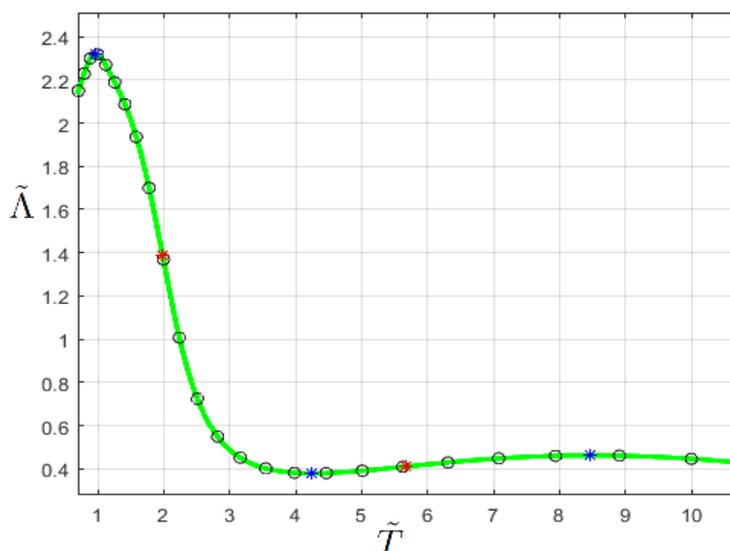


Figure 2. Radiation function approximation

Model

We study waves in the approximation of one-dimensional hydrodynamics. We write the initial equations in the MHD approximation in terms of density and temperature, since they are considered basic thermodynamic parameters:

$$\begin{aligned} \frac{\partial v_x}{\partial t} + v_x \frac{\partial v_x}{\partial x} &= -\frac{R}{M} \left(\frac{\partial T}{\partial x} + \frac{T}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial x} \right), \\ \frac{\partial v_y}{\partial t} + v_x \frac{\partial v_y}{\partial x} &= -\frac{B_{0x}}{4\pi\rho} \frac{\partial B_y}{\partial x}, \\ \frac{\partial \rho}{\partial t} + v_x \frac{\partial \rho}{\partial x} + \rho \frac{\partial v_x}{\partial x} &= 0, \\ \frac{\partial B_y}{\partial t} &= B_{0x} \frac{\partial v_y}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} [(B_{0y} + B_y)v_x], \\ \frac{\partial T}{\partial t} + v_x \frac{\partial T}{\partial x} + (\gamma - 1)T \frac{\partial v_x}{\partial x} &= -\frac{(\gamma - 1)M \cos^2 \theta}{R\rho} \frac{\partial}{\partial x} \left(\kappa(T) \frac{\partial T}{\partial x} \right) - \frac{(\gamma - 1)M}{R} [\rho\Lambda(T) - H], \end{aligned} \tag{2}$$

T - temperature, ρ - density, M - molar mass, R - universal gas constant, $\kappa(T)$ - thermal conductivity, \vec{v} - speed, \vec{B} - magnetic field induction vector, $\Lambda(T)$ - radiation function, H - coronal heating. Coronal heating is a very complex function that depends on many factors, so it is most often given as a constant value.

Next, we consider small perturbations, that is, $\rho = \rho_0 + \rho_1, T = T_0 + T_1, \rho_1 \ll \rho_0, T_1 \ll T_0$. ρ_0, B_{0x}, B_{0y} and T_0 are unperturbed background external conditions, and small perturbations of density, temperature, and magnetic field arise inside the volume under consideration ρ_1, T_1, B_y . Thus, we linearize the system of equations (2) and look for a solution of unknown functions in the form: $f(\vec{r}, t) = \bar{f}(\vec{r}) \cdot e^{i(\vec{k}\vec{r} - \omega t)}$, where \vec{k} is the wave vector, ω is the frequency. As a result, we obtain a system of linear equations that has parameters ω and k (we set it), based on the system of linear equations - the dispersion relation [3]:

$$\omega^5 + i\omega^4 A(k) - \omega^3 (C_s^2 + V_A^2) k^2 - i\omega^2 B(k) + \omega C_s^2 V_A^2 k^4 \cos^2 \theta + iC(k) = 0, \tag{3}$$

$$\begin{aligned} A &= a_1 k^2 + a_2, \\ B &= (a_1 k^2 + a_2 - a_3) C_s^2 k^2 / \gamma + (a_1 k^2 + a_2) V_A^2 k^2, \\ C &= (a_1 k^2 + a_2 - a_3) C_s^2 V_A^2 k^4 \cos^2 \theta / \gamma, \\ a_1 &= \frac{\gamma(\gamma - 1)}{\rho_0 C_s^2} T_0 \bar{\kappa}(T_0) \cos^2 \theta, \\ a_2 &= \frac{\gamma(\gamma - 1)}{C_s^2} \rho_0 \Lambda'(T_0) T_0^2, \\ a_3 &= \frac{\gamma(\gamma - 1)}{C_s^2} \rho_0 \Lambda(T_0) T_0. \end{aligned}$$

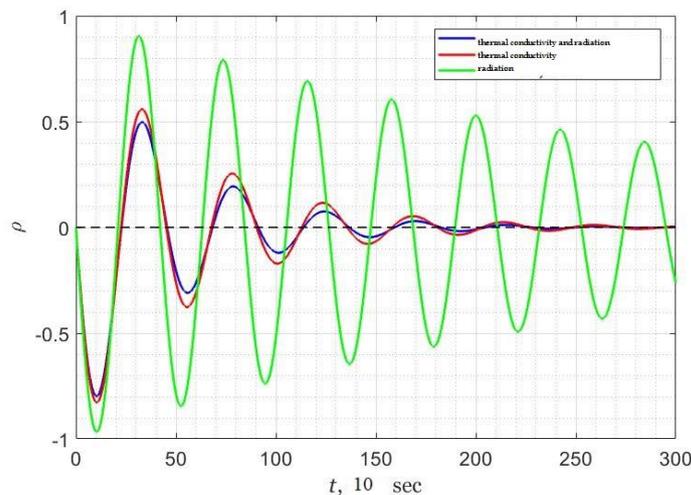


Figure 3. Wave attenuation in the case of dominance of thermal conductivity

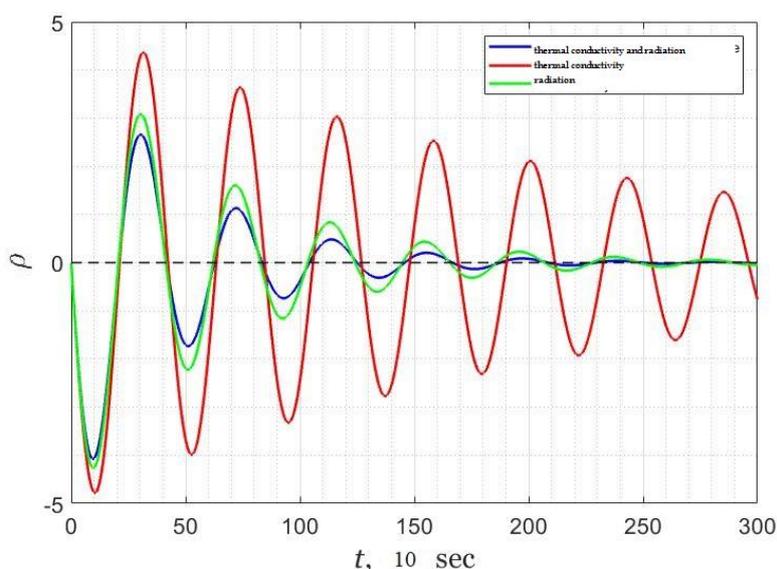


Figure 4. Wave attenuation in the case of radiation dominance

If the external conditions are such, then $\tilde{\rho} = 1$, $\tilde{T} = 1$ and $\tilde{k} = 0.2$, is the complete predominance of thermal conductivity (Fig. 5). But, there is a case when thermal conductivity and heating/radiation make almost the same contribution to the attenuation of magnetosonic waves in the corona of stars $\tilde{\rho} = 5$, $\tilde{T} = 1$ and $\tilde{k} = 0.2$ (Fig. 6).

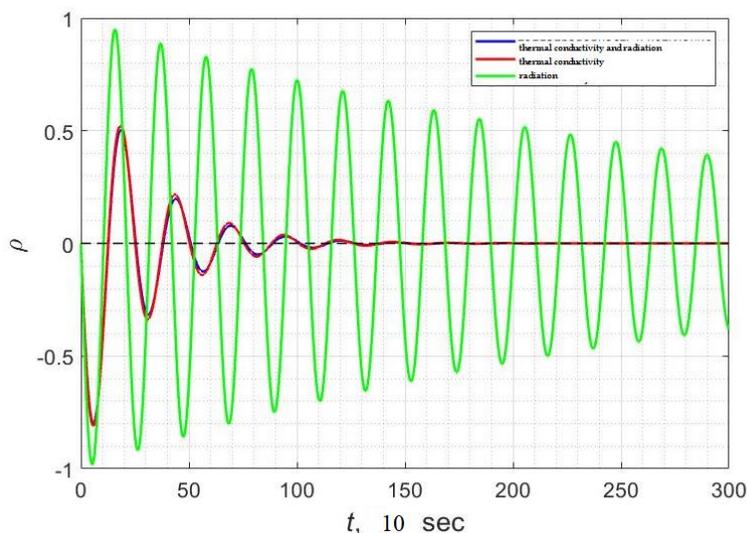


Figure 5. Radiation does not affect attenuation

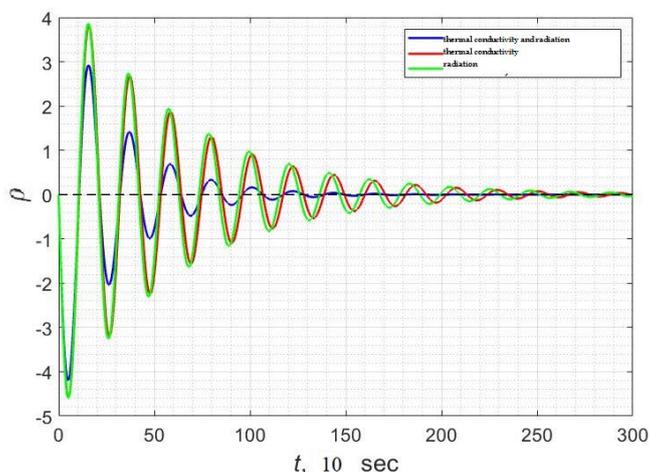


Figure 6. Radiation and thermal conductivity contribute almost identically to attenuation

The study was carried out within the framework of the state task Ministry of Education and Science of the Russian Federation (No. 075-03-2022-119/1 "Development of new observational and theoretical approaches to space weather forecasting based on ground-based observations").

Conclusion

The attenuation of the MMSM in plasma is greatly influenced by the physical parameters, so the behavior of the waves in each case has to be considered locally. For example, if $\tilde{\rho} = 1$, $\tilde{T} = 1$ and $\tilde{k} = 0.1$ are the density, temperature and wave number in a dimensionless form, then it turns out that the radiation contribution is very small, thermal conductivity prevails (Fig. 3), if we increase the density by a factor of 5, that is $\tilde{\rho} = 5$, then the picture changes absolutely, and the thermal conductivity fades into the background (Fig. 4).

ЛИТЕРАТУРА

1. Kolotkov D.Y., Nakariakov V.M., Zavershinskii D.I. Damping of slow magnetoacoustic oscillations by the misbalance between heating and cooling processes in the solar corona // *Astron. Astrophys.* 2019. V. 628. A133.
2. Del Zanna G., Dere K.P., Young P.R., Landi E. CHIANTI – An atomic database for emission lines. XVI. Version 10, further extensions // *Astrophys. J.* 2021. V. 909. 38.
3. Mikhalyaev B.B., Veselovskii I.S., Khongorova O.V. Radiation effects on the MHD wave behavior in the solar corona // *Solar System Res.* 2013. V. 47, №. 1. P. 50.
4. Михалыев Б.Б. Основы магнитной гидродинамики: Учебное пособие для студентов и аспирантов физических и математических специальностей. Элиста: Изд-во КалмГУ, 2010. – 42 с.
5. Половин Р.В., Демущкий В.П. Основы магнитной гидродинамики. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 208 с.
6. Прикладная магнитная гидродинамика: Учебное пособие по теоретическому курсу / Под ред. В.Н. Тимофеева, Е.А. Головенко. – Красноярск: Изд-во СибФУ, 2007. – 528 с.
7. Роч П. Вычислительная гидродинамика. – М.: МИР, 1980. – 618 с.

REFERENCES

1. Kolotkov D.Y., Nakariakov V.M., Zavershinskii D.I. Damping of slow magnetoacoustic oscillations by the misbalance between heating and cooling processes in the solar corona // *Astron. Astrophys.* 2019. V. 628. A133.
2. Del Zanna G., Dere K.P., Young P.R., Landi E. CHIANTI – An atomic database for emission lines. XVI. Version 10, further extensions // *Astrophys. J.* 2021. V. 909. 38.
3. Mikhalyaev B.B., Veselovskii I.S., Khongorova O.V. Radiation effects on the MHD wave behavior in the solar corona // *Solar System Res.* 2013. V. 47, №. 1. P. 50.
4. Mikhalyaev B.B. Osnovy magnitnoi gidrodinamiki: Uchebnoe posobie dlya studentov i aspirantov fizicheskikh i matematicheskikh spetsial'nostei. Ehlista: Izd-vo KalMGU, 2010. – 42 s.
5. Polovin R.V., Demutskii V.P. Osnovy magnitnoi gidrodinamiki. – М.: Ehnergoatomizdat, 1987. – 208 s.
6. Prikladnaya magnitnaya gidrodinamika: Uchebnoe posobie po teoreticheskomu kursu / Pod red. V.N. Timofeeva, E.A. Golovenko. – Krasnoyarsk: Izd-vo SiBFU, 2007. – 528 s.
7. Rouch P. Vychislitel'naya gidrodinamika. – М.: MIR, 1980. – 618 s.

ОБ АВТОРАХ/ ABOUT THE AUTHORS

Дертеев Сергей Бадмаевич, научный сотрудник, Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, г. Элиста, улица Пушкина, 11, e-mail: derteevsergei@mail.ru, phone number: +79613963655.

Derteev Sergey Badmaevich, Researcher, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, Elista, Pushkin street, 11, e-mail: derteevsergei@mail.ru, phone number: +79613963655.

Манкаева Галина Алексеевна, старший преподаватель кафедры алгебры, анализа и методики преподавания математики, Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, г. Элиста, улица Пушкина, 11, e-mail: mankaeva.galina@yandex.ru, phone number: +79061764200.

Mankaeva Galina Alekseevna, Senior Lecturer of the Department of Algebra, Analysis and Methods of Teaching Mathematics, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, Elista, Pushkin street, 11, e-mail: mankaeva.galina@yandex.ru, phone number: + 79061764200.

Сапралиев Михаил Евгеньевич, младший научный сотрудник, Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, г. Элиста, улица Пушкина, 11, e-mail: 13bit57@gmail.com, phone number: +79371946372.

Sapraliev Mikhail Evgenievich, junior researcher, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, Elista, Pushkin street, 11, e-mail: 13bit57@gmail.com, phone number: +79371946372.

Балтыков Арслан Константинович, старший преподаватель природообустройства и охраны окружающей среды, Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова, г. Элиста, улица Пушкина, 11, e-mail: balars90@yandex.ru, phone number: +79371951901.

Baltykov Arslan Konstantinovich, Senior Lecturer in Environmental Management and Environmental Protection, Kalmyk State University named after B. B. Gorodovikov, Elista, Pushkin Street, 11, e-mail: balars90@yandex.ru, phone number: +79371951901.

Бембитов Джиргал Батрович, старший научный сотрудник, Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова, г. Элиста, улица Пушкина, 11, e-mail: dbembitov@gmail.com, phone number: +79615400560

Bembitov Dzhirgal Batrovich, Senior Researcher, Kalmyk State University named after B. B. Gorodovikov, Elista, Pushkin street, 11, e-mail: dbembitov@gmail.com, phone number: +7961540056

Дата поступления в редакцию: 19.10.2022

После рецензирования: 13.11.2022

Дата принятия к публикации: 07.12.2022

О.Е. Кротова [O.E. Krotova]¹,
А.С. Чернышков [A.S. Chernyshkov]²,
К.Э. Халагаева [K.E. Khalagaeva]³

УДК 637.131.8
DOI: 10.37493/2307-910X.2022.4.13

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ ЙОГУРТА,
ОБОГАЩЕННОГО КОНОПЛЯНОЙ МУКОЙ,
СИРОПОМ ТОПИНАМБУРА И СИРОПОМ
АГАВЫ**

**THE DESIGNING A RECIPE FOR YOGURT
ENRICHED WITH HEMP FLOUR, JERUSALEM
ARTICHOKE SYRUP AND AGAVE SYRUP**

¹Донской государственный технический университет, ЮФО, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, e-mail: Alb9652@yandex.ru/ Don State Technical University, Southern Federal District, Rostov region, Rostov-on-Don, e-mail: Alb9652@yandex.ru

²ФГБОУ ВО Донской государственный аграрный университет, ПФ, Ростовская область, Октябрьский район, поселок Персиановский, e-mail: donchene@mail.ru/ Don State Agrarian University, Russian Federation, Rostov region, Oktyabrsky district, Persianovsky settlement, e-mail: donchene@mail.ru

³ФГБОУ ВО «КалмГУ им. Б.Б. Городовикова», ПФ, г. Элиста, e-mail.ru: halgaeva2011@mail.ru/ В.В. Gorodovikov KalmSU, Russia, Elista, e-mail.ru : halgaeva2011@mail.ru

Аннотация.

В данной работе авторами рассмотрен матричный метод разработки рецептуры кисломолочного продукта с повышенным содержанием белка, путем обогащения йогурта растительными компонентами: конопляной мукой, сиропом топинамбура и сиропом из агавы. Используя полученные рецептуры, были приготовлены образцы кисломолочных продуктов и проведена дегустация. Согласно органолептическим результатам, подтверждается целесообразность использования матричного метода компьютерного моделирования при разработках рецептур кисломолочных изделий. Полученные йогурты возможно рекомендовать к потреблению людям с сахарным диабетом и тем, кто ведет здоровый образ жизни, так как содержание белка в образцах увеличено до 3,7% и исключено введение сахара. Разработки рецептур кисломолочных продуктов с повышенным содержанием белка, осуществленные матричным методом, позволили установить оптимальные дозировки ингредиентов.

Ключевые слова: матричный метод, рецептура, йогурт, кисломолочный продукт, растительные компоненты, конопляная мука, сироп топинамбура, сироп из агавы.

Abstract

In this paper, the authors considered a matrix method for developing a formula for a fermented milk product with a high protein content, by enriching yogurt with vegetable components: hemp flour, Jerusalem artichoke syrup and agave syrup. Using the obtained recipes, samples of fermented milk products were prepared and tasting was carried out. According to the organoleptic results, the expediency of using the matrix method of computer modeling in the development of formulations of fermented milk products is confirmed.

People with diabetes and those who lead a healthy lifestyle, because the protein content in the samples has been increased to 3.7% and the introduction of sugar is excluded can recommend the resulting yogurts for use. The development of formulations of fermented milk products with a high protein content, carried out by the matrix method, made it possible to establish optimal dosages of ingredients.

Key words: matrix method, formulation, yogurt, fermented milk product, vegetable components, hemp flour, Jerusalem artichoke syrup, agave syrup.

Введение. Одним из важнейших компонентов в рационе питания различных групп потребителей является йогурт. Современный рынок кисломолочной продукции представлен широким ассортиментом, среди которого наиболее значимое место занимают изделия, обогащенные растительными ингредиентами. Актуальность исследований и разработок в области технологии производства инновационных продуктов связаны с поиском альтернативных источников необходимых организму человека веществ. Совместное использование молочного и растительного сырья в производстве кисломолочных продуктов дают возможность в получении изделий с заданным составом и необходимыми физико-химическими свойствами. Таким образом, востребованность потребителей в обогащенных молочных изделиях связана с тем, что данные продукты обладают более широким спектром полезных свойств и способны обеспечить потребность организма в необходимых питательных веществах [1,4].

Современный подход к созданию функциональных пищевых продуктов связан с использованием информационных компьютерных технологий. Использование искусственного интеллекта при проектировании кисломолочных продуктов позволяет решить рецептурные задачи, т.е. получить готовый продукт с заданным химическим составом и необходимыми физико-химическими свойствами. Это происходит за счет того, что компьютерные технологии позволяют оперативно произвести расчет рецептуры с большим количеством новых видов ингредиентов [2, 3, 5].

В связи с этим, целью данной работы является реализация матричного метода разработки рецептуры кисломолочного продукта с повышенным содержанием белка, путем обогащения йогурта конопляной мукой, сиропом топинамбура и сиропом из агавы [10].

Объектом исследования в данной работе выбраны питьевые йогурты, производство которых осуществляются резервуарным способом. Выбор добавок (конопляная мука, сироп топинамбура, сироп из агавы) связан с тем, что конопляная мука является источником клетчатки, полиненасыщенных жирных кислот (соотношение омега -3 и омега -6 составляет 1:3), витаминов группы С, К, Е и макро- и микронутриентов (Mg, Zn, Mn) [4,6,9]. Сироп топинамбура и сироп из агавы являются полезными подсластителями, содержат высокое содержание фруктозы и глюкозы, что дает основание рекомендовать их включение в рацион людям с сахарным диабетом [5,7,8].

Результаты и их обсуждения. Оптимизация рецептурного состава кисломолочного продукта, обогащенного растительными компонентами, выполнялась матричным методом с использованием программы Excel, при помощи поиска решения нелинейных задач методом обобщенного понижающего градиента. Параметром оптимизации было выбрано повышенное содержание белка в питьевом йогурте. Поэтому для выполнения данной задачи, в матрице данных вводились дополнительные критерии: расчёт энергетической ценности и содержание БЖУ (на 100 грамм).

В качестве растительных ингредиентов при проектировании напитка выбраны мука конопляная, сироп топинамбура и сироп из агавы (таблица 1 и 2). Также в таблицах 1 и 2 представлены система линейных балансовых уравнений и ограничений. Используемая информационная матрица данных рецептур обогащенных кисломолочных изделий содержала три элемента: вид ингредиентов; химический состав; индексированные переменные (обозначенные в таблицах через X_i).

Таблица 1 – Информационная матрица данных для рецептурного расчета йогурта с содержанием конопляной муки и сиропа топинамбура

Ингредиенты	X_i	Масса, кг	Массовая доля, %		
			Белка	Жиры	Углеводов
Молоко нормализованное	X_1	93,0	2,8	2,5	4,7
Молоко сухое обезжиренное	X_2	0,2	36,0	1,0	52,0
Закваска	X_3	0,01	0,0	0,0	0,0
Мука конопляная	X_4	1,8	30,0	7,9	24,7
Сироп топинамбура	X_5	5,0	0,0	0,0	65,5
Итого		100,0			

Функция цели			3,7		
Ввод балансовых уравнений				2,5	9,8
Состав (г/100г), калорийность, ккал/100г	76,5	60,6	3,7	2,5	9,8
Баланс	Уравнения, ограничения				
Белок	$F(x)=\max (2,8 \cdot X_1+36,0 \cdot X_2+0,0 \cdot X_3+30,0 \cdot X_4+0,0 \cdot X_5)$				
Жир	$(2,5 \cdot X_1+1,0 \cdot X_2+7,9 \cdot X_4)/100 \geq 2,5$				
Углеводы	$(4,7 \cdot X_1+52,0 \cdot X_2+24,7 \cdot X_4+65,5 \cdot X_5)/100 \geq 9,8$				
Масса йогурта	$X_1+X_2+X_3+X_4+X_5=100,0$				

Результаты расчета программы: $X_1=93,0$; $X_2=0,2$; $X_3=0,01$; $X_4=1,8$; $X_5=5,0$. Данные результаты занесены в таблицу 1.

Таблица 2 – Информационная матрица данных для рецептурного расчета йогурта с содержанием конопляной муки, сиропа из агавы

Ингредиенты	X_i	Масса, кг	Массовая доля, %		
			Белка	Жиры	Углеводов
Молоко нормализованное	X_1	93,2	2,8	2,5	4,7
Молоко сухое обезжиренное	X_2	0,2	36,0	1,0	52,0
Закваска	X_3	0,01	0,0	0,0	0,0
Мука конопляная	X_4	1,8	30,0	7,9	24,7
Сироп из агавы	X_5	4,8	0,0	0,0	78,0
Итого		100,0			
Функция цели			3,7		
Ввод балансовых уравнений				2,5	10,2
Состав (г/100г), калорийность, ккал/100г	78,1	60,6	3,7	2,5	10,2
Баланс	Уравнения, ограничения				
Белок	$F(x)=\max (2,8 \cdot X_1+36,0 \cdot X_2+0,0 \cdot X_3+30,0 \cdot X_4+0,0 \cdot X_5)$				
Жир	$(2,5 \cdot X_1+1,0 \cdot X_2+7,9 \cdot X_4)/100 \geq 2,5$				
Углеводы	$(4,7 \cdot X_1+52,0 \cdot X_2+24,7 \cdot X_4+78,0 \cdot X_5)/100 \geq 10,2$				
Масса йогурта	$X_1+X_2+X_3+X_4+X_5=100,0$				

Результаты расчета программы: $X_1=93,2$; $X_2=0,2$; $X_3=0,01$; $X_4=1,8$; $X_5=4,8$. Данные результаты занесены в таблицу 2.

Разработки рецептур кисломолочных продуктов с повышенным содержанием белка, осуществленные матричным методом, позволили установить оптимальные дозировки ингредиентов. В таблице 3 отображены составы разработанных питьевой йогуртов без учета потерь на 100 кг продукта.

Таблица 3 – Оптимизированные составы проектируемых питьевых йогуртов

Ингредиент	Рецептура йогурта обогащенного, расход сырья на 100 кг без учета потерь, кг	
	Образец 2	Образец 3
Молоко нормализованное	93,0	93,2
Молоко сухое обезжиренное	0,2	0,2
Закваска	0,01	0,01
Мука конопляная	1,8	1,8
Сироп топинамбура	5,0	-
Сироп из агавы	-	4,8
Итого	100,0	100,0

Основываясь на полученных расчетных данных разработанных рецептур, были приготовлены образцы питьевых йогуртов и определены их органолептические показатели. Приготовление образцов осуществляли по традиционной технологии (резервуарный способ), которая состоит из следующих этапов: нормализация и пастеризация молока; введение сухой закваски «Скваска», состоящей из *Streptococcus thermophiles* и *Lactobacillus bulgaricus*;

термостатирование в течении 7-8 часов при температуре 37°C; охлаждение и перемешивание до однородности сгустка; добавление растительных ингредиентов; фасовка в герметичную тару.

Оценка органолептических показателей образцов осуществляла согласно ГОСТ Р ИСО 22935-2011 и ГОСТ Р ИСО 22935-3-2011. В качестве контрольного образца выбран классический йогурт без добавление растительных ингредиентов.

При дегустации оценивались параметры: консистенция, внешний вид, запах, вкус и цвет, по 5-ти балльной шкале, где 5 – продукт без отклонений от заявленных требований, 1 – очень значительные отклонения.

Результаты органолептической оценки образцов представлены на рисунке 1.



Рисунок 1. – Органолептические оценки образцов

Полученные образцы имели однородную консистенцию, наблюдалось наличие нерастворимых частиц конопляной муки, что соответствовало параметрам, указанным в таблице 4. В связи с этим, все образцы получили наивысшую оценку – 5. Цвет при добавлении сиропа топинамбура и сиропа из агавы изменялся, приобретая оттенок, соответствующий цвету вводимых сиропов. При оценке вкусовых качеств продукта, образец с сиропом из агавы имел более интересный и необычный вкус, поэтому была выставлена оценка 5,0 баллов. Стоит также отметить, что разработанные образцы будут весьма востребованы среди потребителей с сахарным диабетом и среди тех, кто ведет здоровый образ жизни, т.к. содержание белка в образцах увеличено до 3,7% и исключено введение сахара.

Выводы. Таким образом, используя матричный метод компьютерного моделирования, получены рецептуры кисломолочных продуктов, обогащенных конопляной мукой, сиропом топинамбура и сиропом из агавы. Органолептические исследования подтверждают целесообразность использования данного метода при разработках рецептур кисломолочных изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ермаков Е.Е., Атабаева Ш.А. Современное состояние и перспективы развития молочной промышленности // Молодой ученый. – 2014. - №7 (66). – С. 338-340.
2. Лисин, П.А. Компьютерные технологии в производственных процессах пищевой промышленности / П.А. Лисин. – СПб.: Изд-во «ЛАНЬ», 2016. – 256 с.
3. Мусина, О.Н. Компьютерное проектирование рецептур: практикум / О.Н. Мусина. – Директ-Медиа, 2015. – 105 с.

4. Блягоз А.И., Хачатрян А.А. Характеристика функциональных свойств семян конопли // сборник докладов по материалам Всероссийской науч.-практ. Конф, посвященной 60-летию ФГБНУ «Адыгейский НИИСХ». – 2021. – С.379-381.
5. Филатов, С.Л. Натуральные сиропы из топинамбура с пребиотическими свойствами / С.Л. Филатов, М.С. Михайличенко, С.М. Петров, Н.М. Подгорнова //Пищевая промышленность. – 2021. - №11. – С.15-21.
6. Кротова О.Е., Савенков К.С., Савенкова М.Н. Технология производства функционального кисломолочного продукта, обогащенного растительным компонентом / Современная наука и инновации. 2022.- №2 (38). – С.82-90.
7. Николаев, С.И. Молоко для спортсменов как фактор повышения конкурентоспособности предприятия молочной отрасли / Николаев С.И., Кротова М.А., Кротова О.Е., Золотарева У.И., Золотарева Ю.В. // В сборнике: Современные тенденции в государственном управлении, экономике, политике, праве. Сборник докладов XII международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Ростов-на-Дону, 2022. С. 112-119.
8. Кротова, О.Е. Сывороточный протеин, как основа производства спортивного питания / Кротова О.Е., Золотарева У.И., Кротова М.А. // В сборнике: Мировые научные исследования современности: возможности и перспективы развития. Материалы XVI международной научно-практической конференции. Ставрополь, 2022. С. 385-391.
9. Everett, D.W. Interactions of polysaccharide stabilisers with casein aggregates in stirred skim-milk yoghurt / Everett D.W., McLeod R. E. // International Dairy Journal. – 2005. – №15. – P. 1175-1183.
10. Enalyeva, L. Scientific aspects of the study of the protein-carbohydrate raw materials biomodification process in the production of functional food products / Enalyeva L., Rudoy D., Alekseyev A., Tupolskih T., Lodyanov V. // В сборнике: E3S Web of Conferences. 8. Сер. “Innovative Technologies in Science and Education, ITSE 2020” 2020. С. 03004.

REFERENCES

1. Ermakov, E.E. The current state and prospects for the development of the dairy industry / Ermakov E.E., Atabaeva Sh.A. // Young scientist. – 2014. –№7 (66). – Pp.338-340. ISSN 2072-0297; issn 2077-8295.
2. Lisin, P.A. Computer technologies in the production processes of the food industry / P.A. Lisin. – St. Petersburg: Publishing house “LAN”, 2016. – 256 p.
3. Musina, O.N. Computer design of recipes: practicum / O.N. Musina. – Direct-Media, 2015. – 105 p.
4. Blyagoz A.I., Khachatryan A.A. Characteristics of the functional properties of cannabis seeds // collection of reports on the materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the 60th anniversary of the Adygei Research Institute. – 2021. – pp.379-381.
5. Filatov, S.L. Natural syrups from Jerusalem artichoke with probiotic properties / S.L. Filatov, M.S. Mikhailichenko, S.M. Petrov, N.M. Podgornova //Food industry. – 2021. – No. 11. – pp.15-21.
6. Krotova O.E., Savenkov K.S., Savenkova M.N. Production technology of a functional fermented milk product enriched with a vegetable component / Modern Science and innovations. 2022.- №2 (38). – Pp.82-90.
7. Nikolaev, S.I. Milk for athletes as a factor of increasing the competitiveness of the dairy industry enterprise / Nikolaev S.I., Krotova M.A., Krotova O.E., Zolotareva U.I., Zolotareva Yu.V. // In the collection: Modern trends in public administration, economics, politics, law. Collection of reports of the XII International Scientific and practical conference of young scientists, graduate students and students. Rostov-on-Don, 2022. Pp. 112-119.
8. Krotova, O.E. Whey protein as the basis of sports nutrition production / Krotova O.E., Zolotareva U.I., Krotova M.A. // In the collection: World scientific research of modernity:

opportunities and prospects for development. Materials of the XVI international scientific and practical conference. Stavropol, 2022. Pp. 385-391.

9. Everett, D.W. Interactions of polysaccharide stabilisers with casein aggregates in stirred skim-milk yoghurt / Everett D.W., McLeod R. E. // International Dairy Journal. – 2005. – №15. – P. 1175-1183.

10. Enalyeva, L. Scientific aspects of the study of the protein-carbohydrate raw materials biomodification process in the production of functional food products / Enalyeva L., Rudoy D., Alekseyev A., Tupolskih T., Lodyanov V. // В сборнике: E3S Web of Conferences. 8. Сер. “Innovative Technologies in Science and Education, ITSE 2020” 2020. С. 03004.

ОБ АВТОРАХ/ ABOUT THE AUTHORS

Кротова Ольга Евгеньевна, доктор биолог. наук, доцент кафедры техника и технология пищевых производств, Донской государственной технической университет, 344003, ЮФО, Ростовская область, г.Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1, e-mail: Alb9652@yandex.ru

Krotova Olga Evgenievna, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Technology and Technology of Food Production, Don State Technical University, 344003, SFD, Rostov region, Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1, e-mail: Alb9652@yandex.ru

Чернышков Александр Сергеевич кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры разведения с.-х. животных, частной зоотехнии и зоогигиены им. ак. П.Е.Ладана, ФГБОУ ВО Донской государственной аграрный университет, РФ 346493, Ростовская область, Октябрьский район, поселок Персиановский, ул.Кривошлыкова, 24, e-mail: donchene@mail.ru

Chernyshkov Alexander Sergeevich Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Breeding Agricultural. animals, private zootechnics and zoohygiene them. ak. P.E. Ladana, Don State Agrarian University, Russian Federation 346493, Rostov region, Oktyabrsky district, Persianovsky village, Krivoshlykova str., 24, e-mail: donchene@mail.ru

Халгаева Кермен Эрдниевна кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО «КалмГУ им. Б.Б. Городовикова», РФ 358011, г.Элиста, 5 микрорайон, д.2.кв.33, e-mail.ru: halgaeva2011@mail.ru

Khalgaeva Kermen Erdnievna candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, KalmGU named after I.I. B.B. Gorodovikov, Russian Federation 358011, Elista, microdistrict 5, 2.kv.33, e-mail.ru: halgaeva2011@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 19.10.2022

После рецензирования: 13.11.2022

Дата принятия к публикации: 07.12.2022

ПОЛИТОЛОГИЯ | POLITICAL SCIENCE

Д.А. Миргород [D.A. Mirgorod]

УДК 327
DOI: 10.37493/2307-910X.2022.4.14

ПЕРСПЕКТИВЫ ОБЛАДАНИЯ ТУРЦИЕЙ ЯДЕРНЫМ ОРУЖИЕМ: ВОЕННО-ПОЛИТИЧЕСКИЙ А

THE PROSPECTS FOR NUCLEAR WEAPONS BY TURKEY: MILITARY AND POLITICAL ASPECT

Севастопольский государственный университет, Россия
г. Севастополь, e-mail: dennismirgorod@gmail.com

***Аннотация** Ближний восток продолжает оставаться одной из главных территорий в мире, которой угрожает повсеместная нуклеаризация. Все попытки сформировать в регионе зону, свободную от ядерного оружия, потерпели неудачу. В настоящее время значительное количество ближневосточных государств можно отнести к категории окологороговых государств, которые в самое ближайшее время могут объявить о политическом решении. К таким государствам следует относить и современную Турцию, которая обладает достаточным потенциалом для развития военной ядерной программы. Соответственно, анализа требуют военные и политические предпосылки возможного вступления Турции в ядерный клуб. Таким образом, цель настоящей статьи провести исследование научно-технического потенциала, политической базы и идеологической основы обладания Турцией ядерным оружием.*

Ключевые слова: ядерное распространение, режимы нераспространения, региональная безопасность, ядерная безопасность, система безопасности, Ближний Восток, Турция.

***Abstract** The Middle East continues to be one of the main areas in the world threatened by widespread nuclearization. All attempts to establish a nuclear-weapon-free zone in the region have failed. At present, a significant number of Middle Eastern states can be classified as near-threshold states, which in the very near future may announce a political solution. These states should also include modern Turkey, which has sufficient potential for the development of a military nuclear program. Accordingly, the military and political prerequisites for Turkey's possible entry into the nuclear club require analysis. Thus, the purpose of this article is to conduct a study of the scientific and technical potential, political base and ideological basis of Turkey's possession of nuclear weapons.*

Key words: nuclear proliferation, nonproliferation regimes, regional security, nuclear security, security system, Middle East, Turkey.

Введение. Проблема распространения ядерного оружия является одной из центральных в современных международных отношениях. Сформированные мировым сообществом режимы контроля над распространением оружия массового уничтожения (ОМУ), включая ядерное, не в состоянии в полной мере гарантировать появление новых стран-обладателей рассматриваемым видом ОМУ. Наличие Договора о нераспространении ядерного оружия

(ДНЯО), который помимо определения круга легитимных ядерных государств, предполагает создание в мире, так называемых, зон, свободных от ядерного оружия (ЗСЯО) помогло сформировать в мире несколько подобных ЗСЯО - Латинская Америка и Карибский бассейн, южная часть Тихого океана, Юго-Восточная Азия, Африка и Центральная Азия.

Вместе с тем, в мире остается достаточное количество территорий, которые не охвачены инициативой создания ЗСЯО, что в перспективе может привести к распространению ядерного оружия. К таким территориям, безусловно, следует относить Ближний Восток, где наличие у Израиля ядерного оружия подталкивает другие страны региона к развитию собственных ядерных программ. К таким государствам можно причислить и Турцию.

Методы анализа. Проблема нераспространения ядерного оружия имеет широкую теоретико-методологическую базу исследования. Для достижения поставленных в настоящей статье научных целей нами использовался широкий круг источников, касающихся непосредственно теоретических вопросов нераспространения. В частности, режим нераспространения рассматривался нами в контексте существующих «аномалий» современной теории международных отношений (Р.К. Смит) [14]. Помимо этого, помимо этого теоретическую основу работы составил анализ исследовательского дискурса в отношении противоречий режимов контроля над ядерным оружием Т. Огивли-Уайт [10]. В дополнение, применялся как инструмент анализа и прогнозирования в сфере ядерного распространения применялись принципы общей теории систем и системного анализа [3].

Основная часть исследования. С момента своего официального присоединения к лагерю Запада в 1952 году Турция полагалась на ядерный зонтик НАТО. В рамках ядерного сдерживания НАТО Турция продолжает размещать около 50 тактических ядерных ракет США на своей территории на авиабазе Инджирлик [17]. Турция также имеет опыт соблюдения своих обязательств в отношении правовых режимов, регулирующих ядерное нераспространение. Анкара присоединилась к многочисленным международным платформам, таким как Договор о нераспространении ядерного оружия (1969 г.), Комитет Цангера и Группа ядерных поставщиков (2000 г.), а также Договор о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (2001 г.) [7].

Хотя Турция традиционно привержена режиму нераспространения ядерного оружия, возможная региональная гонка ядерных вооружений, которая может быть спровоцирована Ираном в ближайшем будущем, может положить конец политике Анкары в этой сфере. Однако, что касается все увеличивающихся амбиций действующего президента страны Р. Эрдогана неоосманского / пантюркистского характера, кажется, что внутренняя политика Турции будет основным фактором, определяющим формирование ядерной программы Турции.

Выступая на экономическом форуме в городе Сивас 4 сентября 2019 года, президент Турции Р. Тайип Эрдоган попал в заголовки газет, сформулировав право Турции на обладание ядерным оружием: «У некоторых стран есть ракеты с ядерными боеголовками, а не одна или две. У меня нет ракет с ядерными боеголовками, я не могу с этим согласиться» [6, 7].

Р. Эрдоган обратил внимание на несправедливость нынешнего международного порядка и назвал обладание ядерным оружием обязательным условием международного престижа своей страны. Он утверждал, что все развитые страны, в том числе Израиль, обладают ядерным оружием, и, что интересно, сделал двусмысленное заявление, заявив, что Турция «в настоящее время работает над этим» [11]. Это был первый раз, когда он открыто высказал идею турецкого ядерного варианта и намекнул на амбиции Турции по осуществлению военной ядерной программы. И некоторые признаки указывают на то, что Р. Эрдоган не блефовал.

После аварии на Фукусиме в Японии, которая возродила негативные взгляды на использование атомной энергии, Турция начала строительство своей первой атомной электростанции в Аккую на южном побережье провинции Мерсин. По сообщениям турецкой прессы, электростанция Аккую покроет 10 процентов потребности страны в электроэнергии.

Большая часть турецкого населения оправдывает стремление страны к приобретению ядерных технологий, поэтому Анкара обратилась к России, которая согласилась предоставить необходимую технологическую инфраструктуру и научные компетенции. Ядерный реактор будет состоять из четырех реакторов, каждый мощностью 1200 мегаватт, и строится российским государственным агентством по атомной энергии «Росатом». Планируется, что первый энергоблок будет запущен в 2023 году [12, 225].

В рамках турецко-российского соглашения студенты турецких университетов были зачислены на программы ядерной подготовки в России, чтобы затем устроиться на работу на АЭС «Аккую». По некоторым данным, турецкие студенты-инженеры стали второй по величине национальной группой, изучающей ядерные науки в России. Вернувшиеся в Турцию турецкие инженеры рассказали газете «Миллиет» о своей интенсивной учебе в России, которая заняла в общей сложности семь с половиной лет обучения, включая два года подготовительных занятий по русскому языку [1].

Помимо России, Турция также инициировала сближение с обладающим ядерным оружием Пакистаном. Турция была четвертым по величине источником оружия для Пакистана, обогнав Соединенные Штаты, а Пакистан был третьим по величине рынком экспорта оружия Турции в период с 2016 по 2019 год. В то время как Китай остается основным источником импортируемой оборонной техники для Пакистана, Турция все чаще предоставляет Пакистану еще одну важную альтернативу – возможность минимизировать поставки западных вооружений. Можно предположить, что Турция была бы заинтересована в получении чего-то взамен от Пакистана, и что это может быть передача ядерных технологий в военных целях [9].

Другие признаки турецких амбиций, о которых широко не сообщалось, включают разработку баллистических ракет и космическую программу Турции. В 2012 году Совет по научным и технологическим исследованиям Турции (TÜBİTAK) объявил о намерении правительства разработать ракету с дальностью полета 2500 км [5]. Турция также создала Турецкое космическое агентство в 2018 году, надеясь присоединиться к небольшой группе других стран с космическими программами. Сам Р. Эрдоган представил турецкую космическую программу на официальной церемонии 9 февраля 2021 года. Программа включает в себя полеты на Луну, отправку турецких астронавтов в космос и разработку международных спутниковых систем. Турция стремится развивать национальные возможности запуска, которые в конечном итоге могут быть аналогичны «гражданской» космической программе Ирана [16].

Участие турецкой политической, религиозной и медийной элиты в ядерной политике Турции на протяжении многих лет привлекало мало внимания, в то время как заявления президента Р. Эрдогана привлекали основное внимание иностранных и внутренних СМИ.

Взгляды исламистов на обладание ядерным оружием основаны на изучении Корана и Сунны, т.е. традиций и обычаев пророка Мухаммеда. Право Турции на развитие ядерного потенциала объясняется как законное средство сдерживания, как оно понимается в исламской традиции. Х. Караман, главный проповедник Р. Эрдогана, передал эту идею в проправительственной ежедневной газете «Йени Шафак»: «Во времена нашего Пророка {Мухаммеда} наиболее эффективными средствами войны были конь и стрелы. По этой причине мусульман поощряли получать обучение верховой езде и стрельбе из лука. Сегодня самым эффективным оружием является ядерное оружие... страны, не обладающие ядерным оружием, страдают от нехватки сил и сталкиваются с большой опасностью и угрозой» [3, 10].

Для ультранационалистов в Турции развитие ядерного потенциала играет важную роль в государственной безопасности и выживании турецкого государства. Отец Партии националистического движения (ПНД) и культовая фигура крайне правых в Турции А. Тюркеш еще в 1975 году заявлял, что Турция должна обзавестись ядерным оружием [8, 11]. Другие высокопоставленные лица в ультранационалистическом лагере, такие как бывший государственный министр С. Сомункуоглу или бывший министр транспорта Э. Оксюз, также

делали аналогичные призывы в прошлом относительно необходимости развития ядерной военной программы [13].

В кемалистско-националистическом лагере существует общее неприятие идеи ядерной программы и сотрудничества правительства с Россией или другими незападными игроками в этом вопросе. Несмотря на недовольство ЕС и США в последние годы, они по-прежнему считают, что интересы безопасности Турции лучше обеспечиваются в НАТО и западном истеблишменте безопасности.

Являясь сегодня бастионом кемалистов и главной оппозиционной партией Турции, Республиканской народной партии (НРП), с самого начала была против проекта Аккую и ядерной авантюры Р. Эрдогана. Лидер НРП К. Кылычдароглу ясно дал понять, выступая на встрече с главой Торговой палаты Анкары 10 июня 2010 года: «Мы не хотим, чтобы кто-либо из наших соседей, включая Израиль и Иран, имел ядерное оружие в этом регионе. Если мы хотим установить мир на Ближнем Востоке, мы добиваемся ликвидации ядерного оружия не только в этом регионе, но и во всем мире. Это потому, что наша основная философия заключается в том, чтобы мир восторжествовал. Как НРП, мы давно против ядерного оружия» [15, 11].

Помимо силовой политики, из-за расположения Аккую на линии разлома землетрясения в Эджемише критики правительства выражают серьезную озабоченность по поводу экологической безопасности и финансовых проблем. А. Акын, заместитель председателя Хорошей партии, поставил под сомнение экономическую целесообразность проекта Аккую во время партийного собрания 24 января 2021 года. По словам Акына, тот факт, что проект полностью принадлежит российской корпорации (более 99%), Завод «Аккую» фактически станет российской базой на территории Турции [4, 331]¹.

Подобно другим оппозиционным партиям, что неудивительно, курдская Демократическая партия народов также выступает против строительства ядерного реактора «Аккую», ссылаясь в основном на соображения безопасности и экологии.

Перспективы распространения Турции в ближайшем будущем очень сильно взаимосвязаны с внутривосточной динамикой внутри страны. Продолжение правления Эрдогана или приход к власти одного из его наследников, вероятно, проложат путь к ядерной Турции. Президент Р. Эрдоган уже продемонстрировал, что готов платить политические и экономические цены за свои стратегические решения. С другой стороны, возврат к кемалистскому «старотурецкому» порядку с ее западной ориентацией, вероятно, заставит Турцию отказаться от своих поисков ядерного потенциала. Кемалистско-националистический лагерь у руля восстановит традиционную внешнюю политику Турции, которая признает Запад и США настоящими союзниками. При таком сценарии Анкара, похоже, предпочла бы отказаться от ядерного варианта и вернуться к ядерному зонтику НАТО.

Помимо этого, негативные сценарии в отношении перспектив обладания Турцией ядерным оружием могут сформировать для России дополнительные угрозы и поставить под риски ядерного удара со стороны Турции всю европейскую часть России в случае ухудшения отношений между государствами и предоставит Анкаре дополнительные рычаги влияния на Москву.

Выводы исследования. Таким образом, потенциальное обладание Турцией ядерным оружием зависит от во многом от внутривосточной динамики и решимости действующих турецких властей, которые могут использовать фактор наличия у Турции ядерного оружия во внутривосточной борьбе. В случае появления у Турции ядерного оружия видоизменению подвернется вся архитектура различных региональных комплексов безопасности от Ближнего Востока до Южного Кавказа и затронет глобальную проекцию международной безопасности.

¹ Can Ö., Gönenç D. Environmental Non-Governmental Organizations in the Aegean Region: Organizational Features And Relations // Yönetim Bilimleri Dergisi. 2022. №. 1. P. 330-331.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бударина Н.А., Ибрагимов И.Р. Россия и Турция: новые тенденции и перспективы на современном этапе // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: экономика. 2020. Т. 28. №. 3. С. 440-449.
2. Садовский А.А. Представление режима нераспространения на основе принципов общей теории систем и системного анализа // Международные отношения в XX—XXI вв. 2013. №. 1. С. 315-319.
3. Al-Marashi I., Goren N. Turkish Perceptions and Nuclear Proliferation) // Strategic Insights. 2009. V. 8. №. 2. P. 1-18.
4. Can Ö., Gönenç D. Environmental Non-Governmental Organizations in the Aegean Region: Organizational Features and Relations // Yönetim Bilimleri Dergisi. 2022. №. 1. P. 330-331.
5. Gheorghe E. Polarity, Proliferation, and Restraint: A Market-Centric Approach // Polarity in International Relations. 2022. №. 1. P. 291-311.
6. Hallinan C. Will Turkey Get the Bomb Next? // Guardian (Sydney). 2019. №. 1897. P. 7-8.
7. Hobbs C., Moran M. Turkey: Non-Proliferation and International Integration // Exploring Regional Responses to a Nuclear Iran: Nuclear Dominoes?. 2014. №. 1. P. 67-80.
8. Khalilzad Z. The Superpowers and the Northern Tier // International Security. 1979. V. 4. №. 3. P. 6-30.
9. Khan S. Dynamics of Pakistan-Turkey Relations // Pakistan Review of Social Sciences (PRSS). 2020. V. 1. №. 2. P. 14-24.
10. Ogilvie- White T. Is there a Theory of Nuclear Proliferation? An Analysis of the Contemporary Debate // The Nonproliferation Review. 1996. V. 4. №. 1. P. 43-60.
11. Patnaik P. The Modi Years // Guardian (Sydney). 2019. №. 1897. P. 6-7.
12. Power C. The Politics of Energy in Turkey // The Oxford Handbook of Turkish Politics. 2022. №. 1. P. 225-227.
13. Rerzaei Pishrobat S., Ghoreisi F. Turkey Nuclear Activities: from Possibility to Refrain towards Military Dimensions // Research Letter of International Relations. 2022. V. 14. №. 4. P. 61-82.
14. Smith R.K. Explaining the Non-Proliferation Regime: Anomalies for Contemporary International Relations Theory // International Organization. 1987. V. 41. №. 2. P. 253-281.
15. Taspınar Ö. The Rise of Turkish Gaullism: Getting Turkish-American Relations Right // Insight Turkey. 2011. V. 13. №. 1. P. 11-12.
16. Türksoy E. Government Intervention in the Space Sector: Policy Recommendations for Turkey // Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi. 2020. V. 42. №. 2. P. 265-282.
17. Udum Ş. Arms Control in Europe and Extended Deterrence: A View from Turkey // Arms Control and Europe. 2022. №. 1. P. 99-107.

REFERENCES

1. Al-Marashi I., Goren N. Turkish Perceptions and Nuclear Proliferation) // Strategic Insights. 2009. V. 8. №. 2. P. 1-18.
2. Budarina N.A., Ibragimov I.R. Rossiya i Turciya: novye tendencii i perspektivy na sovremennom etape // Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: ekonomika. 2020. T. 28. №. 3. S. 440-449.
3. Can Ö., Gönenç D. Environmental Non-Governmental Organizations in the Aegean Region: Organizational Features and Relations // Yönetim Bilimleri Dergisi. 2022. №. 1. P. 330-331.
4. Gheorghe E. Polarity, Proliferation, and Restraint: A Market-Centric Approach // Polarity in International Relations. 2022. №. 1. P. 291-311.
5. Hallinan C. Will Turkey Get the Bomb Next? // Guardian (Sydney). 2019. №. 1897. P. 7-8.
6. Hobbs C., Moran M. Turkey: Non-Proliferation and International Integration // Exploring Regional Responses to a Nuclear Iran: Nuclear Dominoes?. 2014. №. 1. P. 67-80.

7. Khalilzad Z. The Superpowers and the Northern Tier // *International Security*. 1979. V. 4. №. 3. P. 6-30.
8. Khan S. Dynamics of Pakistan-Turkey Relations // *Pakistan Review of Social Sciences (PRSS)*. 2020. V. 1. №. 2. P. 14-24.
9. Ogilvie- White T. Is there a Theory of Nuclear Proliferation? An Analysis of the Contemporary Debate // *The Nonproliferation Review*. 1996. V. 4. №. 1. P. 43-60.
10. Patnaik P. The Modi Years // *Guardian (Sydney)*. 2019. №. 1897. P. 6-7.
11. Power C. The Politics of Energy in Turkey // *The Oxford Handbook of Turkish Politics*. 2022. №. 1. P. 225-227.
12. Rerzaei Pishrobat S., Ghoreisi F. Turkey Nuclear Activities: from Possibility to Refrain towards Military Dimensions // *Research Letter of International Relations*. 2022. V. 14. №. 4. V. 61-82.
13. Sadovskij A.A. Predstavlenie rezhima nerasprostraneniya na osnove principov obshchej teorii sistem i sistemnogo analiza // *Mezhdunarodnye otnosheniya v NH—HHI vv.* 2013. №. 1. S. 315-319.
14. Smith R.K. Explaining the Non-Proliferation Regime: Anomalies for Contemporary International Relations Theory // *International Organization*. 1987. V. 41. №. 2. P. 253-281.
15. Taspinar Ö. The Rise of Turkish Gaullism: Getting Turkish-American Relations Right // *Insight Turkey*. 2011. V. 13. №. 1. P. 11-12.
16. Türksoy E. Government Intervention in the Space Sector: Policy Recommendations for Turkey // *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 2020. V. 42. №. 2. P. 265-282.
17. Udum Ş. Arms Control in Europe and Extended Deterrence: A View from Turkey // *Arms Control and Europe*. 2022. №. 1. P. 99-107.

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Миргород Денис Александрович – канд. полит. наук, доцент, старший научный сотрудник НОЦ «Международные политические исследования Большого Средиземноморья» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» в г. Севастополь, тел.: 8-962-490-05-12, E-mail: dennismirgorod@gmail.com

Mirgorod Denis Aleksandrovich – PhD in Political Science, Associate Professor, Senior Researcher, REC "International Political Studies of the Greater Mediterranean", Sevastopol State University in Sevastopol, tel.: 8-962-490-05-12, E-mail: dennismirgorod@gmail.com

Дата поступления в редакцию: 07.10.2022

После рецензирования: 22.11.2022□

Дата принятия к публикации: 03.12.2022

И.М. Сампиев [I.M.Sampiev]1

УДК 327
DOI: 10.37493/2307-910X.2022.4.15

**К ПРОБЛЕМЕ ПОЛИТИКО-ПРАВОВОЙ
РЕГЛАМЕНТАЦИИ
СЕЦЕССИОННОГО КОНФЛИКТА**

**ON THE PROBLEM OF POLITICAL AND
LEGAL**

Аннотация

Статья посвящена проблеме политико-правовой регламентации сецессионного конфликта. Актуальность темы обусловлена тем, что сецессионные конфликты используются как инструмент в процессах борьбы за сохранение/разрушение послевоенного мирового порядка. Дан сравнительный анализ имеющихся предложений по критериям законности требований о самоопределении. Сделан вывод о том, необходимо ввести самоопределение народов в конституционные рамки, т.е. срочно разработать стандарты и процессуальные нормы конституционного самоопределения, с включением их в систему международного права и имплементацией в национальное право государств – членов ООН.

Ключевые слова: сецессия, сепаратизм, энотизис, конфликты, международное право, геополитика, интересы, конституционное самоопределение

Abstract

The article is devoted to the problem of political and legal regulation of the secession conflict. The relevance of the topic is due to the fact that secession conflicts are used as a tool in the processes of struggle for the preservation/destruction of the post-war world order. A comparative analysis of the available proposals on the criteria of law-news requirements for self-determination is given. It is concluded that in order to avoid unjustified victims and suffering of people, it is necessary to introduce the self-determination of peoples within the constitutional framework, i.e. urgently develop standards and procedural norms of constitutional self-determination, with their inclusion in the system of international law and implementation in the national law of the UN member States.

Key words: secession, separatism, enosis, conflicts, international law, geopolitics, interests, constitutional self-determination

Введение

Современная турбулентность международных политических процессов, вследствие разворачивающегося геэкономического противостояния Россия – Запад, начавшаяся трансформация однополярного мирового порядка сопровождаются обострением межгосударственных, внутригосударственных и межнациональных противоречий и конфликтов. В качестве одного из инструментов геополитической борьбы все чаще актуализируется сецессионное движение. Объективным провоцирующим фактором в общем случае выступает этностатусная, этноязыковая или культурная депривация. Конфликтные взаимоотношения между регионом суверенного государства, стремящимся к геополитическому, правовому, экономическому или этнонациональному обособлению, реализуемому в порядке сецессии, энотизиса, ирредентизма или политической автономизации, и центральными властями государства, стремящимися сохранить суверенитет государства, обеспечить единство и целостность его территории, широко распространены в различных регионах мира и включаются в сложные процессы геополитической борьбы за сохранение/разрушение послевоенного мирового порядка. Сецессионные процессы зачастую сопровождаются кровавыми вооруженными конфликтами, этническими чистками, большим

числом беженцев и разрушений. В связи с этим актуальной задачей становится выработка конвенциональных способов профилактики и ненасильственного разрешения сецессионных конфликтов, их политико-правовой регламентации. Данная статья имеет целью рассмотреть рамочные условия и принципы такой регламентации.

Материалы и методы исследования. В статье осуществляется политико-правовой анализ существующих положений международно-правовых актов, касающихся самоопределения народов. Субъект-объектный анализ позволяет выявить основных субъектов в развитии сецессионного конфликта в современных условиях (чаще всего это национальные элиты, заинтересованные государства и международные организации). Дается сравнительный анализ имеющихся предложений по критериям законности требований о самоопределении и введению сецессионных процессов в конституционно-правовое русло

Результаты и обсуждение. Сецессия с т.з. внутреннего законодательства большинства государств рассматривается как сепаратизм. Американский политолог Д. Горовиц определяет сепаратизм как выход группы и ее территории из-под юрисдикции более крупного государства, частью которого она является, и отличает его от ирредентизма - стремления к присоединению этнически родственного населения и населяемой им территории к «этнически близкому» государству [1, с.147]. Провоцирующим фактором в общем случае выступает этностатусная депривация. Особенно, как отмечает Е. Вятр, случай условной депривации, поскольку в подобных ситуациях в группах, чьи запросы особенно сильно возросли по сравнению с возможностями их удовлетворения, появляется отчетливая тенденция к агрессивному модусу действий, направленному против политической системы или этнической (социальной) группы, которую считают виновницей депривации [2, с.308].

По мнению Д.В. Ткаченко, сепаратизм представляет собой социально-политический феномен, порождаемый конфликтными взаимоотношениями между регионом суверенного государства, стремящимся к геополитическому, правовому, экономическому или этнонациональному обособлению, реализуемому в порядке сецессии, ирредентизма или политической автономизации, и центральными властями государства, стремящимися сохранить суверенитет государства, обеспечить единство и целостность его территории [3, с.7-8]. Часто этнический сепаратизм проявляется как этнотерриториальный конфликт, в основе которого лежит стремление этнической группы выделиться из общего государства, воспринимаемого её представителями как государственное образование другой этнической группы. В.А. Авксентьев выделяет три основные формы сепаратизма: 1) сецессия, что подразумевает под собой выход из состава единого государства и создание собственного независимого национального государства; 2) ирредентизм - отделение от одного государства с целью присоединиться другому; 3) энзис - отделение от государства с целью присоединения к государству с одноэтническим населением [4, с.120].

Ведущая роль в развитии сецессионного конфликта чаще всего принадлежит элитам и международному сообществу, так как их решения являются определяющими для развития событий на четырех его главных стадиях: актуализация этнической идентичности; этническая мобилизация; институционализация конфликта; легитимация мировым сообществом разрешения конфликта путем сецессии. Так, в определенные моменты (например, неравномерное экономическое развитие различных территорий и другие факторы / события, ведущие к осложнению социально-политического взаимодействия) элита актуализирует латентную идентичность. На смену интегративной (общенациональной) идентичности приходит партикуляристская (конфессиональная, этническая, расовая и т.п.).[5].

Затем следует этап консолидации и активной мобилизации народных масс и доступных ресурсов. Сецессия как процесс представляет собой борьбу периферийных элит с центральными элитами за повышение собственного статуса посредством суверенизации того или иного вида социальной общности, чаще всего этноса. Несомненно, что динамика данного процесса во многом предопределяется тем, насколько сильны притязания на власть новых элит, выросших в рамках старых структур [6]. Представителей новой элиты не

подпускают к процессу принятия решений, поэтому они вынуждены облекать свои притязания на власть в форму национально-этнических или конфессиональных интересов. Этническая мобилизация, в первую очередь, оказывается мощным фактором и инструментом в борьбе за политическую власть [7]. Под этнической мобилизацией понимается «процесс, посредством которого группа, принадлежащая к одной этнической категории, в борьбе за политическую власть и лидерство с членами другой / других этнических групп или государством манипулирует этническими обычаями, ценностями, мифами и символами в политических целях, используя их как главный ресурс во имя обретения общей идентичности и политической/государственной организации группы» [8, с.61].

Неопределённость, связанная с наличием различных точек зрения на понятие «нация», породила противоречие между статьями 1 и 6 «Декларации о предоставлении независимости колониальным странам и народам», принятой Генеральной Ассамблеей ООН в 1960 г. Статья 1. констатирует следующее: «Все народы имеют право на самоопределение; в силу этого права они свободны определять свой политический статус и свободны осуществлять своё экономическое, социальное и культурное развитие...» Статья 6.: «Любая попытка, направленная на частичное или полное нарушение национального единства или территориальной целостности страны, является несовместимой с целями и принципами Устава Организации Объединённых Наций» [9].

Упомянутая Декларация, по мнению Ф. Паркинсона, уже с самого начала имела противоречие, которое превратилась в анахронизм, что повлекло за собой возникновение неразрешимых противоречий между принципами самоопределения и территориальной целостности [10, с.115]. Тезис об этом противоречии весьма распространён среди отечественных правоведов и политологов. Однако противоречие это мнимое: международное право говорит о недопустимости агрессии, а нарушение территориальной целостности самим населением является внутренним делом государства и не относится к сфере международного права. Кроме того, отрывочные ссылки на Заключительный Акт хельсинкского совещания по безопасности и сотрудничеству в Европе 1975 года, которыми постулируется принцип нерушимости границ и территориальной целостности: «Государства-участники будут уважать территориальную целостность каждого из государств-участников. В соответствии с этим они будут воздерживаться от любых действий, несовместимых с целями и принципами Устава Организации Объединённых Наций, против территориальной целостности, политической независимости или единства любого государства-участника и, в частности, от любых таких действий, представляющих собой применение силы или угрозу силой» [11, с.580], не вполне корректны.

Во-первых, в Заключительном акте право на самоопределение безоговорочно признается за всеми народами и говорится: «Исходя из принципа равноправия и права народов распоряжаться своей судьбой, все народы всегда имеют право в условиях полной свободы определять, когда и как они желают, свой внутренний и внешний политический статус без вмешательства извне и осуществлять по своему усмотрению свое политическое, экономическое, социальное и культурное развитие». Во-вторых, принцип самоопределения народов декларируется как предпосылочный для принципа территориальной целостности. Всемирная конференция по правам человека в Вене 1993 года специально отметила, что отказ в праве народов на самоопределение считается нарушением прав человека [12, с.343] и что «вышесказанное не должно истолковываться как разрешение или поощрение любых действий, нарушающих или подрывающих, полностью или частично, территориальную целостность или политическое единство суверенных и независимых государств, которые соблюдают принцип равноправия и самоопределения народов и в силу этого имеют правительства, представляющие интересы всего народа на их территории без каких-либо различий» [13, с.521, 540]. Т.о., только соблюдающие принцип равноправия и самоопределения народов государства могут рассчитывать на международно-правовую поддержку своей территориальной целостности и нерушимость границ. Как отмечает проф. Ю. Г. Барсегов, «соответствие фактического территориального владения государства праву

наций на самоопределение дает ему юридический титул, право на владение и распоряжение территорией» [14, с.10].

Разница между отношением государства и народа к территории в том, что для коренного народа его историческая территория есть его достояние, на которое он имеет право. Государство же может только властвовать в пределах данной территории, фактически владеть ею, но правом на нее не обладает, что верно как для многонационального, так и для мононационального государства. Что касается проблемы «территориального status-quo», то с учетом вышеизложенного ясно, что «во всех случаях коллизии прежних правовых титулов с правом нации на самоопределение юридическая сила признается за последним. В обоснование своих территориальных прав государство может опираться на старинный правовой титул лишь в той мере, в какой он не противоречит праву наций на самоопределение» [14, с.122].

В Африканской хартии прав человека, вступившей в силу в 1986 году, указывается, что все народы имеют неоспоримое и неотъемлемое право на самоопределение и определение своего политического статуса, а «колонизированные или угнетаемые народы имеют право освободиться от уз господства путем любых средств, признанных международным сообществом» [15, с.69]. Проф. Л. Моджорян указывает, что в тех случаях, когда государство, в состав которого нация входит или от которого она зависит, не только не удовлетворяет требования нации на признание ее права на самоопределение, но и препятствует реализации этого права, прибегая к военному подавлению нации и насильственному навязыванию ей своего господства, внутренний вопрос перерастает в вопрос международного характера, угрожающий миру и безопасности и требующий поэтому вмешательства международной организации, деятельность которой является одной из форм коллективной самопомощи государств и наций в деле поддержания всеобщего мира [11, с.282]. Такая трактовка прав народа на самоопределение была подтверждена Всемирной конференцией по правам человека в июне 1993 года, причем в контексте основных прав человека [16].

Вслед за деколонизацией, которая декларировалась и проводилась на основе принципа равноправия и самоопределения народов, но в большинстве случаев самоопределением не являлось, новый импульс получает тенденции этнического сепаратизма с претензиями на независимость [17]. Движения указанных народов за национальное освобождение имели место и ранее, однако в обозначенный период они обрели новые политико-правовые основания. Международное право подразумевало, что сецессия может быть легализована на основании взаимного согласия (например, сецессия Бангладеша из Пакистана, Сингапура из Малайзии, Словакии из ЧССР). Односторонняя сецессия (например, Тайвань из Китая, Чечня из России, Абхазия и Южная Осетия из Грузии, Приднестровье из Молдовы) в международном праве не признавалась. Однако нынешние реалии иные: одностороннее признание Косово странами Запада, а затем Южной Осетии и Абхазии со стороны России привели к расшатыванию принципа взаимного согласия на отделение территории.

Нельзя не согласиться с логичностью утверждения К.С. Гаджиева: «Если бы все существующие в современном мире нации, народы, этносы претендовали на создание собственных независимых государств и пытались бы реализовать эти претензии, неустойчивость миропорядка многократно усилилась и само существование многих государств было бы поставлено под вопрос» [18, с.226]. Понимая практическую нереализуемость подхода «один народ - одно государство» в условиях полиэтничности населения большинства государств, а также неспособность многих этнических общностей к самостоятельному государственному существованию, международное сообщество в лице ООН и ряда других организаций попыталось создать правовые ограничения на пути сепаратизма. Признавая право наций и народов на самоопределение, ведущие международные институты в принципе выступали против реализации его в форме отделения, дабы не поощрять сепаратистские устремления [19].

Вместе с тем, объективный анализ развития мирового сообщества выявляет очевидные тенденции к стремлению народов к независимости и выявляет нарастание политической институционализации права народов на самоопределение. Так, при создании ООН в 1945 г. в ней было представлено 51 государство, в настоящее время – 191. Кроме того, в мире существует несколько десятков непризнанных государственных образований, существующих *de facto*, квазигосударств и т.н. потенциальных государств. Не менее трети современных суверенных государств находятся под давлением повстанческих движений, диссидентских групп, правительств в изгнании. М. Мандельбаум констатировал в этой связи, что «священность существующих суверенных границ уже не принимается мировым сообществом полностью» [20, с.19]. Современные многосоставные государства обречены на столкновение с растущими проблемами сепаратизма. По убеждению некоторых аналитиков, через четверть века на Земле будет существовать уже до 500 государств [21, с.226].

В этой связи принцип равноправия и самоопределения народов получает новую, чрезвычайно важную для мирного сосуществования функцию правовой и политической регламентации этих процессов. С одной стороны, принцип равноправия и самоопределения дает народам достаточно широкие возможности для самоопределения без сепаратизма - через предоставление различных видов автономии, гарантий прав коренных и ведущих племенной образ жизни народов, через представительство в правительственных структурах, федерализацию и т.д. Осознание ненормальности того факта, что многочисленные народы, не имеющих национальной государственности, не имеют своего «голоса» на международной арене, привело к созданию в 1991 году Организации Непредставленных Народов и Наций (ОННН или UNPO).

Проблема в том что, как правило, движение за сецессию рассчитано на поддержку извне, прежде всего, со стороны государств, заинтересованных в изменении баланса геополитических сил в регионе, со стороны народов, близких в этническом, культурном или религиозном отношениях. Группа также ищет (или уже имеет) «старшего брата» за рубежом, чья политика может колебаться от нейтралитета до секретной или даже открытой экономической и военной помощи. Кроме того, группа борется за стабилизацию экономических, политических и оборонных контактов с третьими странами или с международными организациями [22]. При этом, отношение к этим процессам со стороны разных геополитических акторов может быть прямо противоположным.

Международное вмешательство далеко не всегда оказывается позитивным, ибо его участники тоже имеют собственные, зачастую эгоистические интересы. Детерминизм в этот процесс, как правило, вносят большие державы, когда они в том или ином виде подключаются к конфликту и пытаются использовать его в своих интересах. Поэтому поспешная приватизация конфликта внешними акторами - это тупиковая и опасная стратегия. Тем не менее, в практике урегулирования сецессионных конфликтов преобладают геополитические интересы и двойные стандарты, являющиеся инструментом политического влияния. Например, присвоив себе роль борца за демократические права народы, США и некоторые высокоразвитые государства Запада в своей практической политике игнорируют закрепленные в Уставе ООН и других международных документах демократические гарантии этих прав. Очевидно, что единственным источником «логики» их действий становятся не правовые основания, а собственные соображения с сугубо политическим подтекстом [23, с.49].

Желание ослабить соперника или потенциального противника всегда берет верх над соображениями идеологическими (н-р, неприятие т.н. «исламского» экстремизма). Именно так произошло с поддержкой отдельными странами чеченского сепаратизма, ибо это означало возможность поддержания для западного мира ослабшего было внешнего «образа врага» и начало геополитически полезного с точки зрения западных геостратегов второго раунда дезинтеграции территории бывшего СССР за счет новой «мини-империи» России [24].

Агрессия США и их союзников по НАТО против Югославии под предлогом предотвращения геноцида албанцев в Косово, причем без согласия на это Совета Безопасности ООН, показала, насколько далеко принцип «гуманитарной интервенции» может завести мировое сообщество в подрыве созданных после второй мировой войны основ международной безопасности. Возникшая в этой связи коллизия отражала новое противоречие в развитии человечества – между всевозрастающей взаимозависимостью, глобализацией определенных сфер жизни народов, с одной стороны, и сохранением за национальным государством суверенитета и, соответственно, роли главного национального представителя и субъекта в международных отношениях. Этот прецедент имел следствием то, что в 2008 году Российская Федерация подхватила доктрину «гуманитарного вмешательства» и признала независимость Южной Осетии и Абхазии.

Опыт чеченского сепаратистского движения, активизация самоопределенческих процессов в посткоммунистической Европе и на территории бывшего СССР, казалось бы, должна была привести к активной выработке международным сообществом и учеными определенных процессуальных механизмов, общепризнанных правовых процедур, правил и политических схем введения сецессионных процессов в политико-правовое русло, исключения кровопролития и межэтнических войн и геноцида, чему весь мир был свидетелем в бывшей Югославии. Но на самом деле, с учетом их актуальности, таких теоретических разработок весьма мало. Н-р, в 1989 году, в условиях начавшегося процесса суверенизации союзных республик, А. Зубов и А. Салмин предприняли попытку разработки механизма реализации права на отделение: «проводится референдум и, если квалифицированное большинство избирателей высказывалось за отделение, в соответствующем районе вводится на несколько лет режим управления из центра. Если за указанное время изменения общественного мнения не произошло и повторный референдум демонстрирует волю к отделению, территория подлежит отделению при условии, что право на самоопределение сохраняют и проживающие здесь меньшинства, если они не желают следовать за основным народом» [25, с.32]. Однако политики не прислушались к рекомендациям ученых, а попытка заключения нового Союзного Договора, по сути, на основе принципа равноправия и самоопределения народов, была сорвана выступлением ГКЧП и последовавшим распадом Советского Союза.

Одним из немногих фундаментальных обращений к данной проблеме в рамках политической философии стала монография А. Бьюкенена «Сецессия. Право на отделение, права человека и территориальная целостность государства». Обосновывая практическую потребность в теории сецессии, А. Бьюкенен рассматривает моральные аргументы «за» и «против» сецессии и подробно, хотя и недостаточно четко, описывает принципы конституционной теории сецессии и ее политико-правовые условия [26, с.167-185].

Достаточно обоснованную и реалистичную схему реализации права на самоопределение предложил проф. Д.В. Доленко. По его мнению, условия реализации права на самоопределение должны предполагать: 1. возвращение беженцев и участие в голосовании (референдуме) всех постоянно проживающих на данной территории граждан; 2. признание права на самоопределение меньшинства, включая его права на отделение; 3. проведение референдума под международным контролем; 4. установление определенного переходного периода, в ходе которого должны быть урегулированы все правовые вопросы, связанные с разделом собственности, гражданством, границами и т. д. [27, с.151].

Среди немногих работ, посвященных определению критериев законности требований о самоопределении, необходимо отметить книгу Г.В. Старовойтовой «Национальное самоопределение: подходы и изучение случаев». Г.В. Старовойтова выделяет следующие критерии законности требований о самоопределении: 1. Невыносимость существования; 2. «Историческое право»; 3. Этнический состав населения; 4. Народное волеизъявление; 5. Ответственность за последствия [28, с.109-119].

Выше изложенные положения могли бы стать основой для формулирования конституционно-правовых критериев и условий разрешения сецессионных конфликтов в современных условиях.

Выводы. Опыт институализации сецессии в Грузии, бывшей Югославии и других регионах, мировые тенденции в этом вопросе приводит нас к выводу, что в современных условиях должны быть предложены определенные политико-правовые правила и процедуры самоопределения в сецессионной форме, коль скоро дальнейшее совместное проживание в полиэтничном государстве оказалось невозможным. Установление конституционных процедур сецессии в таких ситуациях представляется более разумной альтернативой внутригосударственной войны с многотысячными жертвами. Признание независимости Косов, а затем Южной Осетии и Абхазии, под предлогом спасения этнической группы от геноцида резко усилило узаконивание в международной практике доктрины «гуманитарного вмешательства», в существенной мере ограничивающей понятие суверенитета государств и подрывающей основы существующего международного порядка. С учетом обострения геополитического противоборства за сохранение/разрушение послевоенного мирового порядка, провоцирующего нарастание сецессионных конфликтов во всем мире, во избежание ничем не оправданных жертв и страданий миллионов людей, необходимо ввести самоопределение народов в конституционные рамки, т.е. срочно разработать стандарты и процессуальные нормы конституционного самоопределения, с последующим включением их в систему международного права и имплементацией в национальное право государств – членов ООН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горовиц Д. Ирредентизм, сепаратизм и самоопределение // Национальная политика в Российской Федерации. М., 1993. С.145-164.
2. Вятр Е. Социология политических отношений. М.: Прогресс, 1979. 463с.
3. Ткаченко, Денис Владимирович. Юридические механизмы противодействия сепаратизму в современной России: автореферат дис. ... кандидата юридических наук: 23.00.02 / Ткаченко Денис Владимирович; [Место защиты: Рост. юрид. ин-т МВД РФ]. - Ростов-на-Дону, 2007. - 28 с.
4. Авксентьев В.А. Этническая конфликтология. Часть 2. Ставрополь: СГУ, 1996. 153с.
5. Тишков В.А. Этничность и власть в СССР (этнополитический анализ республиканских органов власти) // СЭ. 1991. № 3. С.3-18.
6. Тулушева И. В. Региональные субъекты власти в системе этнополитических отношений: дисс. ... канд. полит. наук. Саратов, 2006. 21с.
7. Brass P.R. Ethnicity and Nationalism: Theory and Comparison. Newbery Parc, CA: Sage Publications, 1985. 358p.
8. Ачкасов В.А., Бабаев С.А. «Мобилизованная этничность»: этническое измерение политической культуры современной России. СПб., 2000. 144с.
9. Резолюция ООН № 1514 (XV), декабрь 1960 г.
10. Рыбаков С.Е. Этнический фактор безопасности многонационального государства: Дис. ... канд. юрид. наук. М.: Академия ФСБ России, 1998. 175с.
11. Сборник действующих договоров, соглашений и конвенций, заключенных СССР с иностранными государствами. Вып. XXXI. М., 1977. 592с.
12. Российский ежегодник международного права 1993 – 1994. Санкт-Петербург, 1995. 376с.
13. Международное публичное право: Сборник документов. Т. 1. М.: БЕК, 1996. 570с.
14. Барсегов Ю.Г. Территория в международном праве: Юридическая природа территориального верховенства и правовые основания распоряжения территорией. М.: Госюриздат, 1958. 271с.

15. Права и свободы народов в современных источниках международного права (сборник документов) / Сост. и перев. Проф. Р.А. Тузмухамедов. Казань: Книжный Дом, 1995. 231с.
16. Моджорян Л.А. Основные права и обязанности субъектов международного права // Советский ежегодник международного права. 1958. М.: Изд-во АН СССР. 1959. С.277-295.
17. <http://www.politnauka.org/library/territor/biryukov1.php>
18. Гаджиев К. С. Геополитические горизонты России: контуры нового миропорядка. М.: Экономика, 2007. 750с.
19. <http://www.politnauka.org/library/territor/biryukov1.php>
20. Mandelbaum M. The Future of Nationalism // The National Interest. Fall 1999, p.17-26.
21. Дельмаев Х.А. Россия и национальный вопрос / Постзападная цивилизация. Либерализм: прошлое, настоящее, будущее. М.: Новый фактор; Минувшее. 2002. 439с.
22. Никитина Ю.А. Урегулирование «замороженных» региональных кризисов / <http://www.ifpc.ru/index.php?cat=216>
23. Лебедева М.М. Межэтнические конфликты на рубеже веков (методологический аспект) // Мировая экономика и международные отношения. 2000. № 5. С.31-39.
24. Маркедонов С. «Путь Косово» ведет в ловушку // Московские новости. № 11, 31.03. – 06.04.2006.
25. Зубов А.Б. От конфликта к консенсусу / А.Б. Зубов, А.М. Салмин. // Новое время. - 1989. - декабрь. С30-32.
26. Бьюкенен А. Сецессия. Право на отделение, права человека и территориальная целостность государства. М.: Изд-во «Рудомино», 2001. 239с.
27. Доленко, Д. В. Политико-территориальная организация общества в условиях трансформации / Вузовская наука начала XXI века: гуманитарный вектор. Екатеринбург: Из-во УрГУ. 2002. 195с. С.150-155.
28. Старовойтова Г.В. Национальное самоопределение: подходы и изучение случаев. СПб., 1999. 206с.

REFERENCES

1. Gorovic D. Irredentizm, separatizm i samoopredelenie // Nacional'naya politika v Rossijskoj Federacii. М., 1993. S.145-164.
2. Vyatr E. Sociologiya politicheskikh otnoshenij. М.:Progress, 1979. 463s.
3. Tkachenko, Denis Vladimirovich. YUridicheskie mekhanizmy protivodejstviya separatizmu v sovremennoj Rossii: avtoreferat dis. ... kandidata yuridicheskikh nauk: 23.00.02 / Tkachenko Denis Vladimirovich; [Mesto zashchity: Rost. yurid. in-t MVD RF]. - Rostov-na-Donu, 2007. - 28 s.
4. Avksent'ev V.A. Etnicheskaya konfliktologiya. CHast' 2. Stavropol': SGU, 1996. 153s.
5. Tishkov V.A. Etnichnost' i vlast' v SSSR (etnopoliticheskij analiz respublikanskih organov vlasti) // SE. 1991. № 3. S.3-18.
6. Tulusheva I. V. Regional'nye sub"ekty vlasti v sisteme etnopoliticheskikh otnoshenij: diss. ... kand. polit. nauk. Saratov, 2006. 21s.
- Brass P.R. Ethnicity and Nationalism: Theory and Comparison. Newbery Parc, CA: Sage Publications, 1985. 358p.
7. Achkasov V.A., Babaev S.A. «Mobilizovannaya etnichnost'»: etnicheskoe izmere-nie politicheskoy kul'tury sovremennoj Rossii. SPb., 2000. 144s.
8. Rezolyuciya OON № 1514 (XV), dekabr' 1960 g.
9. Rybakov S.E. Etnicheskij faktor bezopasnosti mnogonacional'nogo gosudarstva: Dis. ... kand. yurid. nauk. М.: Akademiya FSB Rossii, 1998. 175s.

10. Sbornik dejstvuyushchih dogovorov, soglashenij i konvencij, zaklyuchennyh SSSR s inostrannymi gosudarstvami. Vyp. XXXI. M., 1977. 592s.
11. Rossijskij ezhegodnik mezhdunarodnogo prava 1993 – 1994. Sankt-Peterburg, 1995. 376s.
12. Mezhdunarodnoe publichnoe pravo: Sbornik dokumentov. T. 1. M.: BEK, 1996. 570s.
13. Barsegov YU.G. Territoriya v mezhdunarodnom prave: YUridicheskaya priroda territorial'nogo verhovenstva i pravovye osnovaniya rasporyazheniya territoriej. M.: Gos-yurizdat, 1958. 271s.
14. Prava i svobody narodov v sovremennyh istochnikah mezhdunarodnogo prava (sbornik dokumentov) / Sost. i perev. Prof. R.A. Tuzmuhamedov. Kazan': Knizhnyj Dom, 1995. 231s.
15. Modzhoryan L.A. Osnovnye prava i obyazannosti sub"ektov mezhdunarodnogo prava // Sovetskij ezhegodnik mezhdunarodnogo prava. 1958. M.: Izd-vo AN SSSR. 1959. S.277-295.
17. <http://www.politnauka.org/library/territor/biryukov1.php>
18. Gadzhiev K. S. Geopoliticheskie gorizonty Rossii: kontury novogo miro-po-ryadka. M.: Ekonomika, 2007. 750s.
19. <http://www.politnauka.org/library/territor/biryukov1.php>
20. Mandelbaum M. The Future of Nationalism // The National Interest. Fall 1999, r.17-26.
21. Del'maev H.A. Rossiya i nacional'nyj vopros / Postzapadnaya civilizaciya. Liberalizm: proshloe, nastoyashchee, budushchee. M.: Novyj faktor; Minuvshee. 2002. 439s.
22. Nikitina YU.A. Uregulirovanie «zamorozhennyh» regional'nyh krizisov / <http://www.ifpc.ru/index.php?cat=216>
23. Lebedeva M.M. Mezhetnicheskie konflikty na rubezhe vekov (metodologicheskij aspekt) // Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya. 2000. № 5. S.31-39.
24. Markedonov S. «Put' Kosovo» vedet v lovushku // Moskovskie novosti. № 11, 31.03. – 06.04.2006.
25. Zubov A.B. Ot konflikta k konsensusu / A.B. Zubov, A.M. Salmin. // Novoe vremya. - 1989. - dekabr'. S30-32.
26. B'yukenen A. Secessiya. Pravo na otdelenie, prava cheloveka i territorial'naya celostnost' gosudarstva. M.: Izd-vo «Rudomino», 2001. 239s.
27. Dolenko, D. V. Politiko-territorial'naya organizaciya obshchestva v usloviyah transformacii / Vuzovskaya nauka nachala XXI veka: gumanitarnyj vektor. Ekaterinburg: Iz-vo UrGu. 2002. 195s. S.150-155.
28. Starovojtova G.V. Nacional'noe samoopredelenie: podhody i izuchenie sluchaev. SPb., 1999. 206s.

ОБ АВТОРЕ / ABOUT THE AUTHOR

Сампиев Исрапил Магомедович, (доктор политических наук, профессор, заведующий кафедрой социологии и политологии Ингушского государственного университета, г.Магас), E-mail: israpil@yandex.ru.

Sampiev Israpil Magometovich, D. Polit. Sc., Professor, Head of the Department of Sociology and Political Science at Ingush State University, E-mail: israpil@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию: 07.08.2022

После рецензирования:22.10.2022

Дата принятия к публикации:03.11.2022

Н.Н. Пачина [N.N.Pachina]
Д.Д. Городова [D.D. Gorodova]

УДК: 323.3
DOI:10.37493/2307-910X.2022.4.16

ВЛИЯНИЕ ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ НА ПОЛИТИЧЕСКУЮ СОЦИАЛИЗАЦИЮ МОЛОДЕЖИ

THE IMPACT OF INTERNET-TECHNOLOGIES ON THE POLITICAL SOCIALIZATION OF YOUNG PEOPLE

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение Липецкий государственный технический университет, e-mail: pachina_2017@mail.ru/Federal State Budgetary Institution Lipetsk State Technical University, e-mail: pachina_2017@mail.ru

Аннотация

Интернет используется ежедневно множеством пользователей для различных целей: работа, деловая переписка, личное общение, просмотр новостей, фильмов, прослушивание музыки, оплата счетов, покупки. Синтез интернет-технологий и деятельности человека делают интернет особым социокультурным пространством, функционирующего по законам общества. В век цифровизации особую популярность среди молодежи приобретают социальные сети и мессенджеры. Популярность времяпровождения в социальных сетях имеет как положительные, так и негативные аспекты для политической социализации молодежи. Неограниченное влияние интернет-технологий на молодежь и на процесс ее социализации и политической социализации является проблемой, требующей своего разрешения. Цель статьи - выявить влияние интернет-технологий на политическую социализацию молодежи.

В исследовании проведен теоретический анализ понятия «социализация». Социализацию раскрывают Ф. Гиддингс, Н. Смелзр, У. Бронфенбреннер. В отечественной науке социологии раскрывают И.С. Кон, А.В. Мудрик. На основе определений формулируется авторское понятие «социализация». Анализируется понятие «политическая социализация», на основе анализа дается авторское определение.

Рассматривается интернет-пространство с технической и социокультурной точки зрения, выделяются основные особенности социальных сетей.

Проводится анализ понятия «интернет-технологии» в техническом аспекте и в аспекте влияния на личность. В статье представлены классификации интернет-технологий Д.В. Иванова и Ю.А. Митяевой. На основе трудов А.И. Шевченко дается авторская классификация интернет-технологий. Анализируется понятие «политические технологии», выделяется авторское определение.

В статье представлены способы использования интернет-технологий и приведены примеры их использования. На основе проведенного анализа формулируется конструктивное и деструктивное влияние интернет-технологий на политическую социализацию. Выделяются последствия деструктивного влияния на политическую социализацию молодежи.

Формулируются рекомендации по расширению и дополнению конструктивного влияния интернет-технологий на политическую социализацию молодежи. Рекомендации могут быть использованы политическими партиями и организациями для повышения эффективности процесса политической социализации молодежи.

Ключевые слова: социализация, политическая социализация, интернет-пространство, интернет-технологии, молодежь

Abstract

The Internet is used daily by many users for various purposes: work, business correspondence, personal communication, watching news, movies, listening to music, paying bills, shopping. The synthesis of Internet technologies and human activities make the Internet a special socio-cultural space functioning according to the laws of society. In the age of digitalization, social networks and messengers are becoming especially popular among young people. The popularity of spending time on social networks has both positive and negative aspects for the political socialization of young people. The unlimited influence of Internet technologies on young people and on the process of their socialization and political socialization is a problem that needs to be resolved. The purpose of the article is to identify the impact of Internet technologies on the political socialization of young people.

The study provides a theoretical analysis of the concept of "socialization". Socialization is revealed by F. Giddings, N. Smelezn, W. Bronfenbrenner. In the Russian science of sociology, I.S. Kon, A.V. Mudrik reveal. Based on the definitions, the author's concept of "socialization" is formulated. The concept of "political socialization" is analyzed, the author's definition is given on the basis of the analysis.

The Internet space is considered from a technical and socio-cultural point of view, the main features of social networks are highlighted.

The analysis of the concept of "Internet technologies" in the technical aspect and in the aspect of influence on personality is carried out. The article presents the classifications of Internet technologies by D.V. Ivanov and Yu.A. Mityaeva. Based on the works of A.I. Shevchenko, the author's classification of Internet technologies is given. The concept of "political technologies" is analyzed, the author's definition is highlighted.

The article presents the ways of using Internet technologies and provides examples of their use. Based on the analysis, the constructive and destructive influence of Internet technologies on political socialization is formulated. The consequences of destructive influence on the political socialization of youth are highlighted.

Recommendations are formulated to expand and supplement the constructive influence of Internet technologies on the political socialization of young people. The recommendations can be used by political parties and organizations to increase the effectiveness of the process of political socialization of young people.

Key words: socialization, political socialization, Internet space, Internet technologies, youth.

Интернет-пространство в современном мире является не просто инструментом поиска информации, а интегрировано в сложную систему общества, функционируя по его законам. Цифровизация общественных процессов протекает стремительными темпами. Интернет-технологии применяются практически во всех сферах общественной жизни: в политике, экономике, социологии, образовании. Для молодежи имеет большое значение общение и времяпровождение в социальных сетях, блогах, мессенджерах, а значит, интернет-пространство влияет на процесс социализации и политической социализации.

Актуальность изучения влияния интернет-технологий на политическую социализацию молодежи бесспорна. Социализация молодежи в интернете отличается хаотичностью и бесконтрольностью. Влияние на процесс социализации оказывают публикуемые в интернете события, новости и их обсуждение пользователями. Использование интернет-технологий в политической социализации молодежи может быть положительным инструментом, например, частичный контроль за деятельностью молодых людей, развитие значимых социальных, духовных, политических ценностей, патриотизма, гражданского долга, попытка выстроить систему норм, идеалов и взглядов у молодежи, которые приняты в обществе. Результатом социализации является формирование полноценного члена общества с устойчивым мировоззрением и фундаментальной системой ценностей.

Но зачастую, интернет-технологии являются деструктивным инструментом влияния на политическую социализацию молодежи, что является проблемой, которую необходимо решить. Навязывание негативных убеждений о своей стране, правительстве, событиях, подталкивание к конфликтам на конфессиональной, духовной, национальной, политической почве, пропаганда иррациональных ценностей, отсутствие культуры, формирование

девиантного поведения – распространённые последствия деструктивного влияния интернет-технологий.

Исходя из проблемы исследования сформулируем цель работы: провести анализ интернет-технологий и выявить конструктивное и деструктивное влияние на политическую социализацию молодежи.

Исходя из поставленной цели, можно сформулировать следующие задачи:

1. Провести теоретический анализ понятий «социализация», «политическая социализация», «интернет-пространство», «интернет-технологии», выявить классификационные основания данных понятий.

2. Рассмотреть существующие интернет-технологии, используемые в политических и социальных аспектах в интернет-пространстве.

3. Определить конструктивный и деструктивный потенциал интернет-технологий, обобщить опыт исследований в данном направлении.

4. Сформулировать рекомендации конструктивного использования интернет-технологий для повышения эффективности процесса социализации молодежи в интернет-пространстве.

Проведем теоретический анализ основных понятий исследования. Термин «социализация» использовался еще в Античный период, обозначая становление человека гражданином общества с правами и обязанностями. Понятие «социализация» получило широкое научное использование в конце XIX века, в научный оборот его ввел американский социолог Ф. Гиддингс; в своем труде «Теория социализации» он определяет социализацию как «развитие социальной природы или характера индивида, подготовка человеческого материала к социальной жизни» [1]. Данное определение раскрывает процесс социализации индивида в социальной сфере общества и характерно для социологии ввиду его направленности на реализацию индивида в социальной сфере.

В процессе изучения социализации выявлен междисциплинарный характер данного понятия. Американский психолог У. Бронфенбреннер определяет социализацию как «совокупность всех социальных процессов, благодаря которым индивид усваивает определенную систему норм и ценностей, позволяющих ему функционировать в качестве члена общества» [2]. Определение У. Бронфенбреннера раскрывает социализацию с точки зрения психологии: формирование и усвоение системы норм, ценностей, установок общества, в котором происходит процесс социализации.

Американский социолог Н. Смелзер раскрывает социализацию как «процесс накопления людьми опыта и социальных установок, соответствующих их социальным ролям» [3]. Данное определение трактует социализацию в синтезе аспектов социологии и психологии, выделяя исполнение социальных ролей путем усвоения социального опыта и установок.

В отечественной науке психолог И.С. Кон определяет социализацию как «процесс интеграции индивида в социальную систему, вхождение в социальную среду через овладение её социальными нормами, правилами и ценностями, знаниями, навыками, позволяющими ему успешно функционировать в обществе» [4]. И.С. Кон дает определение, опираясь на психологические аспекты (принятие социальных норм, правил, ценностей, навыков индивида, которые позволят ему успешно реализовать процесс социализации и становления в обществе).

Советский ученый А.В. Мудрик дает следующее понятие социализации: «это процесс развития человека во взаимодействии с окружающим его миром» [5]. Данное понятие является широким, потому как трактует процесс социализации в глобальном смысле становления личности в мире.

Таким образом, проанализировав многообразие понятий «социализация», можно выделить авторское понятие: социализация – это длительный, комплексный процесс включения индивида в систему общества через принятие социальных норм, правил и исполнение социальных ролей. Определение было выведено, опираясь на взятые из

определения понятий «социализация» аспекты: Н. Смелзер (процесс накопления опыта и социальных установок), И.С. Кон (овладение социальными нормами, правилами, ценностями, знаниями, навыками).

А.В. Мудрик выделяет следующие стадии социализации: «стадия детства включает в себя следующие этапы: младенчество (от рождения до 1 года), раннее детство (1-3 года), дошкольное детство (3-6 лет), младший школьный возраст (6-10 лет). Стадия отрочества - младший подростковый возраст (10-12 лет), старший подростковый возраст (12-14 лет). Стадия молодости включает в себя этапы: ранний юношеский возраст (15-17 лет), юношеский (18-23 года) возраст, молодость (23-30 лет). Стадия зрелости включает в себя раннюю зрелость (30-40 лет), позднюю зрелость (40-55 лет), пожилой возраст (55-65 лет). Стадия старости распадается на этапы: старость (65-70 лет), долгожительство (свыше 70 лет)» [5]. Анализ влияния интернет-технологий на политическую социализацию проводится среди молодежи раннего юношеского возраста, потому как на данной стадии происходит анализ и осмысление существующих норм и ценностей общества, развивается критическое мышление и формируется принятие ценностей и норм.

Понятие «политическая социализация» является видом социализации. Политическая социализация представляет собой вовлечение индивида в политическую систему общества. Являясь междисциплинарным термином, политическая социализация имеет множество трактовок.

В словаре «Социальная психология» политическая социализация определяется как «процесс включения индивида в политическую систему» [6]. Данное определение описывает вхождение индивида в политическую систему общества.

В Толковом словаре, посвященном социальным технологиям, политическая социализация понимается как «процесс активного усвоения индивидом идеологических и политических ценностей, норм общества и формирования их в осмысленную политическую установку, которая определяет позиции и поведение индивида в политической системе общества» [7]. Определение толкового словаря раскрывает процесс принятия существующих политических ценностей и норм, в результате усвоения которых, происходит процесс становления личности в политической системе.

В политическом словаре дается следующее определение: «политическая социализация – это процесс усвоения человеком норм, традиций политической культуры, способствующих формированию необходимых качеств и свойств для адаптации к данной политической системе и выполнения в ней определенных функций и ролей» [8]. Данное определение схоже с предыдущим, но делается акцент на формировании качеств и свойств личности, необходимых для успешного процесса политической социализации.

Исходя из многообразия междисциплинарного понятия «политическая социализация», можно сформулировать авторское определение: политическая социализация – это процесс принятия индивидом политических норм, ценностей, культуры посредством интеграции в политическую систему общества. Данное определение было сформулировано на основе определения политического словаря и делает акцент на формировании качеств и свойств личности, необходимых для успешного становления в политической сфере и успешного процесса социализации.

Американский ученый Х. Хаймен выделяет «два этапа политической социализации:

1. Прямой этап: непосредственное приобретение политических знаний и установок;
2. Косвенный этап (латентный): проекция раннего детского опыта и черт непосредственного окружения на формируемые политические установки. Этап прямой социализации включает знакомство с основными политическими идеями и политическими символами. На этапе же прямой социализации индивид обучается основным формам поведения в политической жизни. Этап политизации подразумевает формирование у детей под влиянием оценок родителей, их отношений и реакций первых представлений о мире политики» [9]. Данные этапы политической социализации представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Этапы политической социализации

Американские социологи Д. Истон и Дж. Деннис выделяют первичную и вторичную политическую социализацию. Первичная политическая социализация начинается примерно с 3-5 лет и характеризуется следующим: «начальное восприятие и усвоение политических категорий и единиц, которые служат фундаментом для дальнейшего выбора единиц политических ценностей, установок, традиций, ритуалов» [10].

Вторичная политическая социализация характеризуется процессом активного формирования собственного мнения, установок, выработке и принятии политических ценностей на основе общепринятых, приобретение политического опыта, дополнение и обогащение политических знаний. Также происходит приобщение к политической культуре, усвоение норм и правил политического поведения. Вторичная политическая социализация характеризуется анализом, выработке критического мышления, способность принимать общепринятые ценности и нормы и отвергать иррациональные. Завершающим этапом вторичной политической социализации будет сознательный гражданин с аналитическими способностями и критическим мышлением в области политики.

За основу исследования статьи берется этап вторичной политической социализации в аспекте влияния интернет-технологий.

В связи с индустриализацией и цифровизацией общественных процессов, можно выделить интернет-пространство как инструмент социальных процессов.

Интернет-пространство является особой социокультурной средой, выделившейся в процессе цифровизации общества путем информационно-компьютерных технологий и людей (интернет-пользователей), что наделяет интернет-пространство особыми функциями взаимодействия, коммуникации, досуга, покупок, экономических операций и т.д. Простой и удобный интерфейс социальных сетей, яркие, пестрящие ленты новостей, быстрый обмен файлами и информацией делает интернет-пространство самым популярным средством коммуникации XXI века. Являясь результатом информационных технологий и человеческой деятельности, интернет-пространство конструируется в особую социокультурную среду, существуя и функционируя как по традиционным законам общества, так и по своим собственным.

Всероссийский центр изучения общественного мнения (ВЦИОМ) в 2020 году проводил исследование об использовании интернета российскими жителями: «81% россиян используют интернет. Для 88% россиян интернет является средством коммуникации, позволяющим в Сети общаться с друзьями, знакомыми и родственниками. 83% респондентов отслеживают в интернете региональные, федеральные и мировые новости. 75% россиян являются потребителями развлекательного контента интернета (например, кино, книги или игры). 63% респондентов пользуются интернетом для обучения и самообразования. Активно используют интернет россияне и для совершения банковских переводов (75%), оплаты счетов (68%), государственных услуг (57%), покупки повседневных товаров (24%) и товаров длительного пользования (35%)» [10].

Данные опроса ВЦИОМ представлены в виде диаграммы на рисунке 1, из которых

видно, что интернет-пространство становится не просто источником информации, но практически обособленной средой общества с собственными механизмами, законами, нормами, интегрируя с нормами и механизмами общества.

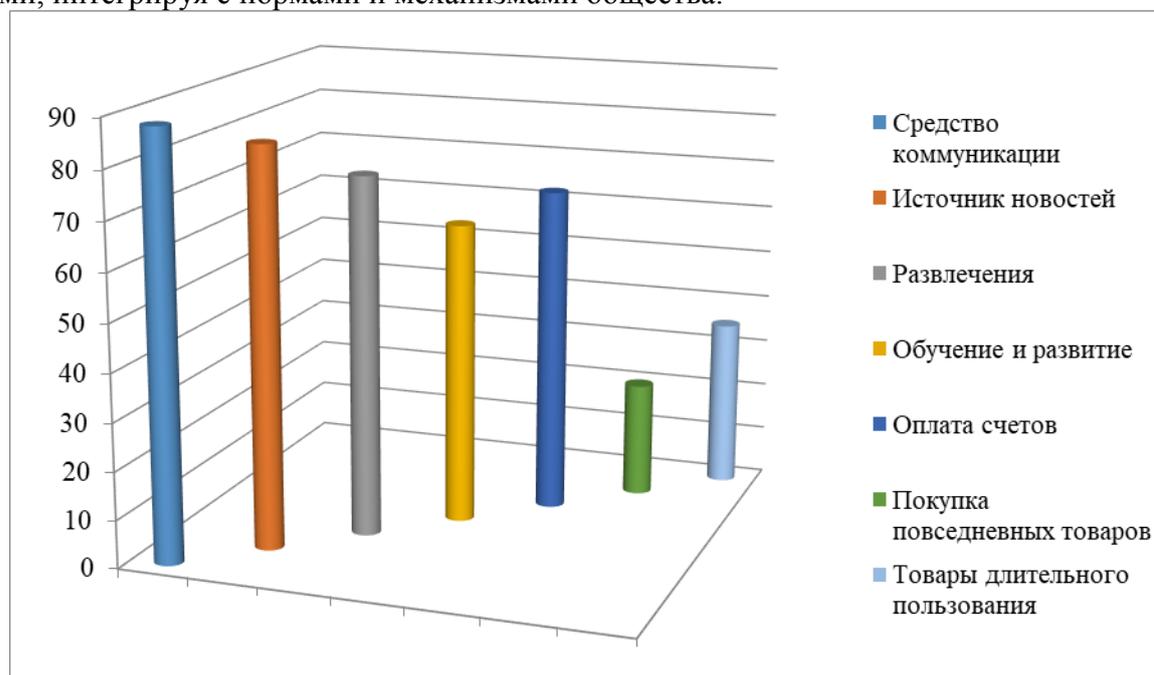


Рисунок 2 – Использование интернета среди россиян в 2020 году.

Стоит рассмотреть техническую составляющую понятий «интернет-пространство» и «интернет-технологии».

В большой российской энциклопедии «интернет (от англ. Internet) – это информационно-коммуникационная сеть и всемирная система объединённых компьютерных сетей для хранения и передачи информации» [11].

С технической точки зрения, «интернет – это гигантская совокупность сетей меньшего масштаба, объединённых общими правилами коммуникации. Эти правила, называемые интернет-протоколами (TCP/IP), позволяют общаться компьютерам, входящим в сети любых типов, использующих любые операционные системы и программы» [12].

Можно сказать, что интернет-пространство – это совокупность механизмов и функций интернета и деятельности людей, которые сформировали цифровую среду, наделённую функциями общества.

Прежде чем анализировать понятие интернет-технология, следует рассмотреть понятие «технология». «Технология происходит от древнегреческого языка «τέχνη искусство, мастерство, умение + λόγος слово; мысль, смысл, понятие», обозначая совокупность методов и инструментов для достижения желаемого результата» [13]. В широком смысле технологию С.И. Некрасов в техническом словаре трактует как «применение научного знания для решения практических задач» [14].

В.А. Каймин трактует интернет-технологии следующим образом: «интернет-технологии – технологии создания и поддержки различных информационных ресурсов в компьютерной сети Интернет: сайтов, блогов, форумов, чатов, электронных библиотек и энциклопедий» [15]. Данное определение описывает интернет-технологии с технической стороны аспекта, фокусируясь на механизмах и инструментах информационных технологий.

На основе анализа данного определения можно сформулировать, что интернет-технология с технической стороны аспекта является информационной технологией создания и работы составляющих интернет-пространства: сайтов, социальных сетей, мессенджеров, электронных ресурсов, почты и т.д.

Интернет-технологии являются различными серверами и технологиями, которые позволяют функционировать интернет-пространству, реализовывая весь цифровой

потенциал. В глобальном смысле к интернет-технологиям можно отнести цифровые механизмы и программное обеспечение, а также сайты, сервисы, форумы, блоги, социальные сети, мессенджеры, электронные почты и т.д.

Можно выделить классификацию интернет-технологий, данную В.А. Кайминым и Б.С. Касаевым:

«1. Сервис. Этот вид интернет-технологий можно разделить на:

- 1) Социальные сети;
- 2) Электронная почта;
- 3) Коммерческие сервисы (торговые интернет-площадки).

2. Информация. Данный вид можно разделить на следующие подвиды:

- 1) Форум;
- 2) Блог;
- 3) Сайт» [16].

Графически классификация представлена на рисунке 2.



Рисунок 3 – Классификация интернет-технологий

Цифровизация процессов общества вызывает кардинальные трансформации всех общественных систем. Рассматривая процесс социализации через призму цифровизации, нельзя не отметить сдвиг традиционных социальных институтов и выделение интернет-пространства в обособленный агент социализации.

На данный момент выделяется онлайн-платформы, созданные для коммуникации, обмена информацией между пользователями, а также развлечений, которые называются социальные сети.

Социальные сети – это «онлайн-платформа, которая используется для общения, знакомств, создания социальных отношений между людьми, которые имеют схожие интересы или офлайн-связи, а также для развлечения (музыка, фильмы) и работы» [17].

Были сформулированы и выделены особенности социальных сетей как развлекательной и коммуникативной платформы:

1. Знакомства, поиск собеседников и друзей по интересам, хобби.

2. Яркий, развлекательный интерфейс социальных сетей

3. Принадлежность к сообществам, группам в социальных сетях. «Лайки», «репосты»

- вид мотивации и способ добиться популярности в интернет-пространстве.

В России среди наиболее популярных социальных сетей можно выделить:

1. «ВКонтакте» – крупнейшая социальная сеть России, отличается быстрой и простой регистрацией, где создается профиль пользователя или страница, где указываются личные данные, вкус, интересы, предпочтения. Помимо сообщений, «вконтакте» выполняет развлекательную функцию: там размещены фильмы, книги, музыка, а также публикуются новости на тематических каналах.

2. Instagram – социальная сеть, которая служит для обмена фотографиями, краткими историями в виде фото или видео. Предполагает обмен сообщениями и публикацию новостей на тематических страницах. Заблокирована на территории России в 2022 году.

3. Youtube – крупный видеохостинг, на котором происходит публикация видеороликов, а также доступно обсуждение под каждым видео.

4. Telegram – сравнительно новый мессенджер, служащий для обмена сообщениями и информацией; имеет новостные и тематические каналы, доступно обсуждение новостей и информации. Данный мессенджер набирает все больше популярности среди молодежи.

5. Tik Tok – популярная сеть, где публикуются короткие видеоролики как развлекательного, так и иного характера, с возможностью обмена роликами, сообщениями, а также комментирования видеороликов.

Логотипы популярных социальных сетей размещены на рисунке 4.

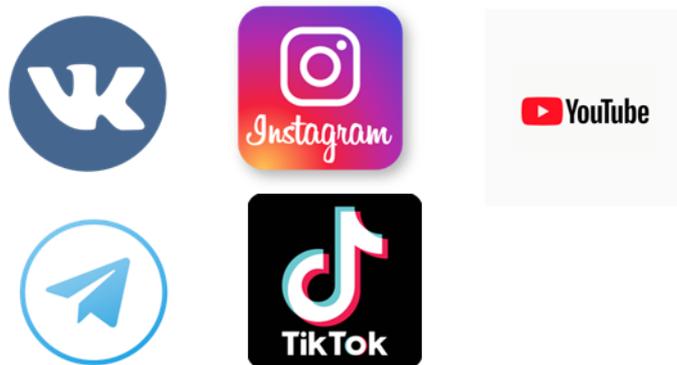


Рисунок 4 – Логотипы популярных социальных сетей в России.

Наиболее популярными объединениями людей по интересам или целям в интернет-пространстве являются интернет-сообщества.

«Интернет-сообщество – это стихийно или целенаправленно созданная, многоуровневая система. Эта система состоит из постоянных пользователей, которые одновременно являются соавторами различных интернет-ресурсов, посредством которых происходит информационный обмен в рамках заданной тематики с условием подчинения ранее установленным правилам, созданным с целью поддержки и развития ресурса» [18].

Современные условия показывают колоссальное влияние интернет-технологий на процесс социализации молодежи. Бесконтрольность, бесчисленное множество информационных потоков, анонимность определенным образом сказываются на процессе социализации молодежи. Для того чтобы традиционные социальные институты социализации могли бы избавиться от стихийности и взять под контроль процесс социализации молодежи в современном обществе, необходимо рассмотреть наиболее распространённые и популярные интернет-технологии, используемые в политической и сфере интернет-пространства.

Политические технологии в интернет-пространстве подразумевают способы реализации власти в интернет-пространстве при помощи интернет-технологий.

Е.Б. Сучков трактует политические технологии как «технологии подготовки и проведения избирательных и политических кампаний, политических проектов, а также технологии партийного строительства» [19]. Данное определение раскрывает политические технологии в выборочных аспектах политического процесса.

М.Г. Анохин определяет политические технологии как «совокупность наиболее целесообразных приемов, способов, процедур осуществления и реализации функций политической системы и политических акторов, направленных на повышение эффективности политического процесса и достижение желаемых результатов в сфере политики» [20]. Он утверждает, что «сфера применения политических технологий лежит, как правило, в плоскости практической деятельности политических субъектов» [20].

Данное определение раскрывает политические технологии в более широком смысле, нежели предыдущее и является практикоориентированным. За основу статьи берется данное определение политических технологий.

Таким образом, можно выделить авторское определение: политические технологии – это инструменты, механизмы и способы реализации политических процессов и решений посредством избирательных и политических кампаний, а также реализация функций политической системы и достижение желаемых целей. Данное определение было сформулировано, путем синтеза и анализа определений Е.Б. Сучкова и М.Г. Анохина.

На основе анализа определений, можно сказать, что политические интернет-технологии – это способы и инструменты информационного влияния в интернет-пространстве с целью реализации политических целей.

С научной точки зрения была выделена первая классификация интернет-технологий в 2000 году Д.В. Ивановым. Он выделяет следующие виды интернет-технологий, используемые в политическом процессе:

1. «Технология создания видимости поддержки политика интернет-аудиторией.
2. Технология демонстрации приобщения политика (политической структуры) к современным технологиям (свидетельствует о прогрессивности политика).
3. Технология трансляции средств массовой информации точки зрения политика посредством сети Интернет.
4. Интернет-технологии как канал коммуникации, не имеющий жестких содержательных, стилистических, форматных и иных традиционных ограничений» [21].

Ю.А. Митяева в технологии формирования имиджа политика выделяет две группы интернет-технологий:

1. «Традиционные, связанные с традиционными коммуникативными и PR технологиями.
2. Социально-политические интернет-технологии, которые выступают в роли комплексных мер и приемов для создания имиджа» [22].

На основе анализа статьи А.И. Шевченко «Политические интернет-технологии в трансформирующемся обществе» [23] была сформулирована классификация политических интернет-технологий в интернет-пространстве:

1. PR-технологии.
2. Избирательные.
3. Манипулирование.
4. Девиантные.

Графических данные технологии размещены на рисунке 6.

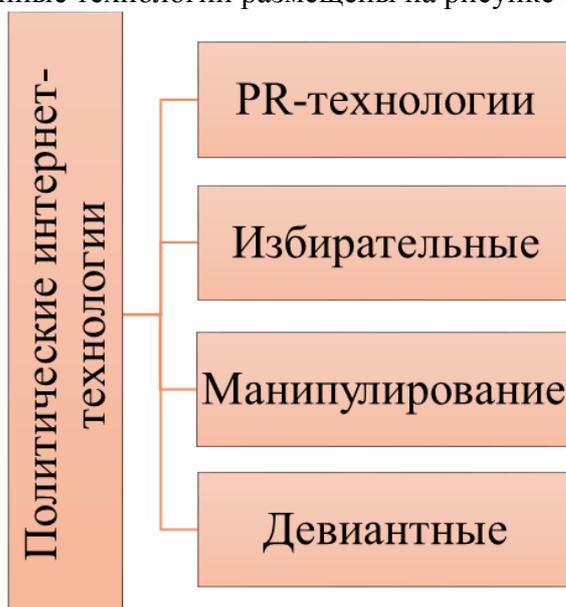


Рисунок 5 – Политические интернет-технологии

Рассмотрим данные технологии более подробно.

Одной из фундаментальных технологий в интернет-пространстве является PR-технологии. Согласно исследованиям А.И. Шевченко, «данные технологии имеют множество видов в зависимости от решаемых целей и задач: обслуживание связей коммуникатора с государственными и общественными организациями (public affairs), создание благоприятного образа личности (image making), построение отношений со СМИ (media relations), управление процессом восприятия аудиторией и сообщениями (message management), работа с кадрами, персоналом информационных центров (employee communications), общественная экспертиза (public involvement), поддержание взаимоотношений с инвесторами (investor relations), проведение презентационных мероприятий: конкурсов, лотерей и др. (special events), управление кризисными ситуациями (crisis management) и т.д.» [23]. Однако, в данной статье будет рассматриваться технология формирования имиджа как наиболее популярная и одна из первых интернет-технологий, используемых в Российском интернет-пространстве.

«Создание имиджа – это сознательное конструирование тех или иных свойств и качеств субъекта, делающих его привлекательным для общественности и позволяющих решить конкретную политическую задачу с его участием (победить на выборах, повысить легитимность власти и т.д.)» [24]. Такое определение дает А.И. Соловьев.

Фундаментом для формирования имиджа политика в интернет-пространстве служит его тип личности в реальной жизни и в политической сфере (борец за правду, борец с коррупцией, освободитель, защитник). Причем, выбранный имидж должен соответствовать тем группам, с которыми взаимодействует политический деятель и поддержку которых рассчитывает получить. Для запуска технологии формирования имиджа используется значимое политическое событие, действие, например, благородное высказывание политика, благородные поступки, положительные аспекты биографии. Главным инструментом формирования имиджа политика в интернет-пространстве является сайт. Первым ярким примером может служить сайт Б. Немцова, созданный в 1999 году с целью повышения имиджа ввиду использования продвинутых технологий. Помимо создания сайта, данное событие послужило формированию имиджа новатора. В 1999 году был создан сайт В.В. Путина, который являлся на тот период премьер-министром Российской Федерации, а также состоялась встреча с представителями популярных интернет-компаний и информационных проектов. Данное мероприятие способствовало повышению имиджа как продвинутого и современного руководителя.

Сайт политического деятеля или политической партии должен четко отображать миссию и имидж в реальности, причем необходимо понимать, для каких групп формируется сайт и публикуемая на нем информация. Преимуществом является то, что информацию можно сформировать для разных групп и использовать разные механизмы передачи информации. Помимо главной концепции сайта, большое внимание уделяется дизайну сайта, оформлению навигации и структуре сайта. Структура сайта является способом передачи информации, а значит, она должна быть простой, понятной аудитории и удобной в использовании. Сайт правительства города Москвы является показательным в публикуемой информации, грамотном и гармоничном дизайне и структуре сайта.

Избирательные технологии в своих исследованиях описывает Т.М. Шварц, говоря о «цифровом неравенстве, порождающее проблему нерепрезентативности результатов интернет-опросов, онлайн-голосований и т.п.» [25]. Онлайн-голосования, опросы в политической сфере являются удобными, понятными и доступными всем пользователям интернет-пространства. Однако, обладание интернет-ресурсами группы лиц или элиты, действующей в собственных интересах может быть использовано в их интересах, например, накрутка голосов, подтасовка результатов опросов. Такие действия являются деструктивными и могут привести к потере доверия общества к власти, а также отразиться на общественном мнении в целом. Подобные технологии в политике также можно отнести к манипулятивным.

Выделить четкую классификацию манипулятивных технологий является достаточно трудной задачей, потому как разграничение интернет-технологий весьма условное. По этому поводу российский ученый в области политического менеджмента Г.В. Пушкарева отмечает, что в «политико-технологическом управлении нередко бывает трудно провести четкую разделительную линию между этически приемлемым и этически осуждаемым поведением. Любое информационное воздействие, – это всегда проникновение внутрь личности и при этом далеко не всегда санкционированное самой личностью» [26].

Под данную классификацию попадают и девиантные интернет-технологии, которые несут в себе цель воздействия на сознание и мировоззрение личности.

Примером подобных технологий может служить манипулирование общественным мнением, основной прием – манипуляции с помощью рейтингов. Возможности фальсификации статистических данных позволяют сделать накрутку голосов, количества посещений сайтов, подтасовку результатов общественных опросов, голосований и многое другое. Примером может служить опрос издания с ссылкой на Левада центр (организация, признанная иноагентом в 2016 г.) в 2012 году о рейтинге доверия россиян к президенту, издание опубликовало рейтинг доверия 49%, в то время как на официальном сайте Левада центр рейтинг доверия равнялся 63% опрошенных. Данная манипуляция данных была сделана с целью подрыва авторитета власти и снижения доверия к президенту.

Другой распространенной манипулятивной интернет-технологией является публикация недостоверной, искаженной или полностью ложной информации. Публикация подобной информации делается с различными мотивами, но целью является повышение уровня тревожности в обществе, нагнетание.

Примером искаженной информации в интернет-пространстве может служить статья «Москвичи едят крыс», которая была размещена на официальном сайте РИА «Новости» в 2017 г. Громкий заголовок сразу же вызвал резонанс среди пользователей интернет-пространства, под заметкой сразу же появилось множество репостов и комментариев. На самом деле, в тексте статьи проводится анализ статьи французского издания «Де Фольксрант», в котором издание рассказывает о московском ресторане, в котором подают нутрий [27]. Кричащий заголовок данной статьи может говорить о том, что целью публикации было манипулирование общественным мнением и поддержание стереотипа о негативном отношении Европы к России.

Примером полностью фальшивой новости может служить информация, размещенная во многих западных СМИ, размещенная в ноябре 2022 года. Иностранные издания говорили о том, что министр иностранных дел РФ Сергей Лавров, прибывший на саммит G20 в Индонезию, болен находится в госпитале. Данная информация быстро выявилась как ложная, сам министр снял видеообращение с просьбой к иностранным СМИ «быть честнее» [28]. Подобная информация публикуется с целью поднятия уровня тревожности и нагнетания в обществе, особенно во время важных политических событий, такими как саммит G20.

Еще одним видом манипуляции является публикация в интернет-пространстве фальшивых фотографий. Например, Дмитрий «Гоблин» Пучков распространил фотографию с саммита «большой двадцатки». Фальшивое фото выглядит так, словно к президенту Российской Федерации В. В. Путину внимательно прислушиваются лидеры США и Турции. На оригинальном снимке Владимира Путина не было – мировые лидеры собрались вокруг пустого кресла [29].

Исходя из проведенного анализа интернет-технологий, используемых в политической сфере, можно обозначить конструктивный и деструктивный потенциал интернет-технологий в политической социализации.

К конструктивным аспектам можно отнести следующие:

1. Информативность, полный доступ актуальной информации и свежих новостей; возможность всегда оставаться в курсе событий, как региона, так и мировых.
2. Возможность принимать участие в онлайн-голосованиях, политических опросах и статистических исследованиях, тем самым ощущая принадлежность к политической сфере и получая политический опыт.

3. Мобильность, демократичность интернет-ресурсов в области политики, возможность формировать и отстаивать собственную точку зрения, а также искать сообщества по интересам.

4. Возможность открытого диалога с властью посредством онлайн-приемных и обращений через официальные сайты властей.

Деструктивный потенциал интернет-технологий в политической социализации может заключаться в следующем:

1. Публикация недостоверной, резонансной информации о политических деятелях, публикация фальшивых новостей и информации о политической сфере.

2. Накрутка опросов или изменение цифр результатов голосований, опросов или статистических данных, выдавая их за официальные результаты.

3. Манипулирование общественным сознанием и поведением интернет-пользователей, навязывание сомнительных идеологий и точки зрения.

4. Отсутствие контроля и анонимность в интернет-пространстве делают процесс политической социализации бесконтрольным и хаотичным, что приводит к деструктивным последствиям в политической социализации личности. К подобным последствиям можно отнести:

а) деформация политических ценностей и политического поведения под воздействием манипуляций;

б) отсутствие политической активности, несформированное гражданско-патриотическое мышление и качества;

в) интернет-зависимость, избегание реальности и как следствие, отсутствие политического опыта;

г) отсутствие навыков в принятии политических решений, отсутствие интереса к политической жизни страны и мира;

д) формирование иррациональной системы политических ценностей под влиянием экстремистских и запрещённых движений в интернет-пространстве.

Для профилактики и предотвращения негативных последствий, можно предложить конструктивное направление использования интернет-технологий. К конструктивным направлениям работы можно отнести:

1. Контроль за достоверностью публикуемой информации, то есть борьба с фальшивыми новостями. В Российской Федерации ведется борьба с фальшивыми новостями на законодательном уровне, предусмотрена административная и уголовная ответственность за распространение фальшивых новостей, а также существуют интернет-объединения, которые проводят анализ и разоблачение фальшивых новостей. Однако существует огромное количество интернет-сообществ, каналов и сайтов, которые публикуют недостоверную или ложную информацию. Человеку не представляется возможным отследить и отсеять всю информацию интернет-пространства, а потому предлагается работа искусственного интеллекта в виде плагина браузера или дополнение к приложениям в смартфоне, который по ключевым словам сможет отсеивать сомнительную информацию и новости. Подробнее данная технология приводится в статье Н.Н. Пачиной и Д.Д. Городовой [30].

2. Проведение опросов, анкетирования особенно среди молодежи, тем самым предоставление возможности участия в политической жизни страны и региона, а также развитие умений принимать политические решения.

3. Повышение положительного имиджа политиков, активная публикация информации о деятельности, волонтерстве и взаимодействии политиков с молодежью.

4. Формирование официальных сообществ по политическим интересам (например, от политических партий, активное ведение страниц в социальных сетях с публикуемой информацией о новостях и событиях).

5. Проведение диалогов с властью в видео-формате или формате сообщений, чатов, обсуждений в социальных сетях с целью вовлечения молодежи в политическую сферу страны и формирование грамотной системы ценностей и политического мировоззрения.

Необходимо отметить, что работа по снижению деструктивного влияния интернет-технологий на политическую социализацию молодежи является комплексной и слаженной для всех институтов политической социализации: семья, образовательные учреждения, учреждения дополнительного образования.

В заключении можно сделать вывод, что поставленная цель статьи была решена: был проведен анализ интернет-технологий и выявлено конструктивное и деструктивное влияние на политическую социализацию молодежи.

Были решены поставленные задачи:

1. На основе проведенного теоретического анализа ключевых понятий были даны авторские определения понятий «социализация», «политическая социализация», «интернет-технологии», «политические технологии», что способствовало формированию категориального аппарата исследования.

2. Рассмотренные примеры интернет-технологий позволили выявить конструктивный и деструктивный потенциал интернет-технологий и определить возможные риски деструктивного влияния интернет-технологий на политическую социализацию молодежи.

3. Сформулированные рекомендации расширили и дополнили конструктивный потенциал интернет-технологий, что способствует повышению эффективности политической социализации молодежи в интернет-пространстве.

В заключении стоит отметить, что количество интернет-пользователей среди молодежи растет, а потому невозможно полностью оградить молодежь от негативного влияния деструктивных интернет-технологий в политической сфере, но представляется возможным уменьшить деструктивное влияние и снизить риски интернет-технологий на процесс политической социализации молодежи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гиддингс, Ф.Г. Основания социологии / Ф.Г. Гиддингс. – Москва: Красанд. – 2015. – 434 с. Текст: электронный.
2. Двадцать великих открытий в детской психологии / Уоллес Диксон. — Санкт-Петербург: прайм-ЕВРОЗНАК, 2007. – 448 с. Текст : электронный.
3. Смелзер, Н. Социология: пер. с англ. – Москва: Феникс, 1994. С. 107. Текст: электронный.
4. Кон, И.С. Социологическая психология / И.С. Кон. – Воронеж: Издательство НПО «МОДЭК», 1999. Текст: электронный.
5. Мудрик А.В. Социализация человека: учеб. пособие для студ. высш. заведений/ А.В. Мудрик. – Москва: Издательский центр «Академия», 2006. – 304 с. Текст: непосредственный.
6. Поискковая система Яндекс: URL: <http://yandex.ru> Социальная психология. Словарь. Текст: электронный.
7. Социальные технологии: Толковый словарь/отв. ред. В.Н. Иванова. – Москва-Белгород: Луч-Центр социальных технологий. 1995. – С.173. Текст: электронный.
8. Политический словарь / под редакцией профессора И.И. Санжаревского. – Тамбов: эксперт, 2010. Текст: электронный.
9. Hymen, H. Children and the Political System / H. Hymen. – New York: McGrawHill, 1969. – 164 p. Текст: электронный.
10. ВЦИОМ: Пользование интернетом. Электронный ресурс. URL: <https://wciom.ru/ratings/polzovanie-internetom> (дата обращения: 01.02.2020). Текст: электронный.
11. Большая российская энциклопедия : [в 35 т.] / гл. ред. Ю. С. Осипов. — Москва: Большая российская энциклопедия, 2004-2017. Текст: электронный.
12. Интернет, краткая история и влияние на общество URL: www.lap-publishing.com. Дата обращения: 1 марта 2016. Текст: электронный.
13. Technology :Wayback Machine // Encyclopædia Britannica. Encyclopædia Britannica Online. Encyclopædia Britannica Inc., 2016. Дата обращения: 08 янв. 2016. Текст: электронный.

14. Некрасов, С.И. Философия науки и техники: тематический словарь / С.И. Некрасов, Н.А. Некрасова. – Орёл: ОГУ, 2010. Текст: электронный.
15. Каймин, В.А. Информатика. Учебник для студентов / В.А. Каймин. – Москва: ИНФРА-М, 2009. Текст: электронный.
16. Каймин, В.А. Информатика. Практикум / В.А. Каймин, Б.С. Касаев. – Москва: ИНФРА-М, 2013. Текст: электронный.
17. Корпоративная социальная сеть: Журнал IT-Manager: № 03/2014. – 21 мая 2014 года. Дата обращения 26 февраля 2017. Текст: электронный.
18. Невесенко, Е.Д. Воздействие интернет-сообществ на социальную деятельность пользователей // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. – 2013. – № 160. – С. 174–181. Текст: непосредственный.
19. Малкин, Е.Б. Политические технологии / Е.Б. Малкин, Е.Б. Сучков. – Москва: Рус. Панорама, 2006. – 688 с. Текст: непосредственный.
20. Анохин, М.Г. Политические технологии / М.Г. Анохин // Вестник Российского университета дружбы народов. – 2000. – № 2. – С. 101–104. Текст: электронный.
21. Иванов, Д.В. Политический PR в Интернете: российские реалии / Д.В. Иванов // Интернет-маркетинг, 2002. – № 4. – С. 6–14. Текст: электронный.
22. Митяева, Ю.А. Технологии формирования имиджа региональной власти в сети Интернет (на примере освещения сотрудничества между алтайским краем и французским регионом Франш-Конте) / Ю.А. Митяева // Известия АлтГУ. 2010. – № 4–3. – С. 254–258. Текст: непосредственный.
23. Шевченко И.А. Политические Интернет-технологии в трансформирующемся обществе : Дис. ... канд. полит. наук : 23.00.02 Ставрополь, 2005 190 с.
24. Соловьев, А.И. Политическая реклама в коммуникативной стратегии государства / А.И. Соловьев, К.И. Решетов // Вестник Моск. ун-та. Серия 12. Политические науки. – 1999. – №3. – С. 62-79
25. Schwartz, P.M. Vote.com and Internet politics: a comment on dick Morris's version of Internet democracy / P.M. Schwartz // Loyola of Los Angeles Law Review. 2014. Vol. 34. N 3. P. 1071–1088. Текст: электронный.
26. Агапов, А.Б. Основы государственного управления в сфере информатизации в Российской Федерации / А.Б. Агапов. – Москва: Юристъ, 2007. 158с. Текст: непосредственный.
27. Сайт РИА новости: «Москвичи едят крыс». URL: <https://ria.ru/20171024/1507428938.html> (дата обращения: 17 октября 2017г.)
28. Сайт видеообращение министра иностранных дел URL: <https://www.5-tv.ru/news/409196/video-lavrov-nafone-zapadnyh-sluhov-bolezni-peredal-rossianam-teplyj-privet/> (дата обращения: 15 ноября 2022 г.).
29. Сайт Саммит большой двадцатки URL: <https://nv.ua/lifestyle/life/rossijskie-propagandisty-rasprostranili-fejkovoe-foto-putina-k-kotoromu-prislushivajutsja-tramp-i-erdogan-1460507.html> (дата обращения: 11 июля 2019 г.)
30. Gorodova, J. Artificial Intelligence Technologies Counteracting the Manipulation of People's Conscience on Social Networks / J. Gorodova, N. Pachina // 3rd International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA), 2021, pp. 909-914 DOI: 1109/SUMMA53307.2021.9632225

REFERENCES

1. Giddings, F.G. Osnovaniya sociologii / F.G. Giddings. – Moskva: Krasand. – 2015. – 434 s. Tekst: ehlektronnyj.
2. Dvadcat' velikikh otkrytij v detskoj psikhologii / Uolles Dikson. — Sankt-Peterburg: prajm-EVROZNAK, 2007. – 448 s. Tekst : ehlektronnyj.
3. Smelzer, N. Sociologiya: per. s angl. – Moskva: Feniks, 1994. С. 107. Tekst: ehlektronnyj.

4. Kon, I.S. Sociologicheskaya psikhologiya / I.S. Kon. – Voronezh: Izdatel'stvo NPO «MODEHK», 1999. Tekst: ehlektronnyj.
5. Mudrik A.V. Socializaciya cheloveka: ucheb. posobie dlya stud. vyssh. zavedenij/ A.V. Mudrik. – Moskva: Izdatel'skij centr «AkademiYA», 2006. – 304 s. Tekst: neposredstvennyj.
6. Poiskovaya sistema Yandeks: URL: <http://yandex.ru> Social'naya psikhologiya. Slovar'. Tekst: ehlektronnyj.
7. Social'nye tekhnologii: Tolkovyj slovar'/otv. red. V.N. Ivanova. – Moskva-Belgorod: Luch-Centr social'nykh tekhnologij. 1995. – S.173. Tekst: ehlektronnyj.
8. Politicheskij slovar' / pod redakciej professora I.I. Sanzharevskogo. – Tambov: ehkspert, 2010. Tekst: ehlektronnyj.
9. Hymen, H. Children and the Political System / H. Hymen. – New York: McGrawHill, 1969. – 164 p. Tekst: ehlektronnyj.
10. VCIOM: Pol'zovanie internetom. Ehlektronnyj resurs. URL: <https://wciom.ru/ratings/polzovanie-internetom> (data obrashcheniya: 01.02.2020). Tekst: ehlektronnyj.
11. Bol'shaya rossijskaya ehnciklopediya : [v 35 t.] / gl. red. YU. S. Osipov. — Moskva: Bol'shaya rossijskaya ehnciklopediya, 2004-2017. Tekst: ehlektronnyj.
12. Internet, kratkaya istoriya i vliyanie na obshchestvo URL: www.lap-publishing.com. Data obrashcheniya: 1 marta 2016. Tekst: ehlektronnyj.
13. Technology :Wayback Machine // Encyclopædia Britannica. Encyclopædia Britannica Online. Encyclopædia Britannica Inc., 2016. Data obrashcheniya: 08 yanv. 2016. Tekst: ehlektronnyj.
14. Nekrasov, S.I. Filosofiya nauki i tekhniki: tematiceskij slovar' / S.I. Nekrasov, N.A. Nekrasova. – Oryol: OGU, 2010. Tekst: ehlektronnyj.
15. Kajmin, V.A. Informatika. Uchebnik dlya studentov / V.A. Kajmin. – Moskva: INFRA-M, 2009. Tekst: ehlektronnyj.
16. Kajmin, V.A. Informatika. Praktikum / V.A. Kajmin, B.S. Kasaev. – Moskva: INFRA-M, 2013. Tekst: ehlektronnyj.
17. Korporativnaya social'naya set': Zhurnal IT-Manager: № 03/2014. – 21 maya 2014 goda. Data obrashcheniya 26 fevralya 2017. Tekst: ehlektronnyj.
18. Nevesenko, E.D. Vozdejstvie internet-soobshchestv na social'nuyu deyatel'nost' pol'zovatelej // Izvestiya Rossijskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A. I. Gercena. – 2013. – № 160. – S. 174–181. Tekst: neposredstvennyj.
19. Malkin, E.B. Politicheskie tekhnologii / E.B. Malkin, E.B. Suchkov. – Moskva: Rus. Panorama, 2006. – 688 s. Tekst: neposredstvennyj.
20. Anokhin, M.G. Politicheskie tekhnologii / M.G. Anokhin // Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov. – 2000. – № 2. – S. 101–104. Tekst: ehlektronnyj.
21. Ivanov, D.V. Politicheskij PR v Internete: rossijskie realii / D.V. Ivanov // Internet-marketing, 2002. – № 4. – S. 6–14. Tekst: ehlektronnyj.
22. Mityaeva, YU.A. Tekhnologii formirovaniya imidzha regional'noj vlasti v seti Internet (na primere osveshcheniya sotrudnichestva mezhdru altajskim kraem i francuzskim regionom Fransh-Konte) / YU.A. Mityaeva // Izvestiya AltGU. 2010. – № 4–3. – S. 254–258. Tekst: neposredstvennyj.
23. Shevchenko I.A. Politicheskie Internet-tekhnologii v transformiruyushchemsya obshchestve : Dis. ... kand. polit. nauk : 23.00.02 Stavropol', 2005 190 s.
24. Solov'ev, A.I. Politicheskaya reklama v kommunikativnoj strategii gosudarstva / A.I. Solov'ev, K.I. Reshetov // Vestnik Mosk. un-ta. Seriya 12. Politicheskie nauki. – 1999. - №3. – S. 62-79
25. Schwartz, P.M. Vote.com and Internet politics: a comment on dick Morris's version of Internet democracy / P.M. Schwartz // Loyola of Los Angeles Law Review. 2014. Vol. 34. N 3. P. 1071–1088. Tekst: ehlektronnyj.

26. Agapov, A.B. *Osnovy gosudarstvennogo upravleniya v sfere informatizacii v Rossijskoj Federacii* / A.B. Agapov. – Moskva: Yurist", 2007. 158s. Tekst: neposredstvennyj.
27. Sajt RIA novosti: «Moskvichi edyat kryS». URL: <https://ria.ru/20171024/1507428938.html> (data obrashcheniya: 17 oktyabrya 2017g.)
28. Sajt videoobrashchenie ministra inostrannykh del URL: <https://www.5-tv.ru/news/409196/video-lavrov-nafone-zapadnyh-sluhov-obolezni-peredal-rossianam-teplyj-privet/> (data obrashcheniya: 15 noyabrya 2022 g.).
29. Sajt Sammit bol'shoj dvadcatki URL: <https://nv.ua/lifestyle/life/rossijskie-propagandisty-rasprostranili-fejkovoe-foto-putina-k-kotoromu-prislushivajutsja-tramp-i-erdogan-1460507.html> (data obrashcheniya: 11 iyulya 2019 g.)
30. Gorodova, J. Artificial Intelligence Technologies Counteracting the Manipulation of People's Conscience on Social Networks / J. Gorodova, N. Pachina // 3rd International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA), 2021, pp. 909-914 DOI: 1109/SUMMA53307.2021.9632225

ОБ АВТОРАХ/ ABOUT THE AUTHORS

Пачина Наталия Николаевна, доктор психологических наук, доцент, профессор кафедры социологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение Липецкий государственный технический университет. Липецк, улица Московская, д. 30, 398055, pachina_2017@mail.ru +7910-252-94-95.

Pachina Nataliya Nikolaevna, doctor of psychology, associate professor Professor of the Department of Sociology, Federal State Budgetary Educational Institution Lipetsk State Technical University. Lipetsk, Moskovskaya street, 2 30, 398055 pachina_2017@mail.ru +7910-252-94-95

Городова Джессика Дмитриевна, Аспирант кафедры социологии направления 23.00.02 Политические институты, процессы и технологии, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Липецкий государственный технический университет», Россия, Липецк, улица Московская, дом 30, 398055, v-doo@mail.ru , +7-999-787-69-69

Gorodova Jessica Dmitrievna, Postgraduate student of the department of sociology direction 23.00.02 Political institutions, processes and technologies, Federal State Budgetary Institution "Lipetsk State Technical University", Russia, Lipetsk, Moskovskaya street, 30, 398055, v-doo@mail.ru , +7-999-787-69-69

Дата поступления в редакцию: 07.10.2022
После рецензирования: 22.11.2022
Дата принятия к публикации: 03.12.2022

Е.Е. Головина [E.E. Golovina],
В.Г. Головин [Y.G. Golovin]

УДК: 327.7: 339.9
DOI:10.37493/2307-910X.2022.4.17

**СОПРЯЖЕНИЕ СТРАН
ЕВРАЗИЙСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКО
ГО И ЦЕНТРАЛЬНОАЗИАТСКОГО
РЕГИОНОВ**

**THE CONNECTION OF EURASIAN
COUNTRIES ECONOMIC UNION AND
CENTRAL ASIAN REGION**

*Астраханский государственный университет им. В.Н.Татищева, e-mail: golovinaeeasp@gmail.com /
Astrakhan State University V.N. Tatishcheva, e-mail: golovinaeeasp@gmail.com*

Аннотация

Евразийский экономический союз (ЕАЭС) основан на организации региональной экономической интеграции ряда стран Содружества Независимых Государств (СНГ). В рамках его конфигурации особое место отводится странам Центральной Азии, именуемым как «мягкое подбрюшье» России. На данном пространстве расположены страны стратегического треугольника РИК (Россия, Индия и Китай), формирующие подходы нового мирохозяйственного порядка, сосредоточены исторические геополитические интересы США и государств «коллективного Запада». Его также рассматривают как геополитический «перекресток» Евразии, в ареале которого расположены четыре ядерных державы, включая непредсказуемость руководства Афганистана. Современная архитектура мироустройства актуализирует вопросы сопряжения различных регионов, международных организаций и их суверенитета. В данном контексте понимание состояния и перспектив развития интеграционных процессов России со странами Центральной Азии является актуальной научной задачей.

Ключевые слова: Евразийский экономический союз, Центральноазиатский регион, Россия, сопряжение, регионализация, интеграция

Abstract

The Eurasian Economic Union (EAEU) is based on the organization of regional economic integration of a number of countries of the Commonwealth of Independent States (CIS). Within the framework of its configuration, a special place is given to the countries of Central Asia, referred to as the "soft underbelly" of Russia. In this space, the countries of the RIC strategic triangle (Russia, India and China) are located, which form the approaches of the new world economic order, the historical geopolitical interests of the United States and the states of the "collective West" are concentrated. It is also seen as a geopolitical "crossroads" of Eurasia, in the area of which four nuclear powers are located, including the unpredictability of the leadership of Afghanistan. The modern architecture of the world order actualizes the issues of conjugation of various regions, international organizations and their sovereignty. In this context, understanding the state and prospects for the development of the integration processes of Russia with the countries of Central Asia is an urgent scientific task.

Key words: Eurasian Economic Union, Central Asian region, Russia, conjugation, regionalization, integration

Введение

Центральная Азия (Центральноазиатский регион) издавна является предметом пристального внимания ученых и специалистов многих стран мира. В настоящее время существует неоднозначное толкование географических границ данного региона от узкого до расширенного. В работе рассматриваются первая категория стран постсоветского пространства (Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана, Туркмении и Узбекистана), располагающие значительными геополитическими и ресурсно-стратегическими возможностями [9, с. 52].

По оценкам международной консалтинговой компании BCG потенциал Центральной Азии в сфере привлечения прямых иностранных инвестиций оценивается в объеме около 170 млрд долл., из которых порядка 40-70 млрд долл. возможно инвестировать в несырьевые отрасли, в течение ближайших 10 лет [8, с. 5].

Географическое расположение региона на стыке пространств России, Китая, Южной Азии, Ближнего Востока и Южного Кавказа повышают его геостратегическое значение в развитии трансконтинентальной торговли [4], транспортной и энергетической инфраструктуры, обеспечивающих укрепление международных связей и отношений. Данное пространство исторически выступает сферой переплетения геополитических и геоэкономических интересов ведущих экономик мира. По мнению Президента Республики Казахстан К.К. Токаева важнейшей миссией Центральной Азии является наведение мостов между конкурирующими полюсами глобальной политики и экономики [4].

Сопряжение стран Евразийский экономический союз (ЕАЭС) и Центральноазиатского (ЦАС) региона рассматривается как современный взаимообусловленный процесс международного развития - глобализации и регионализации [10, с. 263]. Поэтому основное внимание в статье уделено вопросам российского подхода к региональной кооперации и интеграции Центральноазиатского пространства, приобретающих особую значимость.

Материалы и методы исследования

В статье приводится аналитическая оценка современного состояния и тенденций взаимодействия стран ЕАЭС и Центральноазиатского (ЦАС) региона, находящихся в пространстве стратегического треугольника РИК и формирующего «Евразийского ромба» (Россия, Индия, Китай, Иран) [6, с. 156], который объединяет страны близкие по своим взглядам на современные тенденции развития нового мирохозяйственного уклада.

В основу исследования положен структурно-функциональный подход, позволивший использовать методы системного институционального анализа и другие приемы. Результаты исследований основаны на полученных результатах изучения данной тематики.

Результаты и обсуждение

Стратегия национальной безопасности Российской Федерации, утвержденная Указом Президента РФ от 02.07.2021 № 400, отмечает рост геополитической нестабильности и повышение угроз использования военной силы [17]. В этих условиях усилия цивилизованных государств направлены на повышение устойчивости международного сотрудничества, основанного на базовых принципах международного права - всеобщей, равной и неделимой безопасности.

В настоящее время Центральноазиатский регион можно рассматривать как геополитическую дугу нестабильности. В условиях глобальной регионализации указанные понятия (глобализация и регионализация) являются взаимно обуславливающими процессами, определяющие разнообразие интеграционных форм взаимодействия от региональных до глобальных [12, с. 263].

Уровень регионального сотрудничества зависит от степени взаимодействия различных режимов и их способности создания интеграционных объединений, ограничивающих вмешательство этих институтов во внутренние дела более слабых режимов с целью обеспечения собственной выживаемости [1, с. 17]. При этом долгосрочная устойчивость региональных объединений может обеспечиваться сохранением национального суверенитета различных режимов [1, с. 19]. Также признано, что

устойчивость интеграционных объединений может сохраняться при сбалансированном сопряжении мирохозяйственных интересов акторов всех уровней: локальном, региональном и глобальном [12, с. 267]. Следовательно, теория многовекторности и сбалансированности в международных отношениях приобретает реальные очертания и актуальность.

По экспертным оценкам партнерство стран, основанное на принципах соразмерности геополитического и экономического развития, способствует процессу региональной интеграции стран Центральной Азии [9, с. 52.].

Характеристика стран и объединений в Центральноазиатском регионе (таблица 1) показывает высокий уровень сопряжения государств и разновекторный масштаб взаимоотношений.

Таблица 1 - Характеристика стран и объединений в Центральноазиатском регионе

Евразийский экономический союз (ЕАЭС)			Центральноазиатские страны (ЦАС)		ОДКБ
страны - члены	страны-наблюдатели	зона свободной торговли (ЗСТ)	всего постсоветских стран	из них страны, подписавшие договор	государства – учредители
Россия					Россия
Казахстан			Казахстан	Казахстан	Казахстан
Беларусь					Беларусь
Армения					Армения
Кыргызстан			Кыргызстан	Кыргызстан	Кыргызстан
	Узбекистан		Узбекистан	Узбекистан	
			Таджикистан		Таджикистан
			Туркменистан		
		Китай			
		Иран			

Примечание. С КНР подписано соглашение о торгово-экономическом сотрудничестве от 17.05.2018 года, соответствующее общим нормам формирования ЗСТ ЕАЭС.

Источник: авторский

Аналитические данные показывают, что Россия и Китай «охватывают» указанные страны через участие в Евразийском экономическом союзе. Члена союза также выступают Казахстан и Кыргызстан, а страной наблюдателей – Узбекистан.

Страны Центральной Азии предприняли вторую попытку создания организации сотрудничества в регионе. Первоначально функционировало Центрально-Азиатское Экономическое Сообщество (ЦАЭС, с 1994г. по 2005г. с принятием решения о вхождении этих стран в ЕврАзЭС).

На IV Консультативной встрече пяти глав государств указанные страны подписали Соглашение о дружбе, добрососедстве и сотрудничестве в целях развития Центральной Азии в XXI веке от 21.07.2022 г., а также ряд документов, включая концепцию взаимодействия государств региона в рамках многосторонних форматов и региональную программу «Зеленая» повестка для Центральной Азии».

По мнению Президента Республики Казахстан К.К. Токаева указанные документы предусматривают укрепление стратегического партнерства и сотрудничества, возможность создания консультативно-совещательных органов и межгосударственных структур. Особое внимание уделено развитию транспортно-коммуникационного потенциала региона и сотрудничеству в сферах охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности, борьбы с опустыниванием и изменением климата [4].

Кроме этих государств, в состав ОДКБ входит Таджикистан, а Узбекистан – можно обозначить как «плавающий» участник данной организации.

Туркменистан, соблюдающий статус нейтрального государства, и Таджикистан воздержались от присоединения к Соглашению о дружбе, добрососедстве и сотрудничестве в целях развития Центральной Азии в XXI веке.

Следовательно, сформировалось неоднородное пространство, с выраженным геополитическим треугольником, сориентированным на ЕАЭС, которое можно рассматривать как:

- самостоятельное нарождающееся региональное объединение, связанное с Евразийским союзом;
- зависимое от ЕАЭС региональное объединение;
- симбиоз указанных форматов.

Формат таких сообществ имеет свои плюсы и минусы в новых мирохозяйственном устройстве. Их развитие будет определяться временными и геополитическими условиями и векторами развития ведущих экономик мира (Россия, Китай и США).

Так, политика китайского «нового регионализма», основанная на комплексном использовании инструментария, элементами которого выступают экономические, дипломатические и культурные механизмы «мягкого» воздействия. Совокупный эффект такой политики состоит в формировании новых точек экономического роста путем активного участия в наднациональных и транснациональных интеграционных объединениях [9, с. 52.].

Китайская Народная Республика выступает активным участником Шанхайской организации сотрудничества (ШОС) и Евразийского экономического союза (ЕАЭС). Россия и КНР являются участниками сопряжения географических пространств в целях создания совместных мультимодальных транспортных систем, включая реализацию китайской инициативой «Один пояс - один путь» и формирования транспортных коридоров между Китаем и Европой через пространство Большого Каспия [7, с. 182].

В глобальном измерении Центральноазиатский регион находится под влиянием нарождающихся мировых держав ближайшего окружения Россия, Китай, Индия, а также под англосаксонским воздействием стран военно-политического блока АУКУСа (США, Великобритания, Австралия).

Сбалансированность многовекторной политики вызвана влиянием двух основных групп факторов:

1) Со стороны РИК взаимный интерес представляет борьба с терроризмом и религиозным экстремизмом, стимулирование взаимной торговли и инвестиций:

- Россия обеспечивает определенное объединение стран через участие в Содружестве Независимых Государств (СНГ), Евразийском экономическом союзе (ЕАЭС) и Организации Договора о коллективной безопасности (ОДКБ). Представляет зонтик безопасности в регионе, сотрудничество в военно-политической сфере и в области безопасности.

- КНР – основной кредитор и потенциальный инвестор, формирующий транспортный каркас «Один пояс - один путь» и вхождение в крупные месторождения стран региона;

- Индия представляет интересы в развитии многостороннего сотрудничества, включая участие в реализации крупных энергетических проектах.

2) Со стороны Коллективного Запада:

- вхождение западных компаний в активы энергетического сектора экономики;

- внедрение новых технологий и подготовка управленческих кадров;

- либерализация общества на основе внедрение западной демократии и др.

Динамика развития стран Центральной Азии и внешней торговли Российской Федерации с ними представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 - Макроэкономические показатели развития стран Центральной Азии за 2000-2020 годы

Страны	Численность населения, тыс. чел.			ВВП по ППС, млрд долл. США			ВВП по ППС на душу населения, долл. США			
	2000	2010	2020	2000	2010	2020	2000	2010	2020	Место в мире, 2020
Казахстан	14922	16252	18776	115,1	313,8	501,3	7743	19086	26565	62
<i>Темп роста, %</i>	-	108,9	125,8	-	272,6	435,5	-	246,5	343,1	-
Кыргызстан	4920	5422	6524	9,2	16,8	32,8	1887	3102	5036	149
<i>Темп роста, %</i>	-	110,2	132,6	-	182,6	356,5	-	164,4	266,9	-
Таджикистан	6216	7527	9537	6,6	17,5	34,8	1063	2293	3675	158
<i>Темп роста, %</i>	-	121,1	153,4	-	265,1	527,3	-	215,7	345,7	-
Туркменистан	4516	5087	6031	11,7	49,9	98,2	2583	9809	16521	88
<i>Темп роста, %</i>	-	112,6	133,5	-	426,5	839,3	-	379,7	639,6	-
Узбекистан	24769	28515	33469	61,5	146,4	252,5	2514	5226	7449	131
<i>Темп роста, %</i>	-	115,1	135,1	-	238,0	410,6	-	207,9	296,3	-
Итого	55343	62803	74337	204,1	544,4	919,6	3698	8668	12371	111
<i>Темп роста, %</i>	-	113,5	134,3	-	266,7	450,6	-	234,4	334,5	-

Примечание. Темп роста рассчитан к 2000 году.

Источник: [2; 13]

Макроэкономические показатели свидетельствуют о динамичном развитии стран. По состоянию на конец 2020 года численность населения региона превысила 74,3 млн чел. и выросла за последние 20 лет на 34,3 %, наибольший темп прироста обеспечил Таджикистан (53,4%).

Демографический «кризис» в России и депопуляция численности населения за счет сокращения естественного прироста частично будет восполнена миграционным приростом граждан на 3,9 млн. чел., главным образом, из Центральноазиатских стран [11]. По данным исследования А.В. Васильевой накопленная численность трудовых мигрантов из стран СНГ в Россию к 2030 году достигнет 7227,8 тыс. чел., практически 9,7% от общей численности стран региона, в том числе по странам: Узбекистан (37,5 %), Украина (17,4 %), Казахстан (16,1 %) и Таджикистан (8,6 %) [3, с. 821-822].

Темп роста ВВП региона по ППС за указанный период вырос в 4,5 раза, достигнув 919,6 млрд долл. Наиболее высокие темпы обеспечили Туркменистан (в 8,4 раза), что объясняется интенсивным ростом добычи углеводородных ресурсов. Устойчивый прирост показателя ВВП достигнут во всех странах региона от 3,6 до 5,3 раз.

Несмотря на достигнутые результаты ВВП по ППС на душу населения распределяются крайне неравномерно. Наиболее высокий результат обеспечен в Казахстане (26565 долл. США) и в Туркменистане (16521 долл. США), наиболее низкий в Таджикистане (3675 долл. США). Средний уровень наблюдается в Узбекистане (7449 долл. США) и в Кыргызстане (5036 долл. США). Рейтинг (место) стран в мировой классификации свидетельствует, что только Казахстан и Туркменистан находятся в конце первой сотни стран мира, остальные - в середине второй сотни государств, что позволяет констатировать о низком уровне их экономического развития при наличии существенного ресурсно-производственного потенциала.

Экономические связи и динамика их развития представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Внешняя торговля Российской Федерации со странами Центральной Азии, за 2014-2020 годы, в фактически действовавших ценах, млн долл. США

Страны	Внешнеторговый оборот			В том числе					
				Экспорт			Импорт		
	2014	2017	2020	2014	2017	2020	2014	2017	2020
Казахстан	21722	17450	19065	14277	12448	14031	7445	5002	5034
Кыргызстан	1818	1611	1697	1744	1401	1458	74	210	239
Таджикистан	927	717	839	890	692	796	37	25	43
Туркменистан	1247	428	970	1156	344	649	91	84	321
Узбекистан	3996	3652	5882	3121	2625	4660	875	1027	1222
Итого	29710	23858	28453	21188	17510	21594	8522	6348	6859
Всего. Внешняя торговля РФ	784422	585231	568773	497359	357767	337105	287063	227464	231668
Доля ЦАС в общей торговле	3,78	4,08	5,00	4,26	4,89	6,41	2,97	2,79	2,96

Примечание. По данным таможенной статистики
Источник: [14-16]

Оценка внешнеторгового оборота за период с 2014 (год предшествующий образованию ЕАЭС) по 2020 гг. свидетельствует, что при существенном росте ВВП в странах ЦАС объемы торговли имеют тенденции к стагнации (кроме Узбекистана). Доля стран региона во внешней торговле России не превышает 5,0%. При этом доля экспорта продукции в структуре товарооборота возрастает как стоимостном, так и удельном выражении, увеличившись с 71,3% в 2014 г. до 75,9% по итогам 2020года.

Следовательно, Российская Федерация фактически выступает экономическим донором государств ЦАС. Указанная зависимость возрастает, хотя не является значимой. Также можно утверждать, что устойчивая динамика роста экономик этих стран не сопровождается пропорциональным ростом внешнеторгового оборота. Отмечается низкий уровень кооперации и развития интеграционных процессов, что свидетельствует о снижении импортных поставок их государств ЦАС. В качестве причин можно выделить низкую конкурентоспособность продукции, наличие торговых барьеров, поиск внешних торговых партнеров из третьих стран, важнейшим из которых в сфере энергетических ресурсов выступает Китай.

По мнению Премьер-министра Временного правительства Республики Мьянма Мин Аун Хлайну, высказанному на Пленарном заседании Восточного экономического форума (07.09.2022) для расширения международного сотрудничества необходимо найти один ближайший наземный маршрут из стран региона (АСЕАН) в центральную часть территории России и один маршрут морского сообщения через регион Южной Азии, Персидский залив и Среднюю Азию, который можно объединить с китайской инициативой «Один пояс, один путь» [5].

Следовательно, существенно возрастает геополитический и – экономический потенциал стран Центральной Азии, который необходимо встраивать в систему сопряжения глобального и регионального международного сотрудничества, что отвечает объективных потребностям развития внутренних и внешних акторов.

Важнейшая заинтересованность Центральноазиатских стран состоит в возможности использования российского рынка труда с целью его заполнения трудовыми мигрантами, численность которых постоянно возрастает (см. таблица 2).

По мнению ряда исследователей, для России необходимо диверсифицировать внешнеэкономические связи, смещая акцент с ресурсной составляющей на соблюдение приоритета национальных интересов в интеграционном взаимодействии, разработку эффективных механизмов поддержания экономической и политической стабильности внутри и по периметру государственных границ [9, с. 59].

Заключение

В современных геополитических условиях Центральноазиатский регион приобретает важное геостратегическое значение. Природно-ресурсный потенциал способствует

динамичному социально-экономическому развитию стран, которое осуществляется крайне неравномерно.

При существенном росте ВВП объемы внешней торговли с Россией являются недостаточными и имеют тенденции к стагнации (кроме Узбекистана). В структуре товарооборота доминирует доля экспорта продукции, которая возрастает как стоимостном, так и удельном выражении с 71,3% в 2014 г. до 75,9% по итогам 2020 года. Последнее характеризует низкий уровень кооперации и развития интеграционных процессов между государствами ЦАС и Российской Федерацией.

Уровень регионального сотрудничества Центральноазиатских стран является неустойчивый, сопровождается межэтническими противоречиями и конфликтами. Вторая попытка создания экономической организации в 2022 году на основе Соглашения о дружбе, добрососедстве и сотрудничестве в целях развития Центральной Азии в XXI веке, не увенчалась успехом.

В настоящее время в регионе сформировалось неоднородное пространство с выраженной геополитической ориентацией на Евразийский экономический союз. Поэтому стратегические приоритеты регионального сотрудничества будут определяться геополитическими условиями и векторами развития ведущих экономик евразийского континента (Россия, Китай и Индия).

ЛИТЕРАТУРА

1. Болгова И.В., Никитина Ю.А. Евразийский экономический союз между интеграцией и суверенитетом // Современная Европа, 2019. №5. С. 13-22.
2. Валовой внутренний продукт, по паритету покупательной способности (ППС) // Кноема. 2021. URL: <https://kno-ema.ru/atlas/maps/%D0%92%D0%92%D0%9F-%D0%BF%D0%BE-%D0%9F%D0%9F%D0%A1>
3. Васильева А.В. Прогноз трудовой миграции, воспроизводства населения и экономического развития России /А.В. Васильева // Экономика региона. 2017. Т. 13. Вып. 3. С. 821-826.
4. Выступление Президента К.К. Токаева на IV Консультативной встрече глав государств Центральной Азии, 21.07.2022. URL: <https://www.akorda.kz/ru/vystuplenie-na-iv-konsultativnoy-vstreche-glav-gosudarstv-centralnoy-azii-2163148>
5. Выступление Премьер-министра Временного правительства Республики Мьянма Мин Аун Хлайну на Пленарном заседании Восточного экономического форума, 07.09.2022. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/69299>
6. Головина Е.Е. Геополитический и экономический потенциал пространства Евразийского экономического союза и стран Прикаспийского региона // Современная наука и инновации, 2022. №2 (38). С. 153-167.
7. Головина Е.Е., Великая С.А. Сопряжение стран Евразийского экономического союза и Прикаспийского региона // Современная наука и инновации, 2021. №4 (36). - С. 173 - 186.
8. Инвестиции в Центральную Азию: один регион - множество возможностей. - BCG, 2018. PP. 66. URL: <https://web-assets.bcg.com/3e/30/a2fb20c140ae8a7d8f31c2d86eed/bcg-investing-in-central-asia-report-rus-tcm27-212858.pdf>
9. Кучинская Т.Н., Колпакова Т.В. Китайский новый регионализм в мировых интеграционных процессах: вопросы теории и практики (на примере ЕАЭС) // Российско-китайские исследования, 2017. № 1. С. 50–62.
10. Лагутина М.Л., Михайленко Е.Б. Регионализм в глобальную эпоху: обзор зарубежных и российских подходов // Вестник РУДН. Серия: Международные отношения. 2020. Т. 20. № 2. С. 261-278.
11. Ландо Б.С., Головина Е.Е. Особенности миграционных процессов на пространстве Евразийского экономического союза // Российский экономический интернет-журнал, № 2 (01.04.2021-30.06.2021). 18с. URL: <http://www.e-rej.ru/upload/iblock/1c0/1c07cf951fdf703859ccf1f191e8c1c2.pdf>

12. Леонова О.Г. Глобальная регионализация как феномен развития глобального мира // Век глобализации, 2013. № 1. С. 59–66.
13. Организация Объединенных Наций, Департамент по экономическим и социальным вопросам, Отдел народонаселения (2022). Перспективы народонаселения мира 2022, онлайн-издание. Ред. 1. URL: <https://www.un.org/en/development/desa/pop/>
14. Российский статистический ежегодник. 2017: Стат.сб./Росстат. М., 2017. 686 с.
15. Российский статистический ежегодник. 2018: Стат.сб./Росстат. М., 2018. 694 с.
16. Россия в цифрах. 2021: Крат.стат.сб./Росстат. М., 2021. 275 с.
17. Указ Президента РФ от 02.07.2021 № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389271/

REFERENCES

1. Bolgova I.V., Nikitina Yu.A. Eurasian Economic Union between Integration and Sovereignty // Modern Europe, 2019. No. 5. pp. 13-22.
2. Gross domestic product, purchasing power parity (PPP) // Knoema. 2021. URL: <https://knoema.ru/atlas/maps/%D0%92%D0%92%D0%9F-%D0%BF%D0%BE-%D0%9F%D0%9F%D0%A1>
3. Vasilyeva A.V. Forecast of labor migration, population reproduction and economic development of Russia /A.V. Vasilyeva // Economics of the region. 2017. Vol. 13. Issue. 3. S. 821-826.
4. Speech by President K.K. Tokayev at the IV Consultative Meeting of the Heads of State of Central Asia, 07/21/2022. URL: <https://www.akorda.kz/ru/vystuplenie-na-iv-konsultativnoy-vstreche-glav-gosudarstv-centralnoy-azii-2163148>
5. Speech by the Prime Minister of the Interim Government of the Republic of Myanmar Min Aung Hlainu at the Plenary meeting of the Eastern Economic Forum, 07.09.2022. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/69299>
6. Golovina E.E. Geopolitical and economic potential of the space of the Eurasian Economic Union and the countries of the Caspian region // Modern Science and Innovations, 2022. No. 2 (38). pp. 153-167.
7. Golovina E.E., Velikaya S.A. Conjugation of the countries of the Eurasian Economic Union and the Caspian region // Modern Science and Innovations, 2021. No. 4 (36). - S. 173 - 186.
8. Investment in Central Asia: one region, many opportunities. - BCG, 2018. PP. 66. URL: <https://web-assets.bcg.com/3e/30/a2fb20c140ae8a7d8f31c2d86eed/bcg-investing-in-central-asia-report-rus-tcm27-212858.pdf>
9. Kuchinskaya T.N., Kolpakova T.V. Chinese New Regionalism in World Integration Processes: Issues of Theory and Practice (on the Example of the EAEU) // Russian-Chinese Studies, 2017. No. 1. P. 50–62.
10. Lagutina M.L., Mikhailenko E.B. Regionalism in the global era: a review of foreign and Russian approaches // Vestnik RUDN University. Series: International relations. 2020. V. 20. No. 2. S. 261-278.
11. Lando B.S., Golovina E.E. Features of migration processes in the space of the Eurasian Economic Union // Russian Economic Internet Journal, No. 2 (04/01/2021-06/30/2021). 18s. URL: <http://www.e-rej.ru/upload/iblock/1c0/1c07cf951fdf703859ccf1f191e8c1c2.pdf>
12. Leonova O.G. Global Regionalization as a Phenomenon of the Development of the Global World // Age of Globalization, 2013. No. 1. P. 59–66.
13. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2022). World Population Prospects 2022, online edition. Ed. 1. URL: <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>
14. Russian Statistical Yearbook. 2017: Stat.sb./Rosstat. М., 2017. 686 p.
15. Russian Statistical Yearbook. 2018: Stat.sb. / Rosstat. М., 2018. 694 p.
16. Russia in numbers. 2021: Brief stat.sb./Rosstat. М., 2021. 275 p.

17. Decree of the President of the Russian Federation of July 2, 2021 No. 400 “On the National Security Strategy of the Russian Federation”. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389271/

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Головина Екатерина Евгеньевна, аспирант. Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева. E-mail: golovinaeeasp@gmail.com

Golovina Ekaterina Evgenievna, PhD student. Astrakhan State University V.N. Tatishcheva. -mail: golovinaeeasp@gmail.com

Головин Вячеслав Григорьевич, кандидат экономических наук, доктор биологических наук, доцент. Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева. Российская Федерация, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева 20а. E-mail: drevagu@asu.edu.ru

Golovin Vyacheslav Grigorievich, Candidate of Economic Sciences, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor. Astrakhan State University V.N. Tatishcheva. Russian Federation, 414056, Astrakhan, st. Tatishcheva 20a. E-mail: drevagu@asu.edu.ru

Дата поступления в редакцию: 07.10.2022

После рецензирования: 22.11.2022

Дата принятия к публикации: 03.12.2022

А.Г. Масалов [A.G. Masalov]

УДК 321
DOI:10.37493/2307-910X.2022.4.18

**КОНСТИТУЦИОННО-ПРАВОВЫЕ
ОСНОВЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ
МОЛОДЕЖНОМУ ЭКСТРЕМИЗМУ В
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**THE CONSTITUTIONAL AND LEGAL
BASES OF COUNTERING YOUTH
EXTREMISM IN THE RUSSIAN
FEDERATIONS**

Ставропольский филиал Краснодарского университета МВД России, г. Ставрополь, проспект Кулакова, дом 43, masalovag@inbox.ru / Stavropol branch of Krasnodar University of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Stavropol, Kulakov Avenue, house 43, masalovag@inbox.ru

Аннотация

В статье рассмотрены существенные квалифицирующие признаки молодежного экстремизма, необходимые для организации целенаправленной работы правоохранительных органов по защите конституционных прав граждан от преступных посягательств экстремистских организаций, приводятся статистические данные госпрокураторы РФ, выявлены возможные механизмы регулирования, за счет не только контроля со стороны Федеральных органов, но и возможность в тяжелой, неоднозначной геополитической ситуации международного сотрудничества по данному направлению, позволяющие предотвратить влияние экстремистских организаций на молодежь.

Ключевые слова: конституционные права граждан, экстремизм, молодежь.

Abstract

The article examines the essential qualifying signs of youth extremism necessary for the organization of purposeful work of law enforcement agencies to protect the constitutional rights of citizens from criminal encroachments of extremist organizations, provides statistical data of the State Prosecutor's Office of the Russian Federation, identifies possible regulatory mechanisms, due not only to control by Federal agencies, but also the possibility in a difficult, ambiguous geopolitical situation of international cooperation on bottom direction, allowing to prevent the influence of extremist organizations on youth.

Key words: constitutional rights of citizens, extremism, youth.

Согласно Конституции РФ, государство признает, гарантирует и защищает права и свободы человека и гражданина, которые определяют смысл, содержание и применение законов, деятельность законодательной и исполнительной власти, местного самоуправления и обеспечиваются правосудием [1]. Однако, конституционные права и свободы граждан нарушает деятельность преступных сообществ, к числу которых относятся экстремистские организации. Поэтому одним из направлений деятельности органов государственной власти Российской Федерации, связанной с защитой конституционных прав и свобод человека и гражданина, является противодействие экстремизму, вследствие чего необходимо эффективное противодействие ему не только правоохранительных органов, но и всего российского общества.

Из-за отсутствия необходимого жизненного опыта и устойчивых ценностных ориентаций наиболее подверженной влиянию экстремистских организаций оказывается молодежь. Молодежь составляет основной социальный ресурс общества, поэтому распространение экстремизма среди молодежи угрожает всему обществу в целом. По

статистическим данным генеральной прокуратуры Российской Федерации (портал правовой статистики), в настоящее время членами молодежных экстремистских организаций являются около 10 тысяч человек молодежного возраста [11, 12, 13]. В результате деятельности экстремистских организаций часть молодежи оказывается под влиянием чуждых россиянам идеологических установок, которые дезориентируют молодых людей в системе ценностей и общественных приоритетов, приводят их к деструктивным формам общественно опасного поведения.

Проблемы молодежного экстремизма находятся в поле постоянного внимания органов государственной власти, российской общественности, о чем свидетельствует их отражение в законодательстве [2; 3; 5], выступлениях Президента России [14], материалах научных конференций [7; 8; 12; 16].

Вместе с тем, высокодинамичное развитие средств коммуникации, цифровых и иных технологий порождает новые методы экстремистской деятельности, вовлечения в нее представителей молодого поколения российских граждан, в связи с чем требуется адекватное технологическим инновациям развитие традиционных способов целенаправленного противодействия молодежному экстремизму в самых различных формах его современного проявления.

Для адекватного научно обоснованного представления изучаемой проблемы, выработки адекватных научно обоснованных мер ее решения необходимо определить соответствующий понятийный аппарат, юридически значимую основу которого составляют дефиниции основных терминов, данные в международных и отечественных правовых документах. Так, юридически значимое определение сущности феномена, обозначаемого термином "экстремизм", впервые в отечественной юриспруденции дано в Шанхайской конвенции "О борьбе с терроризмом, сепаратизмом и экстремизмом" [4]. В ней при определении сущности "экстремизма" сделана ссылка на национальное законодательство, не имевшее в РФ к моменту принятия Шанхайской конвенции юридических квалификационных признаков экстремизма. Такое определение в национальное законодательство внесено федеральным законом "О противодействии экстремистской деятельности" 3]. В законе дано юридическое определение экстремистской деятельности и ее квалифицирующих признаков:

"экстремистская деятельность (экстремизм):

деятельность общественных и религиозных объединений, либо иных организаций, либо средств массовой информации, либо физических лиц по планированию, организации, подготовке и совершению действий, направленных на:

насильственное изменение основ конституционного строя и нарушение целостности Российской Федерации;

подрыв безопасности Российской Федерации;

захват или присвоение властных полномочий;

создание незаконных вооруженных формирований;

осуществление террористической деятельности;

возбуждение расовой, национальной или религиозной розни, а также социальной розни, связанной с насилием или призывами к насилию;

унижение национального достоинства;

осуществление массовых беспорядков, хулиганских действий и актов вандализма по мотивам идеологической, политической, расовой, национальной или религиозной ненависти либо вражды, а равно по мотивам ненависти либо вражды в отношении какой-либо социальной группы;

пропаганду исключительности, превосходства либо неполноценности граждан по признаку их отношения к религии, социальной, расовой, национальной, религиозной или языковой принадлежности;

2) пропаганда и публичное демонстрирование нацистской атрибутики или символики либо атрибутики или символики, сходных с нацистской атрибутикой или символикой до степени смешения;

3) публичные призывы к осуществлению указанной деятельности или совершению указанных действий;

4) финансирование указанной деятельности либо иное содействие ее осуществлению или совершению указанных действий, в том числе путем предоставления для осуществления указанной деятельности финансовых средств, недвижимости, учебной, полиграфической и материально-технической базы, телефонной, факсимильной и иных видов связи, информационных услуг, иных материально-технических средств..." [3].

Законодательное определение термина "экстремизм" должно совершенствоваться, приводиться в большее соответствие с современными формами и методами совершений преступлений и правонарушений экстремистского характера, которые приспособляются к современным условиям, вследствие чего становится трудноразличимым в системе общественных отношений, что повышает степень его опасности для общества.

Экстремистские организации пополняют их состав, в основном, молодежью, посредством создания особых молодежных объединений, которые под видом неформальных закрытых сообществ формируются и действуют под неусыпным вниманием опытных лидеров экстремистских организаций, как правило, спонсируемых иностранными спецслужбами.

Повышенное внимание экстремистских организаций к молодежи обусловлено ее многочисленностью и возрастными особенностями, которые достаточно подробно представлены в работах философов, социологов, политологов, юристов, психологов и ученых других отраслей науки. Обобщение многочисленных методологических подходов к определению сущности молодежи позволяет давать следующую обобщающую дефиницию этой демографической группы: молодежь - это социально-демографическая группа, имеющая усредненные возрастные границы 14-30 лет, обусловленные существенными гормональными перестройками организма, а также социальной мобильностью, связанной с переходом индивида от детской несамостоятельности к личностному самоопределению в обществе, экономической и иной независимости от родителей, полной правовой ответственности за собственное поведение [10; 11].

В 2002 г. в России насчитывалось 39,4 млн. человек в возрасте 14-30 лет (27 % от общей численности населения страны). В 2020 г. в России проживало около 24,3 млн. человек в возрасте от 15 до 29 лет, что составляло 16, 5% всего населения страны. Очевидно, поэтому государственные органы "расширили" возрастные границы молодежного возраста до 35 лет, вследствие чего на сайте Всероссийской переписи населения разместить информацию об увеличении количества молодежи в России до 39,1 млн. человек (рост на 12,6 млн. человек) [15].

Молодежь составляет основной социальный ресурс общества. Поэтому распространение экстремизма среди молодежи угрожает всему обществу, сокращает общественно полезный вклад молодежи в социально-экономическую сферу, создает угрозы национальной безопасности посредством подрыва моральных, политических и иных ценностно-ориентирующих основ общества.

Определение возрастных пределов молодежной социальной группы в зависимости от многочисленных условий порождает ее специфические проблемы, связанные с ее нестабильным социальным положением, переходом от детской несамостоятельности с неполной правовой ответственностью к «взрослости», характеризуемой полной юридической ответственностью за собственное поведение. Молодежь меняет референтные группы, перестает подражать родителям и пытается самостоятельно реализовывать имеющиеся потенциальные возможности для повышения своего социального статуса. При этом молодые люди неизбежно вступают в конфликты с их окружением по поводу социального статуса и функций, иным актуальным для нее проблемам. Социальная психология и девиантология признают молодежь наиболее кризисной и конфликтогенной частью общества. Отличительными качествами, характеризующими ее, могут служить:

- нестабильное социальное положение и социальный статус;
- высокая социальная мобильность и коммуникабельность;

радикализм и инновационность, готовность использовать конфликтогенные методы достижения высокого социального статуса и благополучия, даже неправомерными, деликтными действиями;

склонность к экстремальным формам поведения, повышающим социальный статус молодых людей среди сверстников, зачастую переходящим в противоправные действия [11].

В современных условиях повсеместного активного внедрения электронных цифровых технологий, очевидно, отличительным признаком молодежи становится все усиливающаяся ее зависимость от массированных потоков информации, поступающей в интернет-сети, при этом виртуальные образы, созданные игровыми технологиями в сознании молодых людей, часто причудливо переплетаются с реальностью. Вследствие этого у многих из них, не имеющих возможности проверить практикой полученную информацию, навязанную им телекоммуникационными средствами массовой информации, формируют далекие от реальности виртуальные основы ценностных ориентаций, идеологий. По этой и ряду других причин отличительной чертой современной молодежи становится виртуализация ее сознания, под которой можно понимать оторванность сознания индивида и социальной группы от реальных основ жизни и мировоззрения.

При недостаточном жизненном опыте выявления и преодоления различных рисков, указанные специфические качества молодежной социальной группы приводят ее, в силу повышенного любопытства молодых людей, физических, социально-психологических, экономических и иных причин в зависимость от лидеров молодежных экстремистских организаций, поначалу на правах исполнителя разовых поручений, а затем - на постоянной основе. Так происходит организационное оформление молодежного экстремизма, который можно определить следующей дефиницией: молодежный экстремизм представляет собой определенную законодательством экстремистскую деятельность, осуществляемую молодежными объединениями или отдельными молодыми людьми.

Субъектами молодежного экстремизма являются молодые люди и их объединения, осуществляющие деятельность, имеющую определенные квалифицирующие признаки экстремизма.

Распространение экстремизма среди молодежи угрожает всему обществу, сокращает общественно полезный вклад молодежи в социально-экономическую сферу, создает угрозы национальной безопасности посредством подрыва моральных, политических и иных ценностно-ориентирующих основ общества.

Основной формой проявления молодежного экстремизма является этнический экстремизм, поскольку именно он все чаще находит отражение в негативных поступках молодежи по отношению к представителям других этносов.

К формам проявления молодежного экстремизма также относится религиозный, политический, расовый и т.д.

Молодые участники экстремистских организаций становятся правонарушителями и преступниками, участвующими в незаконной деятельности, направленной против конституционных основ российского государства, традиций, обычаев и общественных интересов.

Криминологическая характеристика молодежного экстремизма указывает на социальную значимость проблем борьбы с этим общественно опасным явлением и на необходимость разработки оптимальных средств противодействия ему.

По природе происхождения и проявления можно выделить экономические, социальные, политико-правовые, этнические, религиозные и иные условия и факторы распространения молодежного экстремизма.

Социальная психология признает молодежный экстремизм своеобразной реакцией на текущее состояние дел в государстве и обществе, так как в большинстве общественно значимых проявлений экстремизма выражается протест, противодействие, отрицание традиционных норм, форм и методов общественных отношений, обеспечиваемых политикой государства.

Участие значительного количества молодых людей в мероприятиях экстремистского

характера, как правило, во многих случаях мотивировано любопытством, стремлением развлечься и ошибочным представлением о безнаказанности за кажущиеся безобидными деяния, как правило, связанные с несанкционированными массовидными протестными выступлениями, участием в конфликтах с правоохранительными органами. Особую тревогу вызывает поведение молодых людей, которые после получения значительной доли адреналина во время таких мероприятий, попадают в адреналиновую зависимость и для ее удовлетворения преднамеренно создают возможности для совершения экстремистских поступков и участия в них

Среди политических причин выделяются недостатки международного сотрудничества в борьбе с экстремизмом и терроризмом, являющимся его крайней формой проявления, а также коррупция, предательство служебных и национальных интересов некоторыми государственными служащими, призванными организовывать противодействие экстремизму.

Особую опасность для общества представляет тенденция сращивание молодежного экстремизма с радикальными религиозными и националистическими группировками, активно применяющими экстремистские методы в их деятельности.

Признавая высокую общественную опасность молодежного экстремизма для безопасности нашей страны, в целях дальнейшей реализации государственной политики России по противодействию экстремизму в Российской Федерации разработаны программы правового и правоприменительного воздействия на организации и отдельных граждан, использующих в их деятельности методы, приемы и средства, которые имеют признаки экстремистской деятельности. Социальная психология признает молодежный экстремизм своеобразной реакцией на текущее состояние дел в государстве и обществе, так как в большинстве общественно значимых проявлений экстремизма выражается протест, противодействие, отрицание традиционных норм, форм и методов общественных отношений, обеспечиваемых внутренней и внешней политикой государства.

Участие значительного количества молодых людей в мероприятиях экстремистского характера, как правило, имеет случайный характер, во многих случаях мотивировано любопытством, стремлением развлечься и ошибочным представлением о безнаказанности за кажущееся безобидным участие в несанкционированных протестных выступлениях, конфликтах с правоохранительными органами. Особую тревогу вызывает поведение молодых людей, которые после получения «адреналинового всплеска» во время таких мероприятий, попадают в «адреналиновую зависимость» и для ее удовлетворения преднамеренно создают возможности для совершения экстремистских поступков и участия в них

К политическим причинам относятся недостатки международного сотрудничества в борьбе с экстремизмом и терроризмом, являющимся его крайней формой проявления, а также коррупция, предательство служебных и национальных интересов некоторыми государственными служащими, призванными организовывать противодействие экстремизму.

Особую опасность для общества представляет тенденция сращивание молодежного экстремизма с радикальными религиозными и националистическими группировками, активно применяющими экстремистские методы в их деятельности.

Признавая высокую общественную опасность молодежного экстремизма для безопасности нашей страны, в целях дальнейшей реализации государственной политики России по противодействию экстремизму в Российской Федерации разработаны программы правового и правоприменительного воздействия на организации и отдельных граждан, использующих в их деятельности методы, приемы и средства, которые имеют признаки экстремистской деятельности, определяемые законодательством [3].

В статье 2 Федерального закона "О противодействии экстремистской деятельности" определены следующие основные принципы противодействия экстремистской деятельности: признание, соблюдение и защита прав и свобод человека и гражданина, а равно законных интересов организаций; законность; гласность; приоритет обеспечения безопасности Российской Федерации; приоритет мер, направленных на предупреждение экстремистской

деятельности; сотрудничество государства с общественными и религиозными объединениями, иными организациями, гражданами в противодействии экстремизму; неотвратимость наказания за осуществление экстремистской деятельности, а в статье 3 этого закона в число основных направлений противодействия экстремизму включено принятие профилактических мер, направленных на предупреждение экстремизма, в том числе на выявление и последующее устранение причин и условий, способствующих осуществлению экстремистской деятельности; выявление, предупреждение и пресечение экстремистской деятельности общественных и религиозных объединений, иных организаций, физических лиц [5].

В соответствии с указанными принципами и направлениями должен функционировать механизм государственного противодействия молодежному экстремизму в Российской Федерации

Деятельность органов государственной власти регламентируют и специальные нормативные акты. Например, правовые основы организации и деятельности межведомственных органов, координирующих антиэкстремистскую работу исполнительных органов РФ, помимо Федерального закона "О противодействии экстремистской деятельности" составляют Указы Президента РФ и подзаконные акты министерств и ведомств.

Так, часть 16 статьи 12 Федерального закона "О полиции" обязывает полицию осуществлять противодействие экстремистским организациям в соответствии с федеральным законом путем реализации мер, направленных на предупреждение, выявление и пресечение экстремистской деятельности общественных объединений, религиозных и иных организаций и отдельных граждан [2], а Положение о Главном управлении по противодействию экстремизму МВД России возлагает на это подразделение Министерства, функции по выработке и реализации государственной политики и нормативному правовому регулированию, а также правоприменительные полномочия в области противодействия экстремистской деятельности [6].

Деятельность правоохранительных органов по противодействию экстремизму также регламентируют Правила определения перечня организаций и физических лиц, в отношении которых имеются сведения об их причастности к экстремистской деятельности или терроризму, и доведения этого перечня до сведения организаций, осуществляющих операции с денежными средствами или иным имуществом, и индивидуальных предпринимателей, утвержденные постановлением Правительства РФ от 6 августа 2015 г. № 804 и другие нормативные правовые документы, в соответствии с которыми структурные элементы механизма формируют коммуникативную часть, обеспечивающую вертикальное, горизонтальное или функциональное иерархично организованное взаимодействие всех элементов механизма, обеспечивающих его организованность и функциональность.

Многоуровневый многофункциональный механизм государственного противодействия молодежному экстремизму в Российской Федерации обеспечивает решение многих проблем противодействия экстремизму и радикализму. Однако, по мнению Президента России В.В. Путина, «серьезную озабоченность вызывает рост преступлений экстремистской направленности – почти на 15 процентов... экстремисты отравляют общество ядом воинствующего национализма, нетерпимости и агрессии. К чему это может привести, мы хорошо знаем по примеру соседней страны - Украины" [14].

Особенно важное место в структуре изучаемого механизма занимает нормативная подсистема, основу которого составляет законодательство РФ.

В уголовном законодательстве РФ преступления экстремистского характера включены в главу 29 УК РФ «Преступления против основ конституционного строя и безопасности государства», что указывает на видовые особенности объекта таких общественно опасных деяний.

Криминологический анализ статистические данные, характеризующих состояние и тенденции преступности в РФ, показывает, что указания Президента России по поводу угроз

экстремизма [14] сохраняются на высоком уровне [9]. Среди причин этого выделяются развитие технической и научно-технологической основ деятельности экстремистских организаций, которые приводят к тому, что некоторые новые методы и методики антиобщественной деятельности, особенно в информационно-коммуникативной сфере, не попадают под содержащееся в законе описание квалифицирующих признаков преступлений и правонарушений экстремистского характера, содержащихся в закрытом перечне закона. Это позволяет экстремистам уклоняться от ответственности за общественно опасные деяния. Такие "пробелы" законодательства, вероятно, можно устранять подобно тому, как в антинаркотическом законодательстве перечни запрещенных препаратов периодически, с достаточной частотой, дополняются новейшими наркотическими средствами, психотропными веществами и прекурсорами, выявленными в сфере их незаконного оборота. Устранение "пробелов" в законодательстве может способствовать конкретизации задач противодействия молодежному экстремизму в Российской Федерации.

Очевидно, без международного сотрудничества невозможно достичь значительных результатов в противодействии экстремизму. Поэтому Россия ратифицирует большее количество международно-правовых актов, примером которых является Шанхайская конференция о борьбе с терроризмом, сепаратизмом и экстремизмом.

Среди особенностей современного периода распространения экстремизма следует отметить большую степень подверженности молодежи влиянию негативных последствий коронавирусной пандемии на экономическую, социальную и другие сферы общественной жизни, что, как показали события в зарубежных странах, подталкивало значительную часть молодых людей к протестам против санитарно-эпидемиологических ограничений. При этом значительная часть населения примиренчески относилась к таким протестам, которые сопровождалась погромами и иными преступными деяниями. Следовательно, необходимо активизировать проведение профилактических мероприятий среди различных категорий населения, особенно молодежи, для информации об общественной опасности радикальных форм протестов.

Таким образом, молодежный экстремизм является значительной реальной угрозой национальной безопасности России, требующей консолидации усилий всего общества для повышения эффективности государственно-правового механизма противодействия экстремизму по следующим направлениям:

- формировать у граждан России, особенно молодежи, устойчивое мировоззрение, важнейшими компонентами которого должны являться национальная система культурных ценностей и патриотизм;
- широко практиковать программно-целевые методы реализации созидательного потенциала молодежи, обладающей высокой социальной мобильностью и коммуникабельностью, активностью и новаторскими способностями;
- развивать сотрудничество правоохранительных органов государства с институтами гражданского общества правоохранительной направленности по выявлению и пресечению деятельности лиц, взаимодействующих с экстремистскими организациями;
- активнее стимулировать деятельность ученых, занимающихся проблемами научно-методического обеспечения проблем противодействия экстремистским организациям, изучающими феномен экстремизма и разрабатывающими методики решения актуальных задач выявления и пресечения противоправных действий общественных объединений и лиц, занимающихся экстремистской деятельностью.

Государство и гражданское общество должны противопоставить идейно-политической работе экстремистских организаций современные высокотехнологичные методы правоохранительной работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конституция Российской Федерации: принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г., с изменениями, одобренными всероссийским голосованием 1 июля 2020 г. // КонсультантПлюс: комп. справ. правовая система. - URL: <http://www.> - (Дата обращения: 12.09.2022)

2. О полиции: федерал. закон от 7.02.2011 № 3-ФЗ [Электронный ресурс] - URL: <http://www> - (Дата обращения: 14.09.2022).
3. О противодействии экстремистской деятельности: федерал. закон от 25.07.2002 г. № 114-ФЗ [Электронный ресурс] - URL: <http://base.garant.ru/12127578>. - (Дата обращения: 11.09.2022)
4. О борьбе с терроризмом, сепаратизмом и экстремизмом: Шанхайская конвенция от 15.06.2001 г. [Электронный ресурс] - URL:[http:// kremlin.ru/ supplement/3405](http://kremlin.ru/supplement/3405) - (Дата обращения: 20.09.2022).
5. Стратегия противодействия экстремизму в Российской Федерации до 2025 г., утвержденная распоряжением Президента РФ 28.11.2014 г. № Пр-2753 [Электронный ресурс] - URL: <http://www.consultant.ru/document/cons> - (Дата обращения: 14.09. 2022)
6. Положению о Главном управлении по противодействию экстремизму МВД [Электронный ресурс] - URL: https://xn--b1aew.xn--p1ai/mvd/structure1/Glavnie_upravlenija/Glavnoe_upravlenie_po_pro_tivo_dejstviju_j. - (Дата обращения: 14.09.2022)
7. Актуальные вопросы права и правоприменения: материалы междунаро. научно-практ. конф. (Ставрополь, октябрь 2021 г.) - Ставрополь: СФ КрУ МВД России, 2021.
8. Белокобыльский М.Е., Белокобыльская О.И. Молодежный экстремизм в России: особенности его проявления // Вестник Казанского юрид. института МВД России. - 2015. - № 3 (21). - С. 54-59
9. Генеральная прокуратура Российской Федерации. Портал правовой статистики. [Электронный ресурс] - URL:[https://minjust.ru/ru/node/ 243787](https://minjust.ru/ru/node/243787). - (Дата обращения: 21.09.2022)
10. Луков, В.А. Концептуализация молодежи в XXI веке: новые идеи и подходы // Социол. исследования. - 2012. - № 1 (333). - С. 5–16
11. Масалов А.Г. Теоретические подходы к определению сущности молодёжи // Вестник МГТУ им. М.А. Шолохова. Серия История и Политология. - 2012. - № 2. - С.102-110
12. Масалов А.Г. Угрозы молодежного экстремизма на Северном Кавказе и меры противодействия ему // НаукаПарк. - 2016. - №10 (51). - С.71-80
13. Молодежный экстремизм в России - [Электронный ресурс] - URL:<https://works.doklad.ru/view/6mCQPsCvABA.html> - (Дата обращения: 14.09.2022)
14. Стратегия борьбы с экстремизмом - важные заявления Владимира Путина на заседании Совбеза - [Электронный ресурс] - URL:<http://www.1tv.ru/news/polit/272197> - (Дата обращения: 14.03. 2022).
15. Численность молодежи в России достигла 39,1 млн. человек. - [Электронный ресурс]: - URL: <https://rg.ru/2021/08/12/chislennost-molodezhi-v-rossii-dostigla-391-mln-chelovek.html#:~:text=%D0%A7%>. - (Дата обращения: 16.09.2022)
16. Эффективное противодействие преступности в условиях глобализации: проблемы и перспективы: материалы междунаро. конф., Нальчик, 21-22 мая 2021 г. - Нальчик-Краснодар, 2021.

REFERENCES

1. Konstituciya Rossijskoj Federacii: prinyata vsenarodnym golosovaniem 12 dekabrya 1993 g., s izmeneniyami, odobrennymi vserossijskim golosovaniem 1 iyulya 2020 g. // Konsul'tanTPlyus: komp. sprav. pravovaya sistema. - URL: <http://www>. - (Data obrashcheniya: 12.09.2022)
2. policii: federal. zakon ot 7.02.2011 № 3-FZ [Ehlektronnyj resurs] - URL: <http://www> - (Data obrashcheniya: 14.09.2022).
3. protivodejstvii ehkstreamistskoj deyatel'nosti: federal. zakon ot 25.07.2002 g. № 114-FZ [Ehlektronnyj resurs] - URL: <http://base.garant.ru/12127578>. - (Data obrashcheniya: 11.09.2022)

4. bor'be s terrorizmom, separatizmom i ehkstremitizmom: Shankhajskaya konvenciya ot 15.06.2001 g. [Ehlektronnyj resurs] - URL:[http:// kremlin.ru/ supplement/3405](http://kremlin.ru/supplement/3405) - (Data obrashcheniya: 20.09.2022).

1. Strategiya protivodejstviya ehkstremitizmu v Rossijskoj Federacii do 2025 g., utverzhennaya rasporyazheniem Prezidenta RF 28.11.2014 g. № Pr-2753 [Ehlektronnyj resurs] - URL: http://www.consultant.ru/document/cons_ - (Data obrashcheniya: 14.09. 2022)

2. Polozheniyu o Glavnom upravlenii po protivodejstviyu ehkstremitizmu MVD - [Ehlektronnyj resurs] - URL: https://xn--b1aew.xn--p1ai/mvd/structure1/Glavnie_upravleniya/Glavnoe_upravlenie_po_pro_tivo_dejstviyu_j. - (Data obrashcheniya: 14.09.2022)

3. Aktual'nye voprosy prava i pravoprimeneniya: materialy mezhdunarod. nauchno-prakt. konf. (Stavropol', oktyabr' 2021 g.) - Stavropol': SF KRU MVD Rossii, 2021.

4. Belokobyl'skij M.E., Belokobyl'skaya O.I. Molodezhnyj ehkstremitizm v Rossii: osobennosti ego proyavleniya // Vestnik Kazanskogo yurid. instituta MVD Rossii. - 2015. - № 3 (21). - S. 54-59

5. General'naya prokuratura Rossijskoj Federacii. Portal pravovoj statistiki. - [Ehlektronnyj resurs] - URL:[https://minjust.ru/ru/node/ 243787.](https://minjust.ru/ru/node/243787) - (Data obrashcheniya: 21.09.2022)

6. Lukov, V.A. Konceptualizaciya molodezhi v XXI veke: novye idei i podkhody // Sociol. issledovaniya. - 2012. - № 1 (333). - S. 5–16

7. Masalov A.G. Teoreticheskie podkhody k opredeleniyu sushchnosti molodyozhi // Vestnik MGGU im. M.A. Sholokhova. Seriya Istoriya i Politologiya. - 2012. - № 2. - S.102-110

8. Masalov A.G. Ugrozy molodezhnogo ehkstremitizma na Severnom Kavkaze i mery protivodejstviya emu // NaukaPark. - 2016. - №10 (51). - S.71-80

9. Molodezhnyj ehkstremitizm v Rossii - [Ehlektronnyj resurs] - URL:<https://works.doklad.ru/view/6mCQPsCvABA.html> - (Data obrashcheniya: 14.09.2022)

10. Strategiya bor'by s ehkstremitizmom - vazhnye zayavleniya Vladimira Putina na zasedanii Sovbeza - [Ehlektronnyj resurs] - URL:<http://www.1tv.ru/news/polit/272197> - (Data obrashcheniya: 14.03. 2022).

11. Chislennost' molodezhi v Rossii dostigla 39,1 mln. chelovek. - [Ehlektronnyj resurs]: - URL: <https://rg.ru/2021/08/12/chislennost-molodezhi-v-rossii-dostigla-391-mln-chelovek.html#:~:text=%D0%A7%> - (Data obrashcheniya: 16.09.2022)

12. Ehffektivnoe protivodejstvie prestupnosti v usloviyakh globalizacii: problemy i perspektivy: materialy mezhdunarod. konf., Nal'chik, 21-22 maya 2021 g. - Nal'chik-Krasnodar, 2021.

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Масалов Александр Григорьевич, профессор, доктор политических наук, профессор кафедры государственных и гражданско-правовых дисциплин Ставропольского филиала Краснодарского университета МВД России, Ставрополь, проспект Кулакова, дом 43, masalovag@inbox.ru, 8-928-012-0702

Masalov Alexander Grigorievich, Professor, doctor of political sciences, Professor of the Department of State and Civil Law Disciplines Stavropol branch of the Krasnodar University of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Stavropol, Kulakov Avenue, 43, masalovag@inbox.ru, 8-928-012-0702

Дата поступления в редакцию: 07.08.2022

После рецензирования:22.11.2022

Дата принятия к публикации:03.12.2022

О.И. Оськина [O.I. Oskina]

УДК 327.8
DOI: 10.37493/2307-910X.2022.4.19

НОВЫЙ СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКИЙ ПОРЯДОК В ЕВРОПЕ ПОСЛЕ ПОТСДАМА

THE NEW SOCIO-POLITICAL ORDER IN EUROPE AFTER THE POTSDAM

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный Университет им В.Н. Татищева» /Astrakhan State University
named after V.N. Tatishchev, E-mail: oskina_olga@mail.ru

Аннотация Статья посвящена сложному периоду мировой политической истории, связанному с формированием новых ориентиров и векторов развития мира. Автор охарактеризовал основные принципы международных взаимоотношений в послевоенный период и их влияние на складывание нового социально-политического порядка в Европе. К числу актуальных проблем требующих разрешения в послевоенный период относится вопрос обеспечения мира и установления режима безопасности в Европе.

Методы. Использовались основные диалектические методы и принципы: историзм, научная объективность, принцип взаимосвязи общественных явлений, принцип системности, ряд других научных принципов, также применялся метод критического анализа широкого корпуса фактического материала, **сравнительный** и **ценностный** методы.

Результаты и выводы. Данная работа является исследованием, посвященным отдельным аспектам и особенностям складывания нового социально-политического порядка в Европе в послевоенный период по материалам научных исследований и публикаций отечественной и зарубежной печати. Автор приходит к выводу о внедрении значительного государственного регулирования послевоенных процессов, которое становится главным фактором в развитии западноевропейской экономики. Внедрение четкого государственного регулятивного механизма способствовало нормализации взаимодействия на уровнях структуры органов власти и общественных отношений.

Ключевые слова. социально-политический порядок, послевоенный период, режим безопасности, социально-политический кризис, план Маршалла, государство благоденствия, социалистический лагерь.

Abstract

The article is devoted to a difficult period of world political history associated with the formation of new landmarks and vectors of world development. The author described the basic principles of international relations in the post-war period and their impact on the formation of a new socio-political order in Europe. The issue of ensuring peace and establishing a security regime in Europe became one of the urgent problems that need to be resolved in the post-war period.

Methods. The main dialectical methods and principles were used: historicism, scientific objectivity, the principle of interrelation of social phenomena, the principle of consistency, a number of other scientific principles, the method of critical analysis of a wide body of factual material, comparative and value methods were also used.

Results and conclusions. This work is a study devoted to certain aspects and features of the formation of a new socio-political order in Europe in the post-war period based on the materials of scientific research and publications of the domestic and foreign press. The author come to the conclusion about the introduction of significant state regulation of post-war processes, which becomes the main factor in the development of the Western European economy. The introduction of

a clear state regulatory mechanism contributed to the normalization of interaction at the levels of the structure of government and public relations.

Key words. socio-political order, post-war period, security regime, socio-political crisis, Marshall plan, welfare state, socialist camp.

Актуальность данной работы заключается в рассмотрении отдельных аспектов, связанных со складыванием нового социально-политического порядка в Европе в послевоенный период. Решения, принятые на конференции, имели определяющий характер для складывающейся международной системы и прежде всего европейских государств. Сложные международные вопросы послевоенного устройства европейских стран стали предметом острой политической борьбы между Советским Союзом и Европейскими странами. Главная проблема заключалась в создании условий для обеспечения мира и установления режима безопасности в Европе. В соответствии с целью работы были поставлены задачи: проанализировать стратегические позиции послевоенной Европы и выявить значимость и глубину социально-политических изменений в постпотсдамский период. На современном этапе это приобретает дополнительное значение в связи с попытками ревизии итогов Потсдамской конференции и достигнутых договоренностей об устройстве послевоенного мира.

Окончание Второй мировой войны и решения Международных конференций, способствовали формированию новой общественно-политической обстановке и духовной атмосфере в Европе. Победа над фашизмом создала предпосылки для новых отношений в Европе, основанных на принципах мира, межнационального согласия, сотрудничества, демократии, экономического и социального прогресса. Это стало возможным, благодаря решению главных задач, стоявших перед странами-победителями, искоренению истоков фашистской идеологии и любых механизмов ее огосударствления.

Между СССР и западными странами существовали многочисленные разногласия по целому ряду вопросов послевоенного устройства: судьба послевоенной Германии, величина и форма репараций с побежденного противника, польский вопрос, создание Организации Объединенных Наций. Однако, еще в принятой в Ялте совместной «Декларации об освобожденной Европе», нашло отражение стремление трех союзных держав согласовывать свои действия при решении политических и экономических проблем послевоенного устройства. В декларации говорилось, что на протяжении переходного периода правительства трех держав будут помогать народам в любом освобожденном европейском государстве создавать условия внутреннего мира, проводить неотложные мероприятия по оказанию помощи нуждающимся народам, создавать временные правительства, до проведения новых выборов [2, С.6].

Советский Союз на Потсдамской конференции представил свое видение концепции послевоенной европейской безопасности. Важными положениями становятся: создание стратегически важных «зон» или «сфер безопасности» и недопущение создания отдельных европейских государств и их союзов с сильными сухопутными армиями. Именно в Потсдаме были заложены основы консолидации западного и восточного блоков и их последующее противостояние.

После войны и установления новых государственных границ, перед европейскими странами встали масштабные экономические и социально-политические задачи. Война нанесла огромный материальный ущерб, многие страны понесли значительные людские потери, в том числе и в результате целенаправленного уничтожения фашистами отдельных этносов (евреев, цыган, некоторых славянских народов). Экономика, производство, социальная сфера находились в упадке. Так в Югославии, было разрушено около 66% жилых зданий, 25% виноградников, больше половины протяженности железнодорожной колеи и все крупнейшие автодороги. Западные страны тоже несли страшные материальные потери. Так, после боев 1944–1945 годов Франция лишилась 75% своих гаваней и железнодорожных станций, а полмиллиона домов были разрушены без возможности восстановления. Даже

Британия, которая не была под оккупацией, лишилась в результате войны приблизительно 25% довоенного национального достояния [1, С.52].

Важная роль в послевоенном восстановлении стран Западной Европы принадлежит американской «Программе восстановления Европы» или «План Маршалла». Как отмечают Бриггс Э., Клэвин П., американцам удалось «продать» Западной Европе перспективу беспрецедентного уровня экономического роста при условии, что европейцы согласятся внедрить в свою экономику основополагающие принципы массового производства, научного управления и производительности труда [3, С. 464]. В 1948 г. была создана Организация Европейского сотрудничества, которая координировала вопросы, связанные с данной программой.

В 1950-е годы в Европе начинается научно-техническая революция, способствовавшая замене ручного труда автоматизацией производства. Появляется запрос на работников с высокой профессионально-технической подготовкой, что способствует масштабным социальным изменениям. Действие «плана Маршалла» продолжалось с 1948 по 1952 г. и было направлено не только на помощь пострадавшей в войне Западной Европе. За четыре года действия плана Маршалла, США поставили в Западную Европу оборудование, промышленные товары и продовольствие на сумму около 17 млрд долл. Эти поставки дали мощный импульс развитию экономики западноевропейских стран, но и способствовали значительному укреплению экономических и политических позиций США в важнейшем стратегическом и геополитическом регионе планеты [7, С. 30]. Наряду с военно-политическим альянсом НАТО, созданным в 1949 г., «план Маршалла» способствовал укреплению союза Западных стран в борьбе против СССР и коммунистического движения и означали важнейший рубеж на пути раскола Европы.

Вместе с этим, в данный период закладываются основы будущего европейского объединения. Создаются новые формы межевропейского экономического и политического сотрудничества. Учреждение таможенного союза БЕНИЛЮКС, куда вошли Бельгия, Нидерланды и Люксембург, а затем заключение Парижского Договора об учреждении Европейского объединения угля и стали (ЕОУС) в 18 апреля 1951г., между Бельгией, Италией, Люксембургом, Нидерландами, ФРГ и Францией, что являются явными примерами такого сближения. 25 марта 1957 г. страны-участницы ЕОУС подписали Римские договоры, учреждавшие Европейское экономическое сообщество (ЕЭС) и Европейское сообщество по атомной энергии (Евратом). Эти договоры вступили в силу с 1958 г. Создание трех союзов западноевропейских государств способствовало ускорению экономического роста и повышению жизненного уровня населения стран-участниц. Договоры также оказали влияние на укрепление мира в Западной Европе. Кроме этого идеи объединения стали ответом на рост напряженности в отношениях с Советским Союзом и подпитывались стремлением ряда европейских стран укрепить свои статусные позиции по итогам Второй Мировой войны. Так одной из ключевых задач Великобритании и Франции было укрепление и сохранение статусов великих держав и намерение осуществлять большее влияние на мировую политику.

В социальной сфере правительства европейских стран в 1950-60-е годы проводили политику «выравнивания доходов». Она была направлена на сокращение разрывов в уровне доходов населения и снижение социально-экономических противоречия в обществе. Политика «выравнивания доходов» проявилась в постоянном повышении зарплат рабочих и служащих, в строительстве дешёвого жилья, в специальных государственных программах развития образования и здравоохранения. Одновременно государство постоянно расширяло систему социальной защиты, увеличивая число пособий и количество их получателей. Экономический подъем 1950-60-х гг. привел к росту уровня жизни рабочих в Европе и покончил с массовой безработицей. В 1950-60-е гг. реальная заработная плата в обрабатывающей промышленности в Великобритании увеличилась на 60,4 %, в ФРГ - на 212,1 % ; в США - на 41,8 %. [4, С. 184]. В возрождении экономики были заинтересованы все социальные группы европейских стран. Некоторые политические деятели, начинают активно продвигать лозунги общественного единения.

Послевоенная Европа взяла курс на реализацию проекта государства «всеобщего благоденствия», что в совокупности с экономическим подъемом, способствовало социальной стабильности и изменению, в целом социальной структуры европейского общества. Данная тенденция была особенно характерна для ФРГ, Швеции, Дании, Норвегии и Финляндии. Значительное расширение социального законодательства, привело к росту консолидации общества и снижению социальной конфликтности. В 1944 г. во Франции было введено страхование от несчастных случаев на производстве, в 1953 г. аналогичный акт принят в Англии, а в 1963 г. - в Ирландии. Введены пособия по болезни и старости (в 1946 г. - в Швеции и Бельгии, в 1960 г. - в Финляндии и т.д.), пенсии для престарелых, пособия для безработных (в 1944 г. - в Бельгии, 1949 г. - в Нидерландах, в 1967 г. - во Франции) [6, С. 140].

Значимой тенденцией послевоенного времени является рост среднего класса. В условиях значительного присутствия государственных структур в экономической и политической сферах, происходит расширение бюрократического аппарата, который численно пополняет средний класс. Его росту также способствуют восстановление и расширение системы высшего образования, здравоохранения и принятие правовых пакетов, укрепляющих положение среднего класса.

Средний класс является экономически и политически стабильным, ориентирован на достижение уровня «государства благоденствия» и не поддерживает крайних политических течений. Это способствовало расширению поддержки консервативных европейских партий, пришедших к власти в 1950-е годы в ряде стран Европы.

В странах Восточной Европы в 1945–1948 гг. также актуальными были демократические изменения. Происходит восстановление парламентских режимов и всеобщего избирательного права, принимаются новые Конституции, проходят процессы над военными преступниками. Была национализирована собственность активных нацистских преступников и их союзников. В более поздний период, в течение 1947–1948 гг. в странах Восточной Европы у власти утверждаются коммунистические партии, которые оттесняют другие политических силы – либерально-демократические партии и провозглашают начало строительства социализма.

Исходной моделью становится социально-экономическая и политическая система, утвердившаяся в СССР. В политике всех стран Центральной и Юго-Восточной Европы, можно наблюдать копирование опыта СССР. Так, практически во всех восточноевропейских странах утверждалась, однопартийная политическая система, создаются народные фронты.

К числу значительных политических процессов послевоенных лет можно отнести ряд принятых решений, предусматривающих восстановление и расширение демократических свобод, освобождение государственного аппарата от членов фашистского движения и всех тех кто сотрудничал с оккупационным режимом.

В экономической сфере, в послевоенный период во всех восточноевропейских странах, значительное внимание уделяется индустриализации, развитию прежде всего тяжелой промышленности. Этому процессу придавалось стратегическое значение, в условиях растущей конкуренции со странами Западной Европы, кроме Чехословакии и ГДР, все восточные страны были аграрными. Индустриализация проходила ускоренными темпами, через национализацию промышленности, сферы финансов, торговли, с концентрацией управления в государственных структурах. Аграрные реформы сопровождалась коллективизацией, но без национализации земли. Рыночные отношения были минимализированы, распространение получила административная распределительная система [5].

Данные процессы негативно влияли на развитие социальной сферы и образование, и здравоохранение, и наука, испытывали определенные трудности. Экстенсивный тип производства, и растущие потребности в материальных, энергетических и трудовых ресурсах, привели к нарастанию социально-политической напряженности в странах Восточной Европы.

В ряде стран социалистического лагеря проходят демонстрации протеста и забастовки на предприятиях. В Чехословакии, в Польше, и особенно в ГДР, в связи с ухудшением уровня жизни населения ситуация значительно обострилась, грозила перерасти во всеобщую забастовку. Вспыхнувшие польское и венгерское восстания 1956 г., введение советских танков в Берлин, затем «пражская весна» 1968 г., явились яркими свидетельствами сложной внутривосточной обстановки в странах социалистического лагеря.

Под давлением ситуации, правительства ряда стран идут на значительные изменения в социально-политической сфере. Так в Чехословакии, Венгрии, Польше была провозглашена большая идеологическая открытость, прекращены массовые репрессии, внесены изменения в процесс индустриализации, санкционировано существование разных экономических укладов, снижены уровни администрирования, даны некоторые послабления в использовании индивидуальной трудовой деятельности. Руководство Югославии взяло курс на децентрализацию экономики и смягчение государственного планирования. Был провозглашен отказ от диктатуры пролетариата.

Заключение. Подводя итоги, необходимо отметить, что послевоенный период становится определяющим не только для европейских стран, но и всего мира. После Второй мировой войны началось восстановление развитых европейских стран по пути «американизации». Под непосредственным контролем США, происходит активное продвижение и импорт американских товаров, получает распространение широкомасштабное кредитование, перестраиваются целые сектора экономики и индустриальные структуры (в особенности, в Германии и Японии). А после того как доллар становится главной валютой западного мира, США получает возможность навязывать свою политику западным партнерам и создает условия для своей экономической гегемонии на десятки лет вперед.

Большое внимание уделяется социально-политической сфере. Результатом этого стало небывалое увеличение государственных расходов на социальное страхование, науку, образование и профессиональную подготовку, что способствовало восстановлению и развитию европейских стран.

Политические партии Западной Европы активно поддерживали и продвигали идеологию и практику реформизма, что в свою очередь, было закреплено в конституциях нового поколения Франции, Италии, отчасти ГДР. В них наряду с политическими свободами были зафиксированы и важнейшие социальные права граждан: на труд, на отдых, на социальное обеспечение и образование.

Несмотря на нарастающее политическое размежевание, в странах Восточной Европы, также фиксируются нарастающие демократические преобразования.

Таким образом, государственное регулирование после войны стало главным фактором в развитии западноевропейской экономики. Именно активная регулирующая деятельность государства позволила достаточно быстро преодолеть те трудности, с которыми столкнулась западная цивилизация на данном этапе развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ambrosius G., Hubbard W.H. A Social and Economic History of Twentieth-Century Europe. Cambridge, Mass., 1989; Morgan K. The People's Peace. Oxford, 1990. P. 52.
2. Быстрова Н.Е. СССР и формирование военно-блокового противостояния в Европе: 1945-1955 гг. Автор-т диссертации д-ра ист.н., 07.00.02. М., 2006.
3. Бригс П., Клэвин П. Европа нового и новейшего времени с 1789 года и до наших дней. М., 2008.
4. Крючкова Н. Д. Социальные процессы в странах Европы и Северной Америки во второй половине XX – начале XXI вв // Наука. Инновации. Технологии. 2013. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialnye-protsessy-v-stranah-evropy-i-severnoy-ameriki-vo-vtoroy-polovine-hh-nachale-xxi-vv> (дата обращения: 04.11.2020).

5. Маныкин А. Н. Новая и новейшая история стран Западной Европы и Америки. М., 2004.
6. Мелин Я., Юхансон А., Хеденборг С. История Швеции. М., 2002.
7. Наринский М.М. История международных отношений. 1945-1975. М., 2004.

REFERENCES

1. Ambrosius G., Hubbard W.H. A Social and Economic History of Twentieth-Century Europe. Cambridge, Mass., 1989; Morgan K. The People's Peace. Oxford, 1990. P. 52.
2. Bystrova N.E. the USSR and the formation of military-bloc confrontation in Europe: 1945-1955. Author-t dissertation of Dr. ist. n., 07.00.02. M., 2006.
3. Briggs P., Clavin P. Europe of modern and modern times from 1789 to the present day. m., 2008.
4. Kryuchkova N. D. Social processes in Europe and North America in the second half of the XX-early XXI centuries / / Nauka. Innovations. Technologies. 2013. # 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialnye-protsessy-v-stranah-evropy-i-severnoy-ameriki-vo-vmoroy-polovine-hh-nachale-xxi-vv> (accessed: 04.11.2020).
5. Manykin A. N. New and recent history of Western Europe and America. M, 2004.
6. Melin Ya., Johanson A., Hedenborg S. History of Sweden, Moscow, 2002.
7. Narinsky M. M. History of international relations. 1945-1975. Moscow, 2004.

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Оськина Ольга Ивановна, и.о. декана ФСК, доцент, кандидат политических наук, доцент кафедры политологии и международных отношений ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет им В.Н. Татищева», 89275811651, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2006-1786> . E-mail: oskina_olga@mail.ru

Oskina Olga Ivanova, Acting Dean of FGC, Associate Professor, Candidate of Political Sciences, Associate Professor of the Department of Political Science and International Relations, Astrakhan State University named after V.N. Tatishchev, 89275811651, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2006-1786> . E-mail: oskina_olga@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 07.08.2022

После рецензирования:22.08.2022

Дата принятия к публикации:03.09.2022

М.К. Арчаков [M. K. Archakov]

УДК: 329
DOI: 10.37493/2307-910X.2022.4.20

**ИДЕИ В.Д. ПОРЕМСКОГО И
ТЕХНОЛОГИИ «ЦВЕТНЫХ
РЕВОЛЮЦИЙ»**

**THE IDEAS V.D. POREMSKI'S AND
TECHNOLOGIES OF «COLOR
REVOLUTIONS»**

Благовещенский государственный педагогический университет, г. Благовещенск, e-mail: vostok731@yandex.ru / Blagoveshchensk State Pedagogical University, Blagoveshchensk, e-mail: vostok731@yandex.ru

Аннотация

Статья посвящена вопросам исследования стратегии и тактики современных «цветных революций». Одним из первых разработчиков теории «цветных революций» можно считать лидера и идеолога НТС В.Д. Поремского, автора проекта «молекулярной» или «дирижируемой» революции. Проведенный анализ позволяет предположить, что именно теория В.Д. Поремского, созданная в 1949 г., послужила основой для дальнейших разработок механизма «цветных революций».

Ключевые слова: *цветные революции, политический радикализм, сетевые структуры, молекулярная революция, государственная безопасность.*

Abstract

The article is devoted to the study of the strategy and tactics of modern "color revolutions". One of the first developers of the theory of «color revolutions» can be considered the leader and ideologist of the NTS V.D. Poremski, the author of the project of «molecular» or «conducted» revolution. The analysis suggests that it was the theory of V.D. Poremski, created in 1949, that served as the basis for further development of the mechanism of «color revolutions».

Key words: *color revolutions, political radicalism, network structures, molecular revolution, state security.*

В последнее время в политической науке активно исследуются «цветные революции», которые, в случае успешного завершения, существенно изменяли политические режимы в тех странах, где были осуществлены. К примеру, можно отнести к таким революциям события на Украине, в Грузии и Киргизии, а также неудавшиеся попытки на Болотной площади в России, Белоруссии и Узбекистане.

В случае успеха таких революций, как правило, смещались руководители государств, изменялось положение политических элит, страна сталкивалась с системным социально-политическим кризисом.

По мнению М. Васильева, «сегодня размышляя о «цветных революциях», предполагают систематическое манипулирование протестующими в целях усиления политической конфронтации и свержения существующего политического режима. В тех «цветных революциях», которые были осуществлены на данный момент, можно говорить о идентичности сценария развития такой революции, что позволяет сделать вывод о применении единой стратегии и тактики революционных действий» [2].

Неслучайно изменение системы власти путем революции, как правило, ведет к разрушению инфраструктуры страны, нанесению серьезного демографического и материального ущерба.

В последнее время особую роль в разрушении политических режимов приобрели «цветные революции». По мнению В. Багдасаряна, одной из целей «цветных революций»

является десуверенизация страны в интересах центра глобальной мировой системы, действия которого и направлены на подчинение геополитического пространства своим интересам [1; с. 21].

Не секрет, что этим центром выступают США, претендующие на осуществление мирового диктата и поддержания однополярного миропорядка. Как правило, говоря о технологиях «цветных революций», некоторые исследователи, например, Э.Э. Шульц, упоминают американского политолога Джина Шарпа [9; с. 120]. А именно его 198 методов «ненасильственных действий», которые Шарп считал базовыми для смены «недемократических политических режимов» [8; с. 10].

Однако принципы Д. Шарпа были опубликованы во второй половине 1960-х гг., тогда как основы теории «ненасильственных действий» можно увидеть в трудах одного из теоретиков и руководителей «Народно-трудового союза» Владимира Дмитриевича Поремского. Как утверждал Э.Ф. Макаревич: «В конце 40-х годов главой НТС стал Владимир Дмитриевич Поремский, инженер-химик по образованию, завоевавший авторитет в научном мире своими трудами по молекулярным структурам» [5; с. 327].

Зимой 1949 г. В.Д. Поремский завершил теоретическое исследование, которое назвал «К теории революции в условиях тоталитарного режима». На свет появилась концепция, которую он назвал «молекулярной теорией». Так, что такое «молекулярная теория» и почему именно В.Д. Поремского можно считать одним из первых идеологов «цветных революций»?

Согласно современному российскому исследователю В. Багдасаряну: «В структуре управления любой «цветной революции» отсутствует как официальное партийное ядро, так и одинаково всеми признаваемый революционный вождь - руководитель. Тогда как активисты организованы на основе ячеечной структуры, обладающей определенной устойчивостью» [1; с. 51].

Здесь сетевой принцип предполагает, что оппозиционное движение не имеет конкретных персонифицированных руководителей при высокой степени организации и манипуляции сознанием через Интернет, а также через сеть небольших организаций и групп, действующих самостоятельно. Такая организация значительно повышает шансы на успех «цветной революции», поскольку даже арест или задержание активистов какой-то группы не сможет повлиять на организационный процесс и нанести непоправимый урон развитию революционной ситуации.

По мнению П. Ильченкова, высокая степень неуязвимости оппозиционных групп объясняется отсутствием единого центра управления, что позволяет в итоге привлечь большее число активистов [3; с. 56.]. Такие группы активистов могут быть выведены на улицы для участия в массовых мероприятиях оппозиции. По выполнению задач революции такие группы, как правило, рассеиваются, чтобы не иметь возможности дальнейшей консолидации и превращения в партии, реально претендующие на полноту власти после возможной победы революционных сил.

Однако В. Поремский еще в 1949 г. утверждал, что «каждая организация может быть различным образом структурирована. В идеале мы можем говорить об организации не имеющей определенной структуры, но прекрасно функционирующую. Такую структуру мы будем называть молекулярной организацией» [7; с. 99-100]. Следовательно, именно сетевая, она же молекулярная структура разрабатывалась В. Поремским, как основа для будущей «ненасильственной революции».

Интересен момент с обоснованием необходимости существования единого руководящего центра будущей «цветной революции». Так, В. Багдасарян, утверждает, что «революционное движение не может быть стихийным. Направляется и организуется оно не какой-то политической партией, существующей внутри страны, а внешними политическими силами. Вне пределов страны расположены и центры финансирования будущей «цветной революции». В политическом руководителе оппозиционного движения просто нет надобности, так как руководящие функции выполняют управленческие структуры внешнего типа» [1; с. 50].

Тогда как В. Поремский в своей работе утверждал, что «нельзя отрицать существования заграничного управленческого центра, который находится целиком вне досягаемости органов власти и осуществляет деятельность по планированию, техническому обеспечению, информированию всех оппозиционных сил» [7; с. 101].

По мнению Е. Пономаревой: «Заграничные центры в течении длительного периода осуществляют финансирование и материально-техническую поддержку активистов будущей революции и берут на себя роль верховного судьи, выступающего на стороне оппозиции. Например, объявляют все действия оппозиционных сил заведомо легитимными, даже если при этом нарушается законодательство, тогда как деятельность органов власти и управления, во всех случаях, считается нелегитимной» [6].

По мимо этого, такой заграничный центр готов активно поддерживать оппозицию на любом уровне (социально-экономическом, политическом и т.д.), даже военным путем. Нередко такой центр выступает в роли активного переговорщика между властью и революционерами, выступая на переговорах, естественно, на стороне оппозиции. Заграничный центр может прямо давить на действующую власть, используя зависимость некоторых представителей правящих элит от международных финансовых кругов (например, банковские счета, материальные ценности в различных странах и т.д.).

Кроме того, зарубежные центры активно работают и с представителями «старой» правящей элиты, некогда бывшей во власти, а теперь пополнившей ряды оппозиции. Делается это с целью возможного влияния и поиска союзников среди действующих представителей власти, не утративших контакты с представителями «старой элиты». Кроме того, зарубежные центры всегда держат ситуацию под контролем, чтобы, в случае успеха революции, получить некие дивиденды (экономические, политические и т.п.) от революционеров, которым осуществлялась разнообразная материально-техническая помощь и правовая поддержка.

Практически все «цветные революции» проходили под лозунгом, начинавшимся с краткого «против» - против коррупции, против нарушения прав и свобод личности, против произвола силовых структур и т.д. Вот, что рекомендовал В. Поремский, еще в конце 1940-х гг., «необходимо среди российских граждан распространять какую-то броскую, психологически максимально приемлемую, единообразную, стандартную формулировку «против». Из этой формулировки – легко запоминающейся, броской – должны явствовать: антинародная сущность власти и ее неизбежная враждебность к каждому гражданину, не желающему стать ее полным рабом и потому, рано или поздно, обреченному на уничтожение. Путем раскрытия этой формулировки надо привести всех граждан к утверждению в их сознании общего и единообразного отрицательного отношения к власти» [7; с. 102].

И далее В. Поремский пишет: «Следует распространять среди российских граждан яркие призывы, четко сформулированные и постоянно повторяемые» [7; с. 104]. Как показали события современных «цветных революций», все эти рекомендации активно применялись на практике заокеанскими кураторами и их помощниками на территории Грузии, Украины, Киргизии, арабских стран и т.д.

Какие же действия для организации широких слоев населения предлагает В. Поремский: «В распоряжении заграничного центра три пути: переброска на ту сторону пропагандной литературы (или создание и распространение этой литературы на месте, что осуществимо сначала в незначительных размерах, которые можно резко увеличить; устная пропаганда – при помощи радио и других современных способов передачи слова на расстоянии; личное общение членов организации в крайне ограниченном кругу» [7; с. 105-106]. Подобные технологии, в условиях «цветных революций», реализовывались уже в наше время, только с поправкой на современные технические средства, когда вместо радио использовались, преимущественно, соцсети, интернет и т.д.

Разрабатывались В. Поремским и правила приема в революционную организацию: «Каждый агитационный материал должен содержать призыв для желающих добровольно и, в

то же время, заочно влиться в кадровый состав группы революционеров. Таким образом будет создана тайная ячейка революционеров, провозгласивших о заочном вступлении в ряды организационной структуры» [7; с. 112]. Как это проявилось на практике в более позднее время, можно увидеть на примере, допустим России 2011-2012 гг., в момент создания и развития «белоленточного движения» объединенной оппозиции. Только вместо листовок и брошюр времен В. Поремского использовались всевозможные современные интернет-ресурсы.

Далее В. Поремский размышляет о причинах возможного успеха предстоящей революции. И в качестве одного из условий реализации революционной стратегии называет необходимость «внешнего толчка», который и приведет к эскалации протестных настроений и разрастанию бунта во всероссийское восстание и гражданскую войну. То есть речь идет о «дирижируемой революции», где роль так называемого «дирижера» выполняет зарубежный центр. Именно такой центр создает революционные очаги в центре страны или на ее окраинах и непосредственно осуществляет руководство деятельностью революционных сил.

Как известно из новейшей истории «цветных революций», такие зарубежные центры осуществляли прямое дирижирование, направляя, подпитывая и разжигая так называемые «революционные очаги» в различных странах (например, Киргизия, Украина, арабские страны и т.п.).

Согласно теории, В. Поремского, такая «дирижируемая революция» осуществляется в три этапа. На первом этапе создаются условия для предстоящей революции, а именно обучаются активисты, создаются специальные группы подготовленных к решительным действиям людей, устанавливается связь между этими группами и т.д. За рубежом формируется единый направляющий центр, который и будет координировать деятельность этих групп. На втором этапе создаются местные координирующие центры, подчиненные зарубежному управляющему центру. Эти местные центры должны разработать и детализировать приемы агитации и пропаганды и уметь применять их согласно специфической обстановке и психике отдельных групп населения или тех или иных территорий. И, наконец, третий этап состоит в подготовке очагов революции через концентрацию революционных ресурсов, мобилизацию местных активистов, заброс спецсредств, вооружения и прочего извне.

Таким образом, теория «дирижируемой революции», предложенная В. Поремским, без сомнения повлияла на разработку стратегии и тактики «цветных революций» и их реализации на практике на современном историческом этапе.

Существенное место в своей теории В. Поремский отводил информационному обеспечению будущей революции. В тех условиях, когда писалась работа В. Поремского, основную роль играл листовочный материал. Поэтому, как считал В. Поремский, листовка должна исходить от единого заграничного центра и содержать четкое обоснование против кого или чего направлена. Например, в современной России в 2011-2012 гг. основным лозунгом «белоленточных революционеров» был слоган «Россия без Путина», его размещали везде в интернете, на стикерах, листовках, граффити-надписях и т.д.

Неслучайно «цветная революция» может быть осуществлена только, если есть возможности широкого использования информационных технологий. В силу чего для координации действий оппозиционеров, как правило, используют различные интернет-ресурсы. Например, пользуются популярностью у современных революционеров всевозможные информационные сайты-площадки и, безусловно, СМС сообщения с приглашениями поучаствовать в той или иной акции протеста. Такой вариант передачи нужной информации каждому конкретному абоненту, способствует дистанционному управлению активистами. Решению этой задачи служит любой современный смартфон. Неслучайно такой сетевой обмен информацией рассматривается как вполне эффективный способ влияния на массы протестующих. Следовательно, в интернете сегодня планируется и проводится одна из главных битв современных «цветных революций».

По мнению А. Королевской, «стратегию осуществления сетевой войны разрабатывал Офис Секретаря Обороны под руководством вице-адмирала США Артура К. Сибровски и затем активно применял в ходе боевых операций в Афганистане и Ираке. Вскоре данная стратегия стала применяться для осуществления «цветных революций». Считается, согласно данной концепции, что в информационной войне необходимо использовать сетевое доминирование над противником, включающее в себя основные требования: искусственно сокращать доступ противника к необходимой информации; предоставление постоянного доступа к информационным ресурсам своим сторонникам с использованием различных сетевых механизмов; обеспечение возможности получения различной оперативной информации [4].

Как правило, в стране, где готовится или осуществляется «цветная революция», действия участников организуются благодаря распространению информационных сообщений через электронную почту, личные страницы в соцсетях и мобильные телефоны. Например, часто используемые Twitter, Hotmail, Facebook, Gmail расположены в США и находятся под контролем различных специальных служб. Затем, организованной с помощью различных электронных ресурсов, массе людей демонстрируется самая незамысловатая провокация и, как итог, начинаются столкновения протестующих с представителями силовых структур. Подобные сценарии осуществлялись в ходе «цветных революций» в Тунисе и Египте и здесь возмущенным обывателям демонстрировались акты самосожжений, широко освещаемые в различных СМИ и сетевых ресурсах.

Поэтому всевозможные, заранее ангажированные, СМИ позволяют быстро довести до обывателя нужную заказчику информацию, фэйковые видео клипы с целью вызвать в массе протестующих страх и ужас, переходящие в ненависть к тому или иному политическому лидеру, членам кабинета министров или представителям силовых структур. Следовательно, применение сетевых ресурсов – один из наиболее выигрышных инструментов в арсенале любой «цветной революции». И здесь таится скрытая опасность для существующего политического режима, поскольку, если интернет работает бесперебойно, он функционирует в интересах организаторов протестных акций, тогда как, если будет ограничен доступ к интернет-связи, это вызовет рост недовольных правящим режимом, что выльется в агрессивные действия толпы против всех носителей власти.

Таким образом, проведенное исследование позволяет предположить, что стратегия и тактика будущих «цветных революций» получила предварительную разработку в трудах лидера НТС В.Д. Поремского в конце 1940-х гг. Тогда В. Поремским был предложен термин «молекулярная» или «дирижируемая» революция, который с успехом можно отождествить с более современным понятием «цветная революция».

Теория В. Поремского обосновывала четкую связь зарубежного центра управления такой революцией с местными революционными очагами. Именно зарубежный центр должен был обеспечивать финансирование, подготовку боевиков и их вооружение, управление деятельностью революционных ячеек. Все эти действия хорошо видны на примере «цветных революций» в различных странах мира (например, Украина, Киргизия, Грузия, арабские страны и т.п.). Ну а управляющим центром таких «революций» выступали и продолжают выступать США, присвоившие себе право вмешиваться во внутренние дела независимых государств и пытаясь свергать неугодные им режимы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Багдасарян В. Мир под прицелом революции. – СПб.: Питер, 2017. – 320с.
2. Васильев М.В. «Управляемый» хаос как технология неокOLONиального передела мира // Концепт. – 2016. – Т. 15. – С. 2161 – 2165. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://e-koncept.ru/2016/96352.htm> (дата обращения: 22.08.2022 г.).
3. Ильченков П. «Экспресс-революция» в Сербии // Оранжевые сети: от Белграда до Бишкека. - СПб., 2008. – 289с.

4. Королевская А. «Цветные революции» // Центр Льва Гумилева. Евразийство и скифство. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gumilev-center.ru/cvetnye-revolyuicii/> (дата обращения: 21.08.2022 г.).
5. Макаревич Э.Ф. Заговор профессоров. От Ленина до Брежнева. – М.: Вече, 2017. – 384с.
6. Пономарева Е. Секреты цветных революций // Катехон. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://katehon.com/ru/article/sekretu-cvetnyh-revolyuicii> (дата обращения 18.08.2022 г.)
7. Поремский В.Д. Стратегия антибольшевицкой эмиграции; избранные статьи 1934-1997. – М.: Посев, 1998. – 288с.
8. Шарп Д. От диктатуры к демократии: Стратегия и тактика освобождения. – М.: Новое издательство, 2012. – 268с.
9. Шульц Э.Э. Современный российский политический протест: монография. – М.: Проспект, 2021. – 168с.

REFERENCES

1. Bagdasaryan V. Mir pod pricelom revolyucii. – SPb.: Piter, 2017. – 320s.
2. Vasil'ev M.V. «UpravlyaemyJ» khaos kak tekhnologiya neokolonial'nogo peredela mira // Koncept. – 2016. – Т. 15. – S. 2161 – 2165. [Ehlektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://e-koncept.ru/2016/96352.htm> (data obrashcheniya: 22.08.2022 g.).
3. Il'chenkov P. «Ehkspress-revolyuiciiYA» v Serbii // Oranzhevye seti: ot Belgrada do Bishkeka. - SPb., 2008. – 289s.
4. Korolevskaya A. «Cvetnye revolyucii» // Centr L'va Gumileva. Evrazijstvo i skifstvo. [Ehlektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.gumilev-center.ru/cvetnye-revolyuicii/> (data obrashcheniya: 21.08.2022 g.).
5. Makarevich E.H.F. Zagovor professorov. Ot Lenina do Brezhneva. – М.: Veche, 2017. – 384s.
6. Ponomareva E. Sekrety cvetnykh revolyucij // Katekhon. [Ehlektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://katehon.com/ru/article/sekrety-cvetnyh-revolyuicii> (data obrashcheniya 18.08.2022 g.)
7. Poremskij V.D. Strategiya antibol'shevickoj ehмиграции; izbrannye stat'i 1934-1997. – М.: Posev, 1998. – 288s.
8. Sharp D. Ot diktatury k demokratii: Strategiya i taktika osvobozhdeniya. – М.: Novoe izdatel'stvo, 2012. – 268s.
9. Shul'c E.H.EH. Sovremennyj rossijskij politicheskij protest: monografiya. – М.: Prospekt, 2021. – 168s.

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Арчаков Михаил Константинович, доктор политических наук, профессор, кафедры всеобщей истории, философии и культурологии, Благовещенский государственный педагогический университет, г. Благовещенск, e-mail: vostok731@yandex.ru

Archakov Mikhail Konstantinovich, Doctor of Political Sciences, Professor of the Department of General History, Philosophy and Cultural Studies, Blagoveshchensk State Pedagogical University, Blagoveshchensk, e-mail: vostok731@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 07.10.2022

После рецензирования: 22.11.2022

Дата принятия к публикации: 03.12.2022

М.М. Абазалиева [M.M. Abazalieva],
А.Ю. Белоконь [A.Y. Belokon]

УДК 323
DOI: 10.37493/2307-910X.2022.4.21

СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МЕДИАТИЗАЦИИ ПОЛИТИКИ В РОССИИ

SOCIO-POLITICAL ASPECTS OF THE MEDIATIZATION OF POLITICS IN RUSSIA

***Аннотация** Сущность и особенности функционирования медиатизированной политики в системе коммуникаций современной России определяются рядом факторов, к которым в первую очередь можно отнести формирование гражданского общества, становление демократических устоев, следование букве Конституции. Цель статьи - выявить определенные смысловые перестановки в коммуникационном взаимодействии общества и власти, которые предполагают наличие плюралистического множества политических сил и здоровую конкуренцию между ними, последовательное развитие самой системы проецирования политики в масс-медиа. Делается вывод, что в современной России можно констатировать тенденцию роста медиатизации политики в российском политическом пространстве, что выражается как в преобразовании политической системы, так и протекании политических процессов.*

Ключевые слова: масс-медиа, медиатизация политики, СМИ, информационное общество, пропаганда

Abstract

The essence and features of the functioning of mediatized politics in the communications system of modern Russia are determined by a number of factors, which primarily include the formation of civil society, the formation of democratic foundations, and adherence to the letter of the Constitution. The purpose of the article is to identify certain semantic permutations in the communication interaction of society and government, which presuppose the presence of a pluralistic plurality of political forces and healthy competition between them, the consistent development of the system of projecting politics in the mass media. It is concluded that in modern Russia it is possible to state the tendency of the growth of the mediatization of politics in the Russian political space, which is expressed both in the transformation of the political system and the course of political processes.

Key words: mass media, mediatization of politics, mass media, information society, propaganda

Введение. С распадом СССР идеологическая пропаганда исчезла, уступив место качественно другим механизмам сближения сфер политики и СМИ, нежели пропаганда. Становление гражданского общества и всесторонняя демократизация отношений потребовали построения системы, основанной на принципах крепких долгосрочных контактов по схеме: политическая элита, представляющая государство и общество, с использованием различных методов политического взаимодействия, в том числе и ранее перечисленных нами, которые характерны для демократического общества: установление «повестки дня», формирование общественного мнения, конструирование политической реальности и т.д., т.е. всего того, что наиболее естественно для владельцев масс-медиа в формате и в рамках политического взаимодействия.

Методы исследования. Рассматривая медийную сторону политики, мы считаем целесообразным опираться на проксеимический (пространственно-временной) подход Э. Холла [23], который в какой-то мере отражает проблематику связи политики и информационной обеспеченности общества. Наше исследование также подводит к работам

Т. Ричардсона и О. Дженсена, обосновавшим взаимосвязь политического дискурса и общественного пространства, в том числе информационного. По мнению Т. Ричардсона и О. Дженсена, именно политическая информация выступает одновременно базисом и материалом, из которых производится пространство социальной жизни человека и общества, его базисом *a-rīogī*, которое включает в себя и практики, и символические значения, сопровождающие коммуникацию, в том числе и политическую [24].

Степень научной разработанности темы. Противоречия поля политики и информационного воздействия, вкупе с медиатизацией политики рассматривают И.И. Засурский, В.М. Латенкова, А.И. Соловьев, А.Р. Тузиков и др. [5, 13, 18, 19]. Роль масс-медиа в политической жизни общества и их влияние на политическую систему изучают А.К. Боташева и С.В. Ануфриенко, К.Е. Виноградова, Б.И. Дубин, С.С. Щербаль, В.М. Юрченко и др. [3, 6, 10, 21, 22]. В работах С.С. Морозова, Н.Н. Нестеровой, О.Ю. Смысловой рассматриваются аспекты государственной информационной политики в условиях развития современного общества [14, 16]. Исследования проблематике медиатизации политики посвятили С.В. Ануфриенко и Е.Г. Грибовод [1, 9]. В тоже время медиатизация политики как стратегический ресурс политических коммуникаций рассматривается недостаточно обширно.

Основная часть исследования. По мнению исследователей, в России тесная связь между политикой и медийной составляющей начала формироваться в 1997 году [5, 81], и сегодня прочно охватывает политические унификации в системе политики, основанные на взаимодействии с медийным пространством. Как известно, эпоха СССР отличалась базовым алгоритмом взаимодействия ключевых фигур политического процесса, когда крупные субъекты политики, преследуя свои политические цели, активно использовали потенциал идеологии как главной формы символизации политических явлений и событий. Идеологи существовали как отдельная страта коммунистов и комсомольцев, которая высокопрофессионально распространяла в обществе идеологические ценности. Вся история построения социализма и коммунизма говорит о жесткой идеологической борьбе, которая служила важнейшим механизмом политической самоидентификации субъекта общества и позиционирования политических акторов.

Нельзя сказать, что в СССР связь между СМИ и политикой была меньше. В СССР главную роль играла пропаганда, как преднамеренно используемая политическая информация, задача которой была циркулировать между составляющими политической и общественной систем, как своеобразный процесс выдачи информации властными политическими структурами, а также общественными группами и индивидами. Политическая пропаганда, которая массовым порядком велась на телевидении и в печати, имела в наличии определенную аудиторию, вольно или невольно ориентированную на заданную информацию.

В современной России можно констатировать тенденцию роста медиатизации политики в российском политическом пространстве, что выражается как в преобразовании политической системы, так и протекании политических процессов. Так, политические процессы последних лет – выборы Президента РФ, выборы в Госдуму и выборы региональных уровней наглядно показали, что медийное интернет-пространство (интернет-журналистика, социальные сети, блогосфера и т.д.) – активно заявили о себе как полноправные субъекты политического процесса. Как полагает В.М. Латенкова, современное медийное интернет-пространство является полноправным политическим актором и одновременно идеальной площадкой для формирования политического дискурса, свободного комментирования актуальной «повестки дня» и воздействия на нее [13].

Можно сказать, что медиатизация политики в России проходит с участием всех компонентов системы СМИ, включая Интернет, причем процесс медиатизации эквивалентен усилению демократизации государственной системы, ассоциируется с необходимостью для политических элит «обеспечить одобрение» общества и коммуникативно их «регулировать» [18, 6], с чем мы, безусловно, согласимся.

Анализируя данные позиции, отметим, что современная эпоха в России порождает иные зависимости и новые принципы взаимодействия масс-медиа, индивида, власти и общества. Главный вопрос любой политики – это вопрос власти и доступа к ресурсам (экономическим, политическим, информационным и др.). На сегодняшний день сложилась такая ситуация, когда крупные политические партии, находящиеся у власти, имеют доступ к экономическим ресурсам, а крупные политики являются успешными бизнесменами и достаточно обеспеченной прослойкой общества. Естественно, что крупные субъекты политики используют все механизмы, чтобы сохранить власть или ее завоевать, захватить.

В таких условиях масс-медиа выступают благоприятной площадкой / механизмом для манипуляции сознанием масс на национальном уровне, как своего рода процесс, влияющий на когнитивные функции человека. Учитывая, что субъекты политики, которые имеют определенные ресурсы (финансовые, властные или иные) для того, чтобы использовать мощный потенциал масс-медиа с целью манипулирования аудиторией в свою пользу, никогда не упустят такую возможность, – в ситуации «свободных СМИ» речь идет не о взаимодействии, а об одностороннем воздействии со стороны субъектов политики (крупного капитала, политиков, партий), которые используют весь потенциал манипулятивного воздействия на сознание обывателя.

Коммерциализированная и деформированная публичная политика в России стала складываться с середины 90-х годов прошлого века, после президентских выборов 1996 года, когда медийным образом была сконструирована ситуация выбора между «добром» и «злом» (Б. Ельциным и Г. Зюгановым). Медиатизация политики была успешно освоена новой политической элитой, которая в полной мере использовала весь потенциал СМИ. В совокупности все эти факторы привели к тому, что в Российской Федерации государство контролировало 73% всех электронных СМИ, 78% региональной и 20% центральной прессы [10].

Однако в последующие годы ситуация мало изменилась по сравнению с 1990-ми годами: медиа-холдинги принадлежали крупному политизированному капиталу, посредством чего осуществлялся контроль над процессом информационного воздействия по заданным параметрам. Медиапространство России начала 2000-х годов можно охарактеризовать, как поле борьбы между группами интересов внутри элиты и «кланами», где национальные масс-медиа (в особенности телевидение) служат интересам преимущественно крупных политических и экономических акторов, а также идеологическим и геополитическим интересам государства, которые тоже формируются в эшелонах власти. Как по этому поводу справедливо отмечает А.Р. Тузиков, политическая элита никогда не допустит к публичной политике «чужих», не принадлежащих к сконструированному консенсусу [19, 123].

На наш взгляд, подобная ситуация объясняется рядом факторов: ангажированностью, циркулирующей в российском медиапространстве массовой политической коммуникации и искусственным конструированием дефицита альтернатив. Эти обстоятельства современного развития медийного поля России не остались без внимания со стороны ведущих западных политических сил, которые в унисон продвигали и продвигают в мировых медиа идею о том, что в России отсутствует свобода слова, хотя в других государствах, включая западные, свобода слова, основанная на объективности и независимой позиции, не является незыблемым фактом. Так, еще в 2014 г. Международная неправительственная организация «Репортеры без границ» (Reporters Without Borders), которая представила очередной рейтинг свободы прессы в мире, определила России 148 место из 180 возможных в общемировом рейтинге. В отчете указывается на отсутствие плюрализма мнений, продолжение нападения на журналистов, существование негласных запретов на публикации, цензуру, особенно на телевидении [8].

В последующие годы значительное количество российских СМИ официально не принадлежали государству и имели независимый статус, закрепленный в Конституции РФ, согласно которой никакая идеология не может устанавливаться в качестве обязательной или государственной (пункт 2, ст. 13. Конституции РФ) [17]. В связи с независимой политикой РФ по урегулированию украинского кризиса и по вопросам борьбы с террористической

организацией ИГИЛ в Сирии, одной из актуальных тенденций проявления медиатизации политики в России, по нашему мнению, является столкновение медиатизированной внутренней (отечественной) и внешней (западной) массовой политической коммуникации, чьи дискурсы противостоят друг другу. В настоящее время Россия подвергается массивному агрессивному информационному воздействию, которое становится возможным в результате мировой медиатизации политической реальности.

В этой связи следует заметить, что российским экспертным сообществом, специализирующимся в области изучения национальной безопасности, как правило, анализируются такие категории как «информационная война», «информационное противоборство», «киберугрозы», «кибертерроризм», «информационная безопасность» и др., тогда как способы элиминации угроз медиатизации политической реальности остаются за пределами исследований системы общественно-научного знания.

С этой целью весьма актуально обратиться к такому механизму медиатизации политики, как пропаганда / контрпропаганда. Более подробное рассмотрение данного механизма медиатизации политики в ракурсе российских политических технологий целесообразно по причине того, что в настоящее время пропаганда является частью системы глобального информационного потока, контролирующей и воздействующей элементами которой вплетены в ткань всех социально и политически значимых функций развитых государств.

Данный уровень анализа подразумевает рассмотрение тех факторов заграничного пропагандистского воздействия, которые угрожают стабильному функционированию государства и органов власти, защите национальных интересов и т.д. Информационная безопасность политической системы – это система защиты национальных интересов, ценностей, целостности гражданского сознания людей, обеспечиваемая внутривнутриполитическими, идеологическими, в том числе и пропагандистскими методами. Механизмы отечественной пропаганды здесь рассматриваются как синонимы идеологической борьбы и защиты и становятся в один ряд с основными способами поддержки стабильного функционирования внутригосударственного информационного поля, что позволяет в определенной степени контролировать уровень гражданской лояльности властям и не допустить внутригосударственной протестные настроения, вызванные внешними источниками пропаганды [15, 20-21].

Масштаб и состояние безопасности информационной системы зависят от типа политической системы страны, от особенностей политического режима. Так, тоталитарный режим предполагает большую закрытость информационной системы, что мешает проникновению чуждой политической пропаганды. С одной стороны, жесткая цензура со стороны государства является негативным фактором с точки зрения недоступности альтернативных источников информации, дефицита объективной информации, идеологизированности и предвзятости информационного поля, наличием сфабрикованных новостей и т.д. С другой стороны, все перечисленное способствует защищенности и безопасности медиасреды от медиатизированных внешних атак. Может именно поэтому США и «объявили войну» тоталитарным режимам, прикрываясь идеями демократии и свободы слова. Получается, что, в странах, где СМИ обладают реальной свободой слова, легче применять механизмы медиатизации политической реальности.

Как это ни парадоксально, но именно в России меньше всего используются методы контрпропаганды во внутривнутриполитической жизни, а масс-медиа нацелены на максимальную открытость информационной системы для внешних источников массовой информации. В пример можно привести изобилие в сети интернет призывов к джихаду или безнаказанное поведение сектантов различного толка. В пример приведем количество сайтов, которые были нами выявлены в сети. В поисковой системе «Яндекс» по запросу – «самостоятельно изготовить бомбу» – было найдено 593000 ответов, например, «Как изготовить взрывчатку в домашних условиях» (с подробным описанием как изготовить бомбу с часовым механизмом и как правильно маскироваться) [12], «как вести джихад» – 790000 ответов, из них 40000 видеороликов по теме, «на пути служения Богу» – 5 млн. ответов, где множество однотипных сайтов со стороны различных сект – «хочешь служить Богу? Войди в систему» [7] и т.д.

Еще большую настороженность в этом плане вызывает анализ сети «You Tube.ru», где по запросу, например, «изготовить бомбу» выходит множество видеороликов: «Как сделать бомбу с часовым механизмом и индикатором. Съёмочный макет» (выставлен 10 месяцев назад, 190 766 просмотров); «Как сделать простую бомбу» (выставлен год назад, 1 293 164 просмотра); «Как сделать химическую бомбу в домашних условиях. 18+!» (выставлен 7 месяцев назад, 10 456 просмотров); «Бомба с часовым механизмом. Часть 2» [2].

Анализ материалов, представленных в сети интернет, говорит о том, что, во-первых, речь идет о насаждении в России идеологии терроризма, который «стал важным элементом всего комплекса общечеловеческих, глобальных проблем» [4, 2319], во-вторых, идет целенаправленный процесс внедрения в российском политическом пространстве идей сепаратизма и протестного настроения. При этом цензура, даже более жесткая и решительная, не решит проблему, так как полностью запретить интернет ни одно демократическое государство не может себе позволить. В этой связи необходимо полнее использовать ресурсы идеологической контрпропаганды в сети Интернет, которая будет способствовать минимизации деструктивного влияния подобных сайтов на психику, в особенности, подрастающего поколения.

На наш взгляд, эффективная политическая пропаганда и контрпропаганда в медийном пространстве является приоритетным направлением в сфере защиты национальных интересов России и выступает первостепенным условием для стабильного развития общества, поскольку именно медиатизация политической реальности, используемая внешними акторами для достижения политических целей, представляет наибольшую угрозу в виду своей анонимности и недоказуемости. Исходя из российской практики медиатизации политики можно сделать вывод, что именно демократические формы правления меньше используют такие механизмы медиатизации политики, как пропаганда и контрпропаганда во внутривнутриполитической жизни, нацелены на максимальную открытость информационной системы, на разнообразие и альтернативность источников информации и предполагаемых воздействий извне. В стремлении создать полинациональные интересы и упрочить национальную безопасность, заметим, что существующая ныне политическая реклама и политические PR-технологии уступают по своей эффективности политической пропаганде и не в полной мере отвечают требованиям упрочения российской государственности в силу своей специфики.

Ученые констатируют, что механизмы пропаганды и контрпропаганды в системе современного российского общества отошли на задний план, используются неэффективно, незаслуженно забыты как самостоятельная политическая технология. Преданы забвению такие функции, как интеграция политического сознания и политической культуры, создание общепризнанной системы идеологии и социокультурных и политических ценностей. Кроме того, использование указанных видов политических технологий не входят априори в задачу государственных органов, как структуры, занимающейся решением иных вопросов, куда политическая пропаганда и контрпропаганда не входят.

В то же время именно пропаганда является одним из эффективных способов формирования общественного мнения, привлечения максимально возможного количества сторонников. Пропаганду возможно осуществлять через различные каналы медиа: телевидение, печать, радио, интернет. Она может распространяться в виде идей, теоретических знаний, взглядов, убеждений и т.п. К сожалению, этот механизм как социально-коммуникативная технология используется недостаточно эффективно. Почти не существует научных работ, посвященных исследованию и систематизации успехов и достижений советского опыта политической пропаганды, предложений ее организации с учетом промахов и ошибок прошлого, с конкретными предложениями современных приемов пропаганды и контрпропаганды, отвечающих актуальным политическим реалиям. Поэтому было бы весьма востребовано и целесообразно пересмотреть методики советской пропаганды и контрпропаганды, предложить новые тактики и стратегии ее использования в государственной практике и в государственном управлении.

На наш взгляд, необходимо преодолеть стереотип негативной коннотации понятия

«пропаганда», который бытует со времен распада СССР, как в российском научном сообществе, так и в обществе в целом. Он накладывает свой отпечаток на восприятие политики и на использование ее ресурсов самим обществом. Более того, негативный смысл данного понятия также связан с наличием отрицательного опыта россиян во время избирательных кампаний постсоветского периода, когда субъекты политики активно использовали пропаганду в своих корыстных целях.

Пропаганду следует рассматривать как деятельность, направленную на создание и распространение определенной идеи в общественном сознании. Рассмотрим состояние пропаганды прошлых десятилетий. Выборы в Государственную Думу РФ 1999 г. стали полигоном для апробации новых политических технологий в сфере использования медиаресурсов. Как полагает С.С. Щербаль, одним из наиболее распространенных приемов в технологическом арсенале современной российской пропаганды является нагнетание атмосферы надвигающейся угрозы через материалы СМИ [21, 9]. И.И. Засурский констатирует, что медиатизация российской политики привела к торжеству компромата [11, 128]. По мнению В.М. Юрченко, российские политические партии в период избирательных кампаний используют широкий спектр приемов и методов с опорой на масс-медиа, а технологии политической пропаганды, применяемые российскими политическими партиями, за период 1999-2007 гг. значительно эволюционировали [22, 259]. Например, выборы 1999 г. изобиловали приемами «жесткой» пропаганды, для них была характерна резкая политическая поляризация телеканалов и ангажированность известных тележурналистов. В последние годы такая тенденция уже не наблюдается в связи с отсутствием достойной политической конкуренции.

Итак, сама трансформировавшаяся роль масс-медиа выдвигает на передний план необходимость проведения мониторинга кейсов, свидетельствующих о наличии медиатизации политики, случаях потери государственной властью своей автономности в вопросах принятия политических решений; анализа специфики данного феномена и разработки конкретных способов выявления, нейтрализации и парирования внешних угроз и вызовов безопасности РФ в контексте активизации процесса медиатизации мировой политической реальности.

В качестве еще одной тенденции развития медиатизации политики в России, можно назвать аспект формулирования через средства массовой информации политических вопросов, которые может инициировать практически каждый значимый политический актор. Так, говоря о властных структурах государства, собственные политические интересы («политические вопросы») могут возникнуть у власти разных уровней: федеральной, региональной, муниципальной. Уровень международных отношений обычно полисубъектен и значительно увеличивает количество «политических вопросов»: к традиционным институтам государственной власти добавляются многочисленные и разнообразные надгосударственные и негосударственные организации и объединения. Также собственные политические установки (и собственные «политические вопросы») могут иметь институты гражданского общества, бизнес-структуры, различные профессиональные и этнические сообщества, и т.д. Таким образом, деление «политических вопросов» на институциональные, общественные и медийные составляющие является лишь частью огромного спектра их разновидностей, а, следовательно, можно говорить о наличии множественности «политических вопросов».

В условиях такой фрагментарности возникают случаи, когда формулирование тех или иных политических вопросов самыми различными политическими субъектами приводит к их общей разобщенности. Например, интересы и мотивация органов власти могут не совпадать с целями социума, либо не имеют «общего знаменателя» с установками этнических и профессиональных сообществ [20, 43].

Более того, такая множественность, на наш взгляд, серьезно осложнена тем, что порой сформулированные различными акторами политические вопросы бывают не только максимально разобщены, но и находятся в прямом противоречии друг к другу, что вполне

закономерно может привести к их конфликту. Так, например, если государство не в состоянии эффективно решать насущные социальные проблемы общества, оно может сделать попытку сфокусировать внимание социума на международных проблемах.

Результаты исследования. В совокупности с неограниченным ростом числа формулируемых различными силами политических вопросов подобные «конфликты» между ними часто приводят к видимой бессистемности и беспорядочности политического процесса в России. В связи с этим, одним из основных рычагов, с помощью которого можно ликвидировать подобную рассогласованность в российской действительности, могут стать СМИ, которые способны выполнять упорядочивающие и структурирующие функции в отношении всей совокупности самых разных «политических вопросов».

Следует отметить, что обеспечение национальной безопасности Российской Федерации в современном мире тесно коррелирует с тенденцией устойчивого роста влияния медиа на все сферы мировой политической реальности. На наш взгляд, значительное число внешних вызовов и угроз безопасности России лежит именно в информационном измерении (международный терроризм, экстремизм, сепаратизм, нравственно-психологическая и идеологическая экспансия, снижение духовного, интеллектуального и творческого потенциала российского общества и т.д.). При этом, если ранее угрозы данного вида всегда исходили из конкретного источника, пусть и не всегда известного, то в настоящее время опасность представляет сама трансформировавшаяся роль масс-медиа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ануфриенко С.В. Медиатизация политики и политизация медиа. URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1670926351&tld=ru&lang=ru&name=12.pdf&text=статья%20медиатизация%20политики&url> (дата обращения 15.10.2022)
2. Бомба с часовым механизмом. Часть 2. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=FIjhBfNjHso> (дата обращения 15.10.2022)
3. Боташева А.К., Ануфриенко С.В. Медиapolитический процесс как фактор влияния на событийную сторону политической жизни (на примере событий на Украине 2014-2015 гг.) // Вестник Пятигорского государственного университета. 2019. № 1. С. 217-223.
4. Боташева А.К. Современный терроризм: проблемы классификации видов // Право и политика. 2008. № 10. С. 2311-2319.
5. Засурский И.И. Масс-медиа Второй Республики. М.: Изд-во московского ун-та, 1999. 270 с.
6. Виноградова К.Е. Роль масс-медиа в политической система общества // Журналистский ежегодник. 2013. № 2-1. С. 64-67.
7. Все христиане. URL: <https://vsechristiane.com/groups/91-khochu-sluzhit-bogu> (дата обращения 15.10.2022)
8. Всемирный индекс свободы прессы 2014 года // Репортеры без границ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rsf.org/index2014/ru-index2014.php> (дата обращения 15.10.2022)
9. Грибовод Е.Г. Медиатизация политики как стратегический ресурс политических коммуникаций // Наука Красноярья. 2016. DOI: 10.12731/2070-7568-2016-6-48-57
10. Дубин Б. Масс-медиа и коммуникативный мир жителей России: пластическая хирургия социальной реальности // Полит.Ру. 2006. 6 сент. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://polit.ru/article/2006/09/06/dubin/>. (дата обращения 15.10.2022)
11. Засурский И.И. Масс-медиа Второй Республики. М.: Изд-во московского ун-та, 1999. 270 с.
12. Как изготовить взрывчатку в домашних условиях. URL: <https://telegra.ph/Kak-izgotovit-vzryvchatku-v-domashnih-usloviyah-03-02> (дата обращения 15.10.2022)
13. Латенкова В.М. Медиатизация политической сферы // Вестник электронных и печатных СМИ. 2014. № 19. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ipk.ru/index.php?id=2549> (дата обращения 15.10.2022)

14. Морозов С.С. Проблемы правового регулирования интернет-СМИ в Российской Федерации в 2021 году // Вопросы российской юстиции. 2021. № 1. С. 541-548.
15. Назаров М.М. Медиа и власть в современной России // Социально-гуманитарные знания. 2014. № 1. С. 20-21.
16. Нестерова Н.Н., Смыслова О.Ю. Государственная информационная политика в новых условиях развития современного общества // ЭФО: Экономика. Финансы. Общество. 2022. № 1. С. 6-18.
17. Основы конституционного строя // Конституция РФ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.constitution.ru/10003000/10003000-3.htm> (дата обращения 15.10.2022)
18. Соловьев А.И. Коммуникация и культура: противоречия поля политики // Политические исследования. 2002. № 6. С. 6-17.
19. Тузиков А.Р. Масс-медиа: идеология видимая и невидимая // Политические исследования. 2002. № 5. С. 123-133.
20. Харламова Ю.О. СМИ как инструмент реализации государственной политики // Власть. 2012. № 8. С. 41-45.
21. Щербаль С.С. Технологии политической пропаганды в избирательных кампаниях российских партий: автореф. дис. ... канд. полит. наук. Краснодар, 2012. 24 с.
22. Юрченко В.М., Щербаль С.С. Технологический аспект пропаганды российских партий в период парламентских выборов (1999-2007гг.) // Теория и практика общественного развития. 2012. № 2. С. 259-261.
23. Hall E., Hall M. Hidden Differences. Studies in International Communication. How to communicate with Germans. Hamburg, 1983. P. 122-129.
24. Jensen O.B. & Richardson T. Making European Space: mobility, power and territorial identity. Rutledge: London, 2004. 287pp.

REFERENCES

1. Anufrienko S.V. Mediatizaciya politiki i politizaciya media. URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1670926351&tld=ru&lang=ru&name=12.pdf&text=stat'ya%20mediatizaciya%20politiki&url> (data obrashcheniya 15.10.2022)
2. Bomba s chasovym mekhanizmom. CHast' 2. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=FIjhBfNjHso> (data obrashcheniya 15.10.2022)
3. Botasheva A.K., Anufrienko S.V. Mediapoliticheskij process kak faktor vliyaniya na sobytijnuyu storonu politicheskoy zhizni (na primere sobytij na Ukraine 2014-2015 gg.) // Vestnik Pyatigorskogo gosudarstvennogo universiteta. 2019. № 1. S. 217-223.
4. Botasheva A.K. Sovremennyy terrorism: problemy klassifikacii vidov // Pravo i politika. 2008. № 10. S. 2311-2319.
5. Zasurskij I.I. Mass-media Vtoroj Respubliki. M.: Izd-vo moskovskogo un-ta, 1999. 270 s.
6. Vinogradova K.E. Rol' mass-media v politicheskoy sistema obshchestva // Zhurnalistskij ezhegodnik. 2013. № 2-1. S. 64-67.
7. Vse hristiane. URL: <https://vsechristiane.com/groups/91-khochu-sluzhit-bogu> (data obrashcheniya 15.10.2022)
8. Vsemirnyj indeks svobody pressy 2014 goda // Reportery bez granic. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://rsf.org/index2014/ru-index2014.php> (data obrashcheniya 15.10.2022)
9. Gribovod E.G. Mediatizaciya politiki kak strategicheskij resurs politicheskikh kommunikacij // Nauka Krasnoyar'ya. 2016. DOI: 10.12731/2070-7568-2016-6-48-57
10. Dubin B. Mass-media i kommunikativnyj mir zhitelej Rossii: plasticheskaya hirurgiya social'noj real'nosti // Polit.Ru. 2006. 6 sent. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://polit.ru/article/2006/09/06/dubin/>. (data obrashcheniya 15.10.2022)
11. Zasurskij I.I. Mass-media Vtoroj Respubliki. M.: Izd-vo moskovskogo un-ta, 1999. 270 s.
12. Kak izgotovit' vzryvchatku v domashnih usloviyah. URL: <https://telegra.ph/Kak-izgotovit-vzryvchatku-v-domashnih-usloviyah-03-02> (data obrashcheniya 15.10.2022)
13. Latenkova V.M. Mediatizaciya politicheskoy sfery // Vestnik elektronnyh i pechatnyh

SMI. 2014. № 19. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.ipk.ru/index.php?id=2549> (data obrashcheniya 15.10.2022)

14. Morozov S.S. Problemy pravovogo regulirovaniya internet-SMI v Rossijskoj Federacii v 2021 godu // Voprosy rossijskoj yusticii. 2021. № 1. S. 541-548.

15. Nazarov M.M. Media i vlast' v sovremennoj Rossii // Social'no-gumanitarnye znaniya. 2014. № 1. S. 20-21.

16. Nesterova N.N., Smyslova O.YU. Gosudarstvennaya informacionnaya politika v novyh usloviyah razvitiya sovremennogo obshchestva // EFO: Ekonomika. Finansy. Obshchestvo. 2022. № 1. S. 6-18.

17. Osnovy konstitucionnogo stroya // Konstituciya RF. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.constitution.ru/10003000/10003000-3.htm> (data obrashcheniya 15.10.2022)

18. Solov'ev A.I. Kommunikaciya i kul'tura: protivorechiya polya politiki // Politicheskie issledovaniya. 2002. № 6. S. 6-17.

19. Tuzikov A.R. Mass-media: ideologiya vidimaya i nevidimaya // Politicheskie issledovaniya. 2002. № 5. S. 123-133.

20. Harlamova YU.O. SMI kak instrument realizacii gosudarstvennoj politiki // Vlast'. 2012. № 8. S. 41-45.

21. SHCHerbал' S.S. Tekhnologii politicheskoy propagandy v izbiratel'nyh kampaniyah rossijskih partij: avtoref. dis. ... kand. polit. nauk. Krasnodar, 2012. 24 s.

22. YUrchenko V.M., SHCHerbал' S.S. Tekhnologicheskij aspekt propagandy rossijskih partij v period parlamentskih vyborov (1999-2007gg.) // Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya. 2012. № 2. S. 259-261.

23. Hall E., Hall M. Hidden Differences. Studies in International Communication. How to communicate with Germans. Hamburg, 1983. R. 122-129.

24. Jensen O.B. & Richardson T. Making European Space: mobility, power and territorial identity. Rutledge: London, 2004. 287pp.

Российская Федерация является зоной интереса многих глобальных игроков, заинтересованных в ее ослаблении. Как следствие, Россия ежедневно сталкивается с вызовами, которые сопряжены с информационной безопасностью, с целями других стран усилить информационную войну против России. Но, несмотря на то, что Российской Федерацией запущен процесс выстраивания защищенной от вызовов информационного измерения среды, понимание уровня потенциальной угрозы, исходящей от медиатизации политической реальности, по причине новизны феномена, находится на достаточно низком уровне.

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Абазалиева Мадина Мухтаровна, кандидат политических наук, доцент, доцент кафедры философии и гуманитарных дисциплин Северо-Кавказской государственной академии; тел.: 89283921456; E-mail: abazalieva@mail.ru

Abazalieva Madina Mukhtarovna, candidate of political Sciences, associate Professor, Professor of philosophy and humanitarian disciplines of North Caucasian state Academy; tel.: 89614833806; E-mail: abazalieva@mail.ru

Белоконь Анна Юрьевна, старший преподаватель кафедры международных отношений, политологии и мировой экономики Института международных отношений Пятигорского государственного университета; тел.: 89286333133; E-mail: annbelokon@mail.ru

Belokon Anna Yuryevna, Senior lecturer, Department of international relations, political science and world economy, Institute of international relations, Pyatigorsk state University; tel.: 89286333133; E-mail: annbelokon@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 07.10.2022

После рецензирования: 22.11.2022

Дата принятия к публикации: 03.12.2022

Ф. И. Валяровский [F. I. Valyarovsky]

УДК 321

DOI:10.37493/2307-910X.2022.4.22

СУВЕРЕННОЕ ГОСУДАРСТВО В XXI ВЕКЕ: НОВЫЕ ВЫЗОВЫ И УГРОЗЫ

A SOVEREIGN STATE IN THE XXI CENTURY: NEW CHALLENGES AND THREATS

Пятигорский государственный университет, Пятигорск, Россия, e-mail: fvaliarovskii@ncfu.ru/ Pyatigorsk State University, Pyatigorsk, Russia, e-mail: fvaliarovskii@ncfu.ru

Аннотация

В статье автор четко формулирует, что государство является основным способом политической организации человеческого общества. Одним из определяющих имманентных признаков является государственный суверенитет. Согласно проведенному анализу в структуре государственного суверенитета выделяют две стороны – внутреннюю и внешнюю. Нормативное содержание внешней стороны государственного суверенитета раскрывается через общепринятые международно-правовые принципы суверенного равенства государств.

Внутренняя сторона – это полнота законодательной, исполнительной и судебной власти под общим понятием «юрисдикция», в исключительных случаях регулируемая международными договорами. Проанализированы ограничения государственного суверенитета, а также угрозы государственному суверенитету, на примере вызова суверенитету России в связи с расширением влияния НАТО на государства Восточной и Центральной Европы, активизация террористических организаций Аль-Каида, «Талибан», «Исламское государство»²; неконтролируемые миграции и другие факторы, связанные с цифровизацией. Появление незаконных и неподконтрольных государству секторов глобальной компьютерной сети Интернет, через которые распространяется незаконная информация DARRNET.

Одним из возможных путей решения – противостояние – т.е. суверенное государство должно взвешенно ограничить сферу применения цифровых технологий и принять меры обеспечения их безопасного использования.

Ключевые слова: государственный суверенитет, кибер-безопасность, имманентные признака, цифровизация

Abstract

In the article, the author clearly states that the state is the main way of political organization of human society. One of the defining immanent features is State sovereignty. According to the analysis, there are two sides in the structure of state sovereignty – internal and external. The normative content of the external side of state sovereignty is revealed through the generally accepted international legal principles of the sovereign equality of states. The internal side is the completeness of legislative, executive and judicial power under the general concept of "jurisdiction", in exceptional cases regulated by international treaties.

The limitations of state sovereignty, as well as threats to state sovereignty, are analyzed, using the example of a challenge to the sovereignty of Russia in connection with the expansion of NATO's influence on the states of Eastern and Central Europe, the activation of terrorist organizations Al-Qaeda, the Taliban, the Islamic State ; "Islamic State"; uncontrolled migrations and other factors related to digitalization.

The emergence of illegal and state-controlled sectors of the global computer network Internet, through which illegal DARRNET information is distributed.

One of the possible solutions is confrontation – that is, a sovereign state should carefully limit the scope of digital technologies and take measures to ensure their safe use.

Key words: state sovereignty, cyber security, immanent attributes digitalization

² Террористические организации, запрещенные в Российской Федерации

Государство является основным способом политической организации человеческого общества. Все человеческие общности, доказавшие на протяжении длительных исторических периодов свою стабильность и дееспособность, были организованы именно в государствах. Как справедливо отметил в своем программном выступлении на Валдайском форуме Президент Российской Федерации Владимир Путин, структурообразующей единицей мирового устройства является только государство [1].

Любое государство, независимо от его формы и иных специфических черт, определяемых географическим положением, национальным составом населения, культурными, цивилизационными и религиозными факторами, определяется через совокупность следующих имманентных признаков:

- территория;
- население;
- наличие централизованной политической власти;
- собственная правовая система, отличная от правовых систем других государств;
- фискальные и финансовые институты;
- армия, полиция, суды и спецслужбы («силовой скелет государства»);
- государственный суверенитет.

На последнем признаке следует остановиться более подробно. Суверенитет остаётся, несмотря на значительное количество появившихся в последние десятилетия концепций, подвергающих сомнению его значение [2. С.109-120], основным, неотъемлемым признаком государства. Суверенитет принято понимать, как независимость государства в международных отношениях и полновластие на своей территории. Соответственно, в структуре суверенитета можно выделить две стороны – внутреннюю и внешнюю.

Внешняя сторона суверенитета означает, что государство не зависит от воли других государств, обладает равными с ним правами и свободно в построении своих политических, социальных и экономических систем и в выборе партнеров для международного общения. Нормативное содержание внешней стороны суверенитета наиболее полно раскрывается через общепризнанный международно-правовой принцип суверенного равенства государств [3].

Внутренняя сторона суверенитета означает, что государство на своей территории обладает всей полнотой законодательной, исполнительной и судебной власти, объединенных понятием «юрисдикция». На территории государства не существует и не может существовать никакая иная политическая власть, кроме власти данного государства и не могут действовать законы других государств, за исключением случаев, предусмотренных международными договорами.

Именно в силу обладания суверенитетом государство являются основным и системообразующим субъектом международного права, выступает как единая международно-правовая, государственно-правовая и политическая личность.

При этом единственным источником государственного суверенитета является суверенитет народа, населяющего данное государство. Именно народ своей суверенной волей учреждает и само государство, и все органы государственной власти. Юридически учредительная воля народа выражается в акте принятия конституции (основного закона) государства.

Государственный суверенитет нельзя абсолютизировать. Во внешнем выражении он ограничен масштабными интеграционными процессами в мировой экономике, вызвавшими рост взаимозависимости государств, а также нормами современного международного права. Во внутреннем аспекте абсолютизации суверенитета препятствуют нормы конституции, с помощью которых государство добровольно ограничивает свою власть. Указанные процессы можно охарактеризовать как «деабсолютизацию» суверенитета. По справедливому мнению, ряда отечественных ученых, понимание суверенитета как некой абсолютной категории, в принципе несовместимо с идеей правового демократического государства [4. С.1390]. Как отмечает И. Н. Барциц, право государства на самоограничение есть высшее доказательство

существования государственного суверенитета, потому что это собственное решение суверена принимается им и получает свою силу в законном порядке [5. С.148].

Необходимость принципиально нового подхода к пониманию суверенитета ошибочно подменяется некоторыми авторами его фактически полным отрицанием. Сегодня нет, и не может быть абсолютной и неограниченной государственной власти, что отнюдь не означает признание суверенитета реликтом прошлого [6. С.118]. В подтверждение данного тезиса уместно привести еще одну цитату из упомянутого выше выступления Президента РФ: «В последние десятилетия многие жонглировали броскими концепциями, согласно которым роль государства провозглашалась устаревшей и уходящей. Якобы в условиях глобализации национальные границы становятся анахронизмом, а суверенитет – препятствием для процветания. И далее: «Только суверенные государства способны эффективно отвечать на вызовы времени и запросы граждан. Соответственно, любой действенный международный порядок должен учитывать интересы и возможности государства, идти от них, а не пытаться доказывать, что их быть не должно» [7].

Сказанное с достаточной степенью убедительности свидетельствует о необходимости детального научного анализа тех вызовов и угроз, с которыми сталкиваются государственно-организованные общества в первой четверти двадцать первого века.

По мнению С. Р. Гадисова, под вызовами государству и его суверенитету принято понимать возможность утраты государственного суверенитета, которая при отсутствии мер противодействия со стороны государства при определенных обстоятельствах может стать реальностью. В качестве примера подобного вызова суверенитету России автор указывает на расширение НАТО на государства Восточной и Центральной Европы. Также в качестве вызова государственности рассматриваются нерегулируемые миграционные потоки в странах Европы, увеличение количества и распространение оружия массового поражения, и многое другое [8. С.112].

Под угрозой государству и его суверенитету предлагается понимать реальную вероятность нанесения существенного урона при отсутствии оперативного использования средств государственного противодействия. При этом подразумевается, что явления, относящиеся к категории угроз, представляют наибольшую опасность для государственно-организованных обществ, и, соответственно, требуют со стороны государства эффективного и продуманного противодействия. В этих условиях особенно возрастает роль политико-правовых инструментов гарантирования и защиты государственного суверенитета. Однако, приведенные выше определения не позволяют, на наш взгляд, провести четкую логическую границу между понятиями «вызов» и «угроза», поэтому в дальнейшем предлагается рассматривать их в едином контексте как некие явления, события или тренды, способные нанести серьезный урон государству и его суверенитету.

Полагаем, что в современных условиях наиболее актуальными являются следующие вызовы и угрозы.

1. Возрастающее влияние негосударственных факторов международных отношений. Речь идет, прежде всего, о транснациональных корпорациях, особенно действующих в сфере высоких технологий (Apple, Google, Microsoft), а также военизированных группировках и террористических организациях («Аль-Каида», «Талибан», «Исламское государство»)³.

Транснациональные корпорации в XXI веке благодаря сконцентрированным в их руках огромным трудовым и финансовым ресурсам, обрели зримое могущество [9. С.75]. При этом их деятельность зачастую носит деструктивный характер по отношению к государственно-организованным обществам и представляет реальную угрозу государственному суверенитету. Как справедливо отмечает Р. С. Гадисов, «Транснациональные корпорации заинтересованы только лишь в собственной выгоде, в максимальном росте прибыли, они всеми средствами «минимизируют издержки». У них нет заинтересованности в улучшении образовательного уровня специалистов, в

³ Террористические организации, запрещенные в Российской Федерации

совершенствовании производств в государствах, где имеется дешевый источник рабочих ресурсов, в социальных гарантиях, в увеличении заработной платы, только если это не принесет быстрых экономических выгод» [10. С.22].

2. Систематическое несоблюдение рядом государств и международных интеграционных объединений принципа невмешательства во внутренние дела государства. *Речь, в данном случае, идет об экономических методах давления на государство, прежде всего, различных санкциях, принимаемых либо отдельными государствами, либо государственными объединениями. При этом, и в том, и в другом случае, легитимность данных санкций с точки зрения современного международного права вызывает серьезные сомнения. Фактически, мы имеем дело с неправомерным применением невооруженной силы в международных отношениях, что вступает в противоречие с Уставом Организации Объединенных Наций и Декларацией о принципах международного права. При этом «коллективный Запад», используя свое привилегированное положение на фондовых и финансовых рынках, способен посредством санкций или какими-либо иными способами серьезно дестабилизировать или даже разрушить внутреннее экономическое пространство отдельно взятого государства [11].*

3. Неконтролируемая миграция населения. В XXI столетии миграция приобрела огромные масштабы и превратилась в один из наиболее значимых факторов, влияющих на развитие современных государств. Этому способствует целый ряд обстоятельств, таких, как рост разрыва в уровне экономического благосостояния между богатыми и бедными странами, а также непрекращающееся вмешательство США и их союзников во внутренние дела развивающихся стран, приводящее к революциям, гражданским войнам, росту терроризма и религиозного экстремизма, локальным вооруженным конфликтам международного характера. Поток мигрантов буквально захлестывает благополучные страны Европы. В изолированных эмигрантских поселениях формируется специфический общественный уклад, во многом копирующий нормы поведения и морали, характерные для родины мигрантов и сильно отличающиеся от привычных для коренного населения моделей социального поведения. Западное общество весьма болезненно реагирует на чужеродный культурный элемент, появившийся в его структуре за короткий исторический срок. Отмечается рост общественной напряженности, достаточно часто встречаются случаи бытового расизма и дискриминации, которые со временем могут перерасти в открытый социальный конфликт. Очевидно, что в этих условиях правовое регулирование должно быть направлено на поддержание и сохранение этнокультурного единства соответствующего общества, причем делать это необходимо на основе традиционных ценностей, поддерживаемых коренным населением страны, а не основе абстрактных «прав человека», рассматриваемых и трактуемых через призму пресловутой европейской политкорректности. Сложность состоит в том, что любые разумные и обоснованные юридические меры, предпринятые в этом направлении (ограничение притока мигрантов из арабских стран, прекращение выплаты социальных пособий неработающим мигрантам и членам их семей, высылка из страны лиц, занимающихся преступной деятельностью или состоящих в экстремистских организациях и т.д.) могут встретить, и встречают активное противодействие со стороны различных правозащитных организаций и других аналогичных структур. В этих условиях очевидно, что проблема мигрантов требует самого пристального внимания, а их правовое положение нуждается в специальном регулировании. Это справедливо для всех государств, в которых существуют многочисленные эмиграционные сообщества, в том числе, и для России [12. С.94-97].

4. «Цифровые» вызовы и угрозы, то есть вызовы и угрозы, формирующиеся в результате стремительного развития и широкого применения во всех сферах общественной жизни цифровых технологий. По нашему мнению, именно эта группа вызовов и угроз представляет наибольшую опасность для современных государств. Тотальная и практически неконтролируемая цифровизация, текущие и долгосрочные последствия которой так и не были серьезно проанализированы и оценены, кардинально меняет весь уклад общественной

жизни, вызывает формирование новой системы социальных ценностей, которые зачастую носят деструктивный характер.

При этом уже сейчас представляется возможным выделить следующие негативные последствия цифровизации.

1. Масштабные утечки персональных данных пользователей, ставшие питательной средой для небывалого роста различного рода мошенничества.

2. Появление незаконных и неподконтрольных государству секторов глобальной компьютерной сети Интернет, через которые распространяется незаконная информация (DARKNET).

3. Международные интернет-гиганты (Google, Facebook, Instagram, Twitter) обретают силу и влияние, сопоставимые с силой и влиянием наиболее развитых государств. В их руках концентрируются колоссальные финансовые средства, трудовые и технологические ресурсы. Используя подконтрольные им электронные каналы распространения информации, они могут активно влиять на сознание граждан практически любой страны и даже делать их врагами своего собственного государства. Многочисленные «цветные революции» последних лет, организованные при целенаправленном использовании социальных сетей и мессенджеров, являются тому красноречивым свидетельством. Интернет-гиганты могут осуществлять вмешательство в политическую и экономическую жизнь государств и даже влиять на итоги выборов. При этом необходимо учитывать тот факт, что практически все наиболее могущественные акторы цифрового пространства являются юридическими лицами, официально функционирующими в рамках национального правового порядка одной отдельно взятой страны – Соединенных Штатов Америки – и, соответственно, вынужденные подчиняться этому правовому порядку и выступать в качестве проводников национальных интересов США, агентов его внешней политики.

4. Широкое применение информационных технологий в наиболее значимых сферах общественной жизни (управление энергетическими комплексами и транспортом, государственные услуги, государственное и муниципальное управление, оборона и т. д.), создает большое количество уязвимостей, которые могут стать объектом для кибератак как со стороны различных хакерских группировок, так и со стороны специализированных военных или разведывательных структур недружественных государств. В случае успеха указанные кибератаки станут причиной масштабных техногенных катастроф, транспортных происшествий, утечки секретных данных, и, даже, сбоям в системах управления стратегическими видами вооружений.

В этих условиях суверенные государства должны взвешенно ограничить сферу применения цифровых технологий и принять меры для обеспечения их безопасного использования. Необходимо отметить, что в Российской Федерации уже предпринят ряд законодательных шагов, направленных на установление жесткого государственного контроля над цифровой средой. Так, в новой редакции пункта «и» Конституции Российской Федерации устанавливается, что информация, информационные технологии и связь находятся в исключительном ведении Российской Федерации [13]. Проводится политика «приземления» крупнейших интернет-кампаний, посредством открытия официальных филиалов и представительств на территории РФ. На эти кампании накладываются значительные по суммам штрафы за несоблюдение требований российского законодательства. Представляется, что указанные меры следует рассматривать в качестве первых шагов Российского государства на пути к построению суверенного цифрового пространства, защищенного от внешнего вмешательства. Также, по нашему мнению, с целью сокращения числа кибер-уязвимостей в системах управления потенциально-опасными областями деятельности, в перспективе следует ограничить применение информационно-коммуникационных технологий преимущественно сферой частных интересов. В таких областях, как государственное управление, правоохранительная деятельность, государственная безопасность, оборона, транспорт, энергетика, применение таких технологий должно быть сведено к минимуму.

5. В странах Запада наметилась опасная тенденция к снижению роли права в качестве основного регулятора общественных отношений. Право пытаются подменить сомнительными идеологическими конструктами либерального толка, которые активно навязываются обществу как через традиционные средства массовой информации, так и с помощью новых «электронных СМИ». В качестве яркого примера такой подмены можно привести поразившую американскую киноиндустрию череду громких скандалов, связанных с так называемыми «сексуальными домогательствами». Эти скандалы стоили репутации и карьеры целому ряду известных деятелей шоу-бизнеса, которые с точки зрения закона ничего противоправного не совершили.

Мы уже стали свидетелями практически полного игнорирования коллективным Западом норм международного права и его подмены расплывчатой системой «демократических ценностей». Не исключено, что со временем такая же участь постигнет и право внутригосударственное. К сожалению, ограниченный формат научной статьи не позволяет более подробно остановиться на проблеме подмены права, которая заслуживает того, чтобы стать предметом отдельного исследования.

Подводя итоги исследования, еще раз остановимся на наиболее значимых выводах и обобщениях.

1. Суверенитет остаётся, несмотря на значительное количество появившихся в последние десятилетия концепций, подвергающих сомнению его значение, основным, неотъемлемым признаком государства.

2. Понимание суверенитета как некой абсолютной категории, в принципе несовместимо с идеей правового демократического государства. Право государства на самоограничение есть высшее доказательство существования государственного суверенитета, потому что это собственное решение суверена принимается им и получает свою силу в законном порядке.

3. Необходимость принципиально нового подхода к пониманию суверенитета ошибочно подменяется некоторыми авторами его фактически полным отрицанием. Сегодня нет, и не может быть абсолютной и неограниченной государственной власти, что отнюдь не означает признание суверенитета реликтом прошлого.

4. Под вызовами государству и его суверенитету принято понимать возможность утраты государственного суверенитета, которая при отсутствии мер противодействия со стороны государства при определенных обстоятельствах может стать реальностью. Под угрозой государству и его суверенитету предлагается понимать реальную вероятность нанесения существенного урона при отсутствии оперативного использования средств государственного противодействия.

5. Суверенные государства должны взвешенно ограничить сферу применения цифровых технологий и принять меры для обеспечения их безопасного использования. С целью сокращения числа кибер-уязвимостей в системах управления потенциально-опасными областями деятельности, в перспективе следует ограничить применение информационно-коммуникационных технологий преимущественно сферой частных интересов. В таких областях, как государственное управление, правоохранительная деятельность, государственная безопасность, оборона, транспорт, энергетика, применение таких технологий должно быть сведено к минимуму.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заседание дискуссионного клуба «Валдай» - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/deliberations/66975>
2. Шебзухова Т. А. Валяровский Ф. И. Суверенитет в международном и внутригосударственном праве. Монография. – Пятигорск: СКФУ, 2020. – С. 109–120.
3. Декларация о принципах международного права, касающихся дружественных отношений и сотрудничества между государствами в соответствии с Уставом Организации Объединенных Наций. - [Электронный ресурс] Режим доступа: Декларация о принципах

международного права, касающихся дружественных отношений и сотрудничества между государствами в соответствии с Уставом Организации Объединенных Наций — Декларации — Декларации, конвенции, соглашения и другие правовые материалы (un.org)

4. Алебастрова И. А. Государственный суверенитет: концепции и реальность // Lex russica (Русский закон). – 2014. - Т. 97. - № 12. – С. 1390.

5. Барциц И. Н. Правовое пространство России: вопросы конституционной теории и практики. – М., 2000. – С. 148.

6. Шебзухова Т. А. Валяровский Ф. И. Суверенитет в международном и внутригосударственном праве. Монография. – Пятигорск: СКФУ, 2020. – С. 118.

7. Заседание дискуссионного клуба «Валдай» - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/deliberations/66975>

8. Гадисов Р. С. Государственный суверенитет в условиях глобализации: общетеоретическое измерение. Диссертация на соискание ученой степени кандидата юридических наук. – Саратов: Поволжский институт управления имени П. А. Столыпина – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», 2020. – С. 112.

9. Евстигнеев В. Е. Финансовая глобализация - явление и методологический инструмент // Мировая экономика и международные отношения. – 2001. - № 3. – С. 75.

10. Гадисов Р. С. Указ. соч. – С. 22.

11. Устав Организации Объединенных Наций - [Электронный ресурс] Режим доступа: Устав ООН (полный текст) | Организация Объединенных Наций (un.org); Декларация о принципах международного права, касающихся дружественных отношений и сотрудничества между государствами в соответствии с Уставом Организации Объединенных Наций. - [Электронный ресурс] Режим доступа: Декларация о принципах международного права, касающихся дружественных отношений и сотрудничества между государствами в соответствии с Уставом Организации Объединенных Наций — Декларации — Декларации, конвенции, соглашения и другие правовые материалы (un.org)

12. Валяровский Ф. И. Диденко Н. Л., Сугрей Л. А. Актуальные проблемы правового регулирования межнациональных отношений в Российской Федерации. Монография. – Пятигорск: ПГЛУ, 2011. – С. 94–97.

13. Сравнительная таблица действующей Конституции Российской Федерации с учетом одобренного закона Российской Федерации «О поправке к Конституции Российской Федерации» «О совершенствовании регулирования отдельных вопросов организации и функционирования публичной власти» - [Электронный ресурс] Режим доступа: [WRg3wDzAk8hRCRoZ3QUGbZ84pI0ppmjF.pdf](http://www.duma.gov.ru/WRg3wDzAk8hRCRoZ3QUGbZ84pI0ppmjF.pdf) (duma.gov.ru)

REFERENCES

1. Zasedanie diskussionnogo kluba «ValdaJ» - [Ehlektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/deliberations/66975>

2. Shebzukhova T. A. Valyarovskij F. I. Suverenitet v mezhdunarodnom i vnutrigosudarstvennom prave. Monografiya. – Pyatigorsk: SKFU, 2020. – S. 109–120.

3. Deklaraciya o principakh mezhdunarodnogo prava, kasayushchikhsya druzhestvennykh otnoshenij i sotrudnichestva mezhdu gosudarstvami v sootvetstvii s Ustavom Organizacii Ob"edinennykh Nacij. - [Ehlektronnyj resurs] Rezhim dostupa: Deklaraciya o principakh mezhdunarodnogo prava, kasayushchikhsya druzhestvennykh otnoshenij i sotrudnichestva mezhdu gosudarstvami v sootvetstvii s Ustavom Organizacii Ob"edinennykh Nacij — Deklaracii — Deklaracii, konvencii, soglasheniya i drugie pravovye materialy (un.org)

4. Alebastrova I. A. Gosudarstvennyj suverenitet: koncepcii i real'nost' // Lex russica (Russkij zakon). – 2014. - Т. 97. - № 12. – S. 1390.

5. Barcic I. N. Pravovoe prostranstvo Rossii: voprosy konstitucionnoj teorii i praktiki. – М., 2000. – S. 148.

6. Shebzukhova T. A. Valyarovskij F. I. Suverenitet v mezhdunarodnom i vnutrigosudarstvennom prave. Monografiya. – Pyatigorsk: SKFU, 2020. – S. 118.
7. Zasedanie diskussionnogo kluba «ValdaJ» - [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/deliberations/66975>
8. Gadisov R. S. Gosudarstvennyj suverenitet v usloviyakh globalizacii: obshcheteoreticheskoe izmerenie. Dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata yuridicheskikh nauk. – Saratov: Povolzhskij institut upravleniya imeni P. A. Stolypina – filial federal'nogo gosudarstvennogo byudzhethnogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego obrazovaniya «Rossijskaya akademiya narodnogo khozyajstva i gosudarstvennoj sluzhby pri Prezidente Rossijskoj Federacii», 2020. – S. 112.
9. Evstigneev V. E. Finansovaya globalizaciya - yavlenie i metodologicheskij instrument // Mirovaya ehkonomika i mezhdunarodnye otnosheniya. – 2001. - № 3. – S. 75.
10. Gadisov R. S. Ukaz. soch. – S. 22.
11. Ustav Organizacii Ob"edinennykh Nacij - [Elektronnyj resurs] Rezhim dostupa: Ustav OON (polnyj tekst) | Organizaciya Ob"edinennykh Nacij (un.org); Deklaraciya o principakh mezhdunarodnogo prava, kasayushchikhsya druzhestvennykh otnoshenij i sotrudnichestva mezhdru gosudarstvami v sootvetstvii s Ustavom Organizacii Ob"edinennykh Nacij. - [Elektronnyj resurs] Rezhim dostupa: Deklaraciya o principakh mezhdunarodnogo prava, kasayushchikhsya druzhestvennykh otnoshenij i sotrudnichestva mezhdru gosudarstvami v sootvetstvii s Ustavom Organizacii Ob"edinennykh Nacij — Deklaracii — Deklaracii, konvencii, soglasheniya i drugie pravovye materialy (un.org)
12. Valyarovskij F. I. Didenko N. L., Sugrej L. A. Aktual'nye problemy pravovogo regulirovaniya mezhnacional'nykh otnoshenij v Rossijskoj Federacii. Monografiya. – Pyatigorsk: PGLU, 2011. – S. 94–97.
13. Sravnitel'naya tablica dejstvuyushchej Konstitucii Rossijskoj Federacii s uchedom odobrennogo zakona Rossijskoj Federacii «O popravke k Konstitucii Rossijskoj Federacii» «O sovershenstvovanii regulirovaniya otdel'nykh voprosov organizacii i funkcionirovaniya publichnoj vlasti» - [Elektronnyj resurs] Rezhim dostupa: WRg3wDzAk8hRCRoZ3QUGbz84pI0ppmjF.pdf (duma.gov.ru)

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Валяровский Федор Иванович, кандидат юридических наук, доцент, профессор кафедры международного права, правосудия и правоохранительной деятельности ЮИ, Пятигорский государственный университет, +7 906 467-07-07, e-mail: fvaliarovskii@ncfu.ru

Valyarovsky Fyodor Ivanovich, PhD in Law, Associate Professor, Professor of the Department of International Law, Justice and Law Enforcement of the Law Institute, Pyatigorsk State University, +7 906 467-07-07, e-mail: fvaliarovskii@ncfu.ru

Дата поступления в редакцию: 07.10.2022

После рецензирования: 22.11.2022

Дата принятия к публикации: 03.12.2022

ДИСКУССИОННЫЕ СТАТЬИ | DISCUSSION PAPERS

А. В. Батуров [A. V. Baturov]
В. Ф. Кшишневецкая [V. F. Kshishnevskaya]

УДК 379.851
DOI: 10.37493/2307-910X.2022.4.23

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СТРУКТУРУ РЕГИОНАЛЬНОЙ ТУРИНДУСТРИИ НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

THE STUDY OF THE INFLUENCE OF EXTERNAL ECONOMIC FACTORS ON THE STRUCTURE OF THE REGIONAL TOURISM INDUSTRY ON THE EXAMPLE OF THE NORTH CAUCASUS

*Пятигорский институт (филиал) Северо-Кавказского федерального университета, Пятигорск,
Российская Федерация / Pyatigorsk Institute (branch) of the North Caucasian Federal University, Pyatigorsk,
Russian Federati*

Аннотация

Статья посвящена исследованию устойчивости локального рынка индустрии гостеприимства в условиях разной степени ковидных ограничений и уровня вакцинации в регионах мира, эскалации военных конфликтов, роста цен на энергоносители и сырьевые товары, проблем с логистическими цепочками. Внешние отрицательные факторы изменили структуру спроса на услуги в целом и туристских услуги в частности. Этот тренд базируется на бюджетном, индивидуальном сегменте внутреннего туризма с учетом санитарно-эпидемиологической ограничений. Растет спрос на дешевые туры, «микротуры» и дестинации (не далеко от дома). Важным фактором снижающим спрос на туруслуги становится транспортная доступность. Курортные регионы Северного Кавказа (Кавказские Минеральные Воды) в этом направлении находятся в выигрышном положении, так как имеют развитую рекреационную инфраструктуру и квалифицированный персонал.

Ключевые слова: туризм, индустрия гостеприимства, внутренний туризм, рекреационный потенциал

Abstract

The article is devoted to the study of the stability of the local market of the hospitality industry in conditions of varying degrees of covid restrictions and the level of vaccination in the regions of the world, escalation of military conflicts, rising prices for energy and raw materials, problems with logistics chains. External negative factors have changed the structure of demand for services in general and tourist services in particular. This trend is based on the budget, individual segment of domestic tourism, taking into account sanitary and epidemiological restrictions. There is a growing demand for cheap tours, "micro tours" and destinations (not far from home). Transport accessibility becomes an important factor reducing the demand for travel services. The resort regions of the North Caucasus (Caucasian Mineral Waters) are in an advantageous position in this direction, as they have a developed recreational infrastructure and qualified personnel

Key words: tourism, hospitality industry, domestic tourism, recreational potential

Введение. Индустрия туризма и гостеприимства принадлежит к отраслям, наиболее пострадавшим от глобальной пандемии covid-19. Мировой ВВП в 2020 году снизился примерно на 3,1%, его рост в 2021г. до 5,9% не значительно компенсировал экономические потери. Предполагается, что темпы роста мировой экономики в 2022г. будут слабыми до 4,4%. [14].

В 2019 г. на туризм приходилось 10% мирового ВВП (8,9 трлн долл.). В 2020г. доля отрасли снизилась до 5,5% (4,7 трл.долл.). Вклад туризма в мировой ВВП в 2021 г. составил на 19% больше в сравнении с 2020г., но на 46% меньше в сравнении с 2019 г. В 2019г. доля туризма в ВВП России составила 4 % (5,5 трн.руб). Что сопоставимо долей туризма в ВВП развитых стран: США – 2,86%, Великобритания – 3,6%, Германия – 4%, Франция – 7,38%. [12].

В 2021 г. было отмечен рост международных поездок на 4%, по сравнению с 2020г. до 415 млн. По сравнению с 2019 г. показатель уменьшился на 72%.

Темпы восстановления индустрии туризма в 2021 – 2022гг. останутся незначительными из-за разной степени ковидных ограничений и разного уровня вакцинации в регионах мира, эскалации военных конфликтов, роста цен на энергоносители и сырьевые товары, проблем с логистическими цепочками. Наибольший рост количества прибытий в 2021г. по сравнению с 2020 г. наблюдался в трёх регионах: Карибский бассейн, Средиземноморье, Центральная Америка (до 60%), но по сравнению с 2019г. снижение составило до 50%. [13].

Из-за пандемических ограничений внутренний туризм стал преобладающим видом туризма в стране. Общий поток внутренних туристов в России по итогам 2020 года, по оценке АТОР, сократился на 35-40% – с 68 млн поездок в 2019 примерно до 40 млн в 2020 г, при незначительном восстановлении до 56 млн. в 2021г.

В результате пандемийных ограничений пострадали предприятия малого и среднего бизнеса сферы услуг. Добавленная стоимость в ВВП сократилась по гостиницам и ресторанам, учреждениям культуры и спорта, на предприятиях транспорта. [2,4].

Слабые темпы роста мировой экономики, угроза рецессии сказываются на реальных доходах домашних хозяйств. Проведенный Европейской конфедерацией профсоюзов (ЕКП) анализ экономического положения населения с доходом выше и ниже среднего с 2010г. по 2020 год показал, что 22 млн. работников в Евросоюзе зарабатывают меньше 60% от среднего дохода. Около 30% граждан стран Евросоюза старше 16 лет не могут себе позволить поездку на отдых в летний отпуск. Миллионы работников получающие гарантированную законом минимальную зарплату, находятся в состоянии бедности в 16 государствах ЕС. [3].

Аналогичная ситуация сложилась в нашей стране, по данным опроса исследовательского центра портала SuperJob. Ru, около трети россиян в 2021г. не могли позволить себе недельный отпуск на море. В 2022г. по данным портала Зарплата.ру респонденты признались, что экономят на отдыхе - 13%, кафе и ресторанах - 12%, продуктах - 9%, одежде и обуви - 7%, салонах красоты - 7%. [11].

Опрос граждан России порталом Туту.ру показал, что в 2022 г. летний отдых на даче планируют 29% респондентов, посетить курорты Черного моря – 26%, не планирую отдых – 16%, зарубежные туры – 11%, посетить курорты северного Кавказа – 8% и т.д. [5].

В 2020 – 2021 гг. основные направления развития туристической отрасли базировались на бюджетном, индивидуальном сегменте внутреннего туризма с учетом санитарно-эпидемиологической ограничений [6,7,8].

Это экскурсионный туризм, «микротуризм» с выездом на пару дней для ознакомления с культурными достопримечательностями (усадебой, музеем) для участия в ремесленных мастер-классах (изготовление сувениров, гастро туры), экотуризм (посадка деревьев, уход за дикими животными), участие в качестве добровольцев в благоустройстве инфраструктуры туристических локаций. Другое направление это рекреационный туризм, связанный профилактикой заболеваний и восстановлением здоровья граждан. Его можно комбинировать с фрилансом под названием bleisure (от слов «business» и «leisure»). Он

предполагает совмещение работы и отпуска в местах со стабильной связью. Предлагается концепция slow-туризма «смотри меньше, да лучше» с отказом от гонки с посещением всех достопримечательностей. Среди приверженцев автотуризма набирает популярность глэмпинг (сокр. от «гламурный кэмпинг»), где предлагаются более комфортные условия палаточного отдыха. [2,7,9].

Целью нашего исследования является оценка привлекательности локального рекреационного рынка СКФО в условиях экономического кризиса, осложненного внешними экономическими санкциями, санитарно-эпидемическими мероприятиями, падением доходов населения, снижением спроса на услуги туриндустрии.

Методы и объекты исследования. Для осуществления поставленной задачи мы использовали индикаторы, характеризующие развитие индустрии туризма и гостеприимства в регионе предложенные в предыдущих наших исследованиях [1]. Индикаторы регионального развития отрасли представлены в виде стабильных показателей структуры. Информационными источниками являлись официальные данные статистики, публикации средств массовой информации, научные работы, экспертные данные, результаты социологических опросов и т.д. Для анализа массива данных нами использовались традиционные методы контент-анализа, сравнения, группировки [1].

В ОКВЭД к сфере гостеприимства относятся: деятельность гостиниц и предприятий общественного питания, деятельность в области здравоохранения и социальных услуг, деятельность в области культуры, спорта, организации досуга и развлечений. Нами использовались укрупненные группы данных в разрезе федеральных округов СКФО и ЮФО. Данные по г.Москва приводятся как эталонные по потреблению товаров и услуг.

Индикаторы, характеризующие развитие индустрии туризма и гостеприимства СКФО нами собраны в два кластера отражающих:

- деловую активность (доля сектора экономики в ВВП, ВРП %, инвестиции в основной капитал, распределение организаций и среднегодовая численность занятых по видам экономической деятельности),
- уровень жизни населения (реальные денежные доходы населения, структура потребительских расходов домашних хозяйств, распределение платных услуг населению по видам).

Для реализации рекреационной привлекательности субъектов СКФО и привлечения инвестиций в регион правительство РФ в 2010г. – 2014г. создало федеральное министерство по делам Северного Кавказа и институты развития АО «Корпорация развития Северного Кавказа» и АО «Курорты Северного Кавказа», которые в 2020г. были объединены.

Существует госпрограмма «Развитие Северо-Кавказского федерального округа на период до 2025 года» и подпрограмма «Развитие туристического кластера в Северо-Кавказском федеральном округе», которые предусматривают финансирование в размере более 2 трлн. руб. Правительство РФ выделило на развитие туризма СКФО 73 млрд. рублей. Деятельность институтов развития оказалась не эффективной, частных инвестиций привлечь в запланированном объеме не удалось: уровень безработицы в остается в пределах 10– 11% (по РФ — 4,6%), среднедушевые денежные доходы населения 69% от общероссийских. Поэтому, рекреационная инфраструктура созданная в годы СССР является «якорной» для привлечения отдыхающих. [10].

В таблице 1 отражена динамика турпотока по регионам СКФО. В кризисном 2020г. турпоток в курортные регионы СКФО по сравнению с 2019г. снизился на больше всего по Ставропольскому краю до 35,6% и КМВ – 33,3%.

В 2021г. произошло частичное восстановление турпотока до 83,7% по Ставропольскому краю и 92,5% по городам КМВ. По республикам СКФО падение турпотока было не критичным 10 – 20%..

Таблица 1. Динамика турпотока по регионам СКФО

	2019	2020	% к 2019	2021	% к 2019
Ставропольский край млн, чел.	1,6	0,57	35,6	1,34	83,7
Кавказские Минеральные Воды в том числе млн, чел.	1,2	0,46	33,3	1,11	92,5
Кабардино Балкарская республика млн, чел.	0,6	0,54	90	0,84	140
Карачаево Черкесская республика млн, чел.	1,5	1,2	80	1,7	113
Республика Северная Осетия млн, чел.	0,28	0,25	89	0,27	104

Основными факторами провала показателя стали санитарно-эпидемические мероприятия администрации и снижение доходов местного населения. В таблице 2 отражена география турпотока по регионам СКФО.

Таблица 2. География турпотока КМВ

Показатели (в процентах к итогу)	2019	2020	2021
Москва	15,6	18	11,7
Московская обл.	8,7	13	10,8
Ставропольский край	25	14	6
Краснодарский край	9,5	6,3	7,2
Ростовская обл.	12,6	9,5	6,3

География турпотока КМВ в 2019 – 2021гг. структурно изменилась не значительно. Это в основном жители ЦФО (Московская агломерация) и близлежащие регионы ЮФО и СКФО. За данный период доля регионов ЮФО и СКФО снизилась в 1,5 – 2 раза. Доля жителей Московской агломерации сократилась незначительно.

Таблица 3. ВВП (ВРП) структура выпуска по отраслям экономики

Показатели (в процентах к итогу)	РФ					Г. Москва				СКФО				ЮФО			
	2017	2018	2019	2020	9мес 2021	2017	2018	2019	2020	2017	2018	2019	2020	2017	2018	2019	2020
– деятельность гостиниц и предприятий общественного питания;	1,1	1,0	0,9	0,7	0,8	0,8	0,9	0,8		3,0	3,0	3,0		2,0	1,9	2,0	
– деятельность в области здравоохранения и социальных услуг;	3,9	4,1	3,5	4,1	3,6	2,8	3,0	3,0		6,2	7,1	7,2		4,4	5,0	5,2	
– деятельность в области культуры, спорта, организации досуга и развлечений.	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,2	1,1	1,3		1,1	1,1	1,1		1,2	1,1	1,3	

В таблице 3 отражена структура выпуска по отраслям экономики РФ. Валовой внутренний продукт (ВВП) отражает стоимость всех произведенных за отчетный период

товаров и услуг во всех отраслях экономики на территории страны для потребления, накопления, экспорта.

Структура ВВП по отраслям дает ясную картину о доли той или иной отрасли в экономике и ее инвестиционной привлекательности.

Валовой региональный продукт — это стоимость всех товаров и услуг, которые произвели в данной территории за отчетный период. Однако сумма ВРП всех регионов не равна ВВП конкретной страны. Это связано экстерриториальностью некоторых отраслей.

ВРП помогает оценить экономическую обстановку на конкретной территории. Индикатор «Деятельность гостиниц и предприятий общественного питания» в ВВП РФ за период 2017-2018гг. стабильно находится в районе 1%. За период 2019 -2021гг. с тенденцией монотонного снижения на 0,1-0,2%. Динамика этого показателя в ВРП г. Москва отражает общероссийский тренд. Доля гостиниц и предприятий общественного питания в ВРП СКФО и ЮФО больше чем в целом по стране, что отражает их рекреационную направленность в разделении труда. Динамика этого показателя в ВРП данных регионов отражает общероссийский тренд.

Показатель «Деятельность в области здравоохранения и социальных услуг» в динамике находится в пределах 4% по стране, по г. Москва – 3%. В регионах СКФО и ЮФО доля данного показателя выше, чем по РФ, скорее всего это было связано с недофинансированием данного сектора.

Показатель «Деятельность в области культуры, спорта, организации досуга и развлечений» по РФ в регионах по структуре и динамике находится в пределах от 1,1 до 1,3%.

Таблица 4. Инвестиции в основной капитал по видам экономической деятельности

Показатели (в процентах к итогу)	РФ			Г.Москва			СКФО			ЮФО		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
– деятельность гостиниц и предприятий общественного питания	0,15	0,2	0,3	1,3	0,38	0,5	0,3	0,08	0,6	1,0	2,7	2,5
– деятельность в области здравоохранения и социальных услуг;	0,2	0,19	7,1	0,01	1,4	2,6	6,0	5,4	7,7	2,3	3,4	5,1
– деятельность в области культуры, спорта, организации досуга и развлечений.	0,15	0,18	1,9	1,9	1,7	1,5	2,3	2,1	2,8	3,2	2,3	2,1

таблице

представлена структура и динамика инвестиции в основной капитал по видам экономической деятельности. Прямые инвестиции являются локомотивом развития любой экономики. Одной из форм реальных инвестиций являются вложения в производство, в станки, оборудование, в сырье, недвижимость, и т.д. Они создают основу устойчивого развития организации любого вида экономической деятельности. Инвестиции в основной капитал гостиниц и предприятий общественного питания за период 2018-2020гг. на общероссийском и региональном уровне находятся в пределах 1%. Это говорит о том, что спрос на данные услуги стабилен и не предполагает расширения.

Инвестиции в сферу здравоохранения отражают глобальную тенденцию борьбы с пандемией и выполнение нацпроектов, поэтому в 2020г расходы резко увеличились от 1,5 до 6 раз.

Инвестиции в развитие культуры, спорта, организации досуга и развлечений на общероссийском и региональном уровне также существенно возросли до 2-3%.

Показатель «Распределение организаций по видам экономической деятельности», динамика изменения их численности позволяют выделить основные направления экономического развития страны и ее регионов.

Таблица 5. Распределение организаций по видам экономической деятельности

Показатели (в процентах к итогу)	РФ			Г.Москва			СКФО			ЮФО		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
– деятельность гостиниц и предприятий общественного питания	2,3	2,3	2,5	2,4	2,8	2,3	1,7	1,8	1,9	3,2	3,5	3,6
–деятельность в области здравоохранения и социальных услуг;	2	1,8	1,8	1,3	1,3	1,5	3,3	3,5	3,9	2,5	2,6	2,9
– деятельность в области культуры, спорта, организации досуга и развлечений	1,8	1,8	1,6	1,2	1,4	1,6	2,4	2,6	2,7	1,7	1,9	2,3

Динамика изменения структуры по показателю «Деятельность гостиниц и предприятий общественного питания» за 2018-2020гг. монотонна в пределах от 2 до 3%. В ЮФО этот показатель больше 3%, что отражает наличие морских климатических курортов. По индикатору «Деятельность в области здравоохранения и социальных услуг» в регионах СКФО и ЮФО сохраняется преобладание санаторно-курортных учреждений. Индикатор «Деятельность области культуры, спорта, организации досуга и развлечений» также отражает рекреационный характер региональной экономики. Наблюдается превышение общероссийских показателей в 2020г. в 1,3 -1,6 раза.

Таблица 6. Среднегодовая численность занятых по видам экономической деятельности

Показатели (в процентах к итогу)	РФ			Г.Москва			СКФО			ЮФО		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
– деятельность гостиниц и предприятий общественного питания;	2,4	2,5	2,5	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	3,2	3,4	3,4
–деятельность в области здравоохранения и социальных услуг;	6,2	6,2	6,3	3,6	3,7	3,8	6,7	6,8	7,0	6,9	6,9	7,0
– деятельность в области культуры, спорта, организации досуга и развлечений.	1,6	1,6	1,6	2,2	1,9	2,3	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5

Индикатор «Среднегодовая численность занятых по видам экономической деятельности» отображает структурные особенности региональной экономики. Он чувствителен к изменениям фазы цикла которую проходит экономическая система (роста или спада). Занятость по показателю «Деятельность гостиниц и предприятий общественного питания» по стране и регионам в 2018 - 2020гг. показывает стабильные цифры от 2,2 до 2,6%, за исключением ЮФО от 3,2 до 3,4%. Это показывает преобладание в данном секторе предприятий малого и среднего бизнеса, которому в 2020г. оказывалась государственная помощь. Наоборот относительно высокая доля занятых наблюдается по показателю

«Деятельность в области здравоохранения и социальных услуг», что отражает санитарно-эпидемические мероприятия и реализацию нацпроектов. Занятость по индикатору «Деятельность в области культуры, спорта, организации досуга и развлечений» стабильна на уровне 1,6- 2%.

Таблица 7. Реальные денежные доходы населения

	РФ				Г.Москва				СКФО				ЮФО			
	2018	2019	2020	2021	2018	2019	2020	2021	2018	2019	2020	2021	2018	2019	2020	2021
Реальные денежные доходы (в % к предыдущему году)	101,1	101,7	98,6	103,4	101,8	104,3	100,2	108,1	99,2	101	96,9	101	101,6	100,4	99,6	102,9

В таблице 7 приведен показатель «Реальные денежные доходы населения» отражающие уровень жизни в стране. Этот показатель отражает возможности граждан приобретать на свой доход товары и услуги.

С 2018г. по 2019г. реальные доходы граждан незначительно росли в пределах 1%. В 2020г происходит падение доходов в стране и по регионам примерно на 4%, но в 2021г. происходит выход на уровень 2019г. Снижение реальных доходов населения обусловлено санитарно-эпидемические мероприятия и экономической рецессией.

Таблица 8. Структура потребительских расходов домашних хозяйств:

Показатели (в процентах к итогу)	РФ				Г.Москва				СКФО				ЮФО			
	2018	2019	2020	3кв 2021	2018	2019	2020	3кв 2021	2018	2019	2020	3кв 2021	2018	2019	2020	3кв 2021
– расходы на питание	35,2	34,6	36,0	35,1	30,1	25,9	34,3	27,9	41,8	41,1	43,4	45,9	38,1	39,2	39,1	38,5
– расходы на непродовольственные товары	36	35,8	36,6	35,9	35,8	38,7	28,8	31,9	34,6	36,4	36,3	34,1	34,2	32,9	35,0	36,2
– расходы на услуги:	27	27,8	25,5	27,3	32,2	33,7	34,1	38,4	22,9	21,7	19,5	19,2	25,9	26,3	24,2	24
– гостиницы, кафе и рестораны	3,4	3,4	2,7	3,2	5,7	5,2	5,5	3,0	1,7	1,8	1,0	1,9	3,8	3,9	2,8	2,7
– организация отдыха и культурные мероприятия	7,5	8,1	6,2	6,8	11,0	13,5	6,1	11,5	5,0	3,8	3,0	3,4	5,2	5,1	4,3	4,2
– здравоохранение	3,6	3,7	3,8	4,2	3,1	3,4	3,3	3,9	3,9	3,4	3,8	3,5	4,0	3,7	4,4	4,5

Показатель «Структура потребительских расходов домашних хозяйств» приведен в таблице 8. Этот показатель влияет на качество жизни, отдых, образование, здоровье (человеческий капитал).

Уровень потребления домашних хозяйств тесно связан с уровнем доходов:

– чем меньше доход у населения, чем больше расходы на питание, тем меньше остается для накопления человеческого капитала,

– стабильный рост доходов населения приводит к тому, что расходы на непродовольственные товары растут быстрее, а расходы на питание уменьшаются,

– высокие доходы населения приводят к росту расходов на услуги по сравнению с расходами на непродовольственные товары.

За период с 2018г. по 2020г. расходы домашних хозяйств по РФ отражали стагнацию доходов: расходы на непродовольственные товары росли немного быстрее, чем расходы на питание, расходы на услуги снижались. Однако расходы на питание, непродовольственные товары составляли более 30% (это критический уровень), что компенсировалось меньшим потреблением услуг (гостиницы, кафе и рестораны, организация отдыха и культурные мероприятия). За 3квартал 2021г. проявилась слабая тенденция снижения расходов на питание, непродовольственные товары и чуть большим потреблением услуг.

По г.Москва За 3квартал 2021г.расходы на услуги росли быстрее, чем на питание и непродовольственные товары. В СКФО и ЮФО структура потребления за период с 2018г. по 2021г. более значительным падением потребления услуг в пользу расходов на питание.

Таблица 9. Распределение платных услуг населению по видам

Показатели (в процентах к итогу)	РФ				Г.Москва				СКФО				ЮФО			
	2018	2019	2020	3кв 2021	2018	2019	2020	3кв 2021	2018	2019	2020	3кв 2021	2018	2019	2020	3кв 2021
– гостиницы и средства размещения;	3,3	3,2	2,0	2,8	3,5	4,7	1,7	2,6	1,2	1,1	1,1	1,8	6,3	6,5	7,0	2,7
– культура; физкультура и спорт;	16,1	19,1	0,8	17,1	24,7	33,1	0,9	24,5	11,0	8,0	0,6	9,8	8,3	9,0	1,2	10
медицинские услуги	7,9	5,3	7,7	6,2	5,2	6,1	8,1	6,2	7,6	7,2	7,5	6,2	5,6	5,5	5,9	7,2
– санаторно- оздоровительные услуги.	2,3	1,5	0,9		0,7	1,1	0,1		3,0	1,2	3,6		3,1	1,2	3,1	

Потребление платных услуг домашних хозяйств с различным уровнем дохода по видам стандартно. Это жилищно-коммунальные услуги, медицинские, санаторно-оздоровительные услуги и образовательные услуги, транспорт и связь, культура; физкультура и спорт.

Потребление домашними хозяйствами различных платных услуг по объемам и их качеству могут значительно отличается (таблица 9). Граждане могут ранжировать свои потребности в зависимости от платёжеспособного спроса т,е своих доходов. Если условиях экономического спада спрос на не продовольственные товары и услуги в целом будет падать, то спрос медицинские, санаторно-оздоровительные услуги и образовательные услуги остается постоянным.

Если потребление верхних слоев среднего класса будет относительно не эластичным, то бедные и относительно бедные слои населения будут его сокращать. Стоимость услуг реагирует на кризисы в экономике с большей задержкой (временным лагом), чем стоимость товаров. При восстановлении роста экономики может произойти опережающий рост спроса на услуги.

За 2020г. в РФ произошло сокращение спроса на услуги гостиниц и средств размещения, культуры, физкультура и спорта, на медицинские услуги он остался стабильным, за исключением регионов ЮФО по услугам гостиниц и средств размещения (наблюдался рост т.к. данные услуги потреблялись местным населением). За 3 квартал 2021г. в РФ произошло частичное восстановление спроса на услуги гостиниц и средств размещения, культуры, физкультура и спорта, за исключением регионов ЮФО по услугам гостиниц и средств размещения (наблюдался спад спроса на местном уровне).

Выводы. Происходит углубление трендов, приведенных в предыдущим нашем исследовании. Под влиянием внешних факторов (продолжение пандемии, военные конфликты, экономические санкции) домашние хозяйства меняют свою поведенческую модель потребления и начинают экономить на выборе товаров и услуг. Продолжается снижение доходов населения и как следствие снижается доля среднего класса в обществе,

как основного потребителя услуг индустрии гостеприимства. Основной спрос на данные услуги формируется за счет населения сырьевых регионов и московской агломерации. Растет спрос на дешевые туры, «микротуры» и дестинации (не далеко от дома). Важным фактором, снижающим спрос на туруслуги становится транспортная доступность. Существуют проблемы с авиа и железнодорожными пассажирскими перевозками из-за экономических санкций, которые ограничивают все виды туризма. Внутренний туризм будет ограничен географически в пределах федеральных (экономических) округов, в радиусе 500 – 1000км. Это позволяет широко использовать автомобильный транспорт (личные автомобили, автобусы). Востребованными остаются рекреационные услуги для восстановления здоровья населения, принесшего ковид. Курортные регионы СКФО, ЮФО обладают конкурентными преимуществами: всесезонность, развитую санаторно-курортную инфраструктуру и квалифицированный персонал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батуров А. В., Кшишневская В. Ф. Перспективы развития индустрии гостеприимства в условиях пандемии на примере Северо-Кавказского региона// Современная наука и инновации.– Ставрополь – Пятигорск, СКФУ, 2021. – №3. – С.243-253.
2. Булачев Г., Нургалеева А. Трэвел-тренды: как изменились путешествия в 2021 году, URL:<https://www.championat.com/lifestyle/article-4493587-trendy-turizma-2021-glempingi-slow-turizm-virtualnye-tury-i-drugie-trevel-tendencii.html>
3. Комраков А. Россия догнала Европу по отпускному неравенству, URL:https://www.ng.ru/economics/2021-08-03/4_8215_economics1.html
4. Крюкова Е. М., Горбачевская А. В., Зеленев В. В., Характеристика и особенности внутреннего туристского рынка на современном этапе развития экономики России//Инновации и инвестиции, 2021. – № 10. – с.173-177.
5. Куда вы планируете отправиться во время летнего отпуска в этом году? (08-14 апреля 2022 г). URL: <https://www.tutu.ru/opros/history/908>
6. Кучеренко И.М., Ползикова Е.В., Юрченко А.А. Современные тенденции развития внутреннего туризма через призму продвижения курортов краснодарского края, как глобально конкурентоспособного всесезонного инновационного санаторно-курортного и туристского центра //Международный научно-исследовательский журнал, 2021. – № 12 (114). – с.62-66.
7. Мухоморова И. В. Инновации в развитии регионального туризма в России// Инновации и инвестиции, 2021. – № 3. – с.16-18.
8. На неделю идеального отпуска денег нужно почти в 4 раза больше, чем россияне реально могут себе позволить (Социологические опросы. 27 .06. 2021г.), URL: <https://www.superjob.ru/research/articles/112916/na-nedelyu-idealnogo-otpuska-deneg-nuzhno-pochti-v-4-raza-bolshe/>
9. Оборин М.С., Сарян А.А. Организационно-экономические основы адаптации туризма к кризисным условиям // Сервис в России и за рубежом. 2021. – Т.15. – №4.– С. 110-125.
10. Орлова С.Ю. Отчет о результатах контрольного мероприятия «Проверка целевого и результативного использования в 2018 году и истекшем периоде 2019 года средств федерального бюджета, направленных в уставный капитал акционерного общества «Курорты Северного Кавказа», а также реализации задач подпрограммы «Развитие туристического кластера в Северо-Кавказском федеральном округе» государственной программы Российской Федерации «Развитие Северо-Кавказского федерального округа» на период до 2025 года» Счетная палата Российской Федерации, 2020. – 34с.
11. Проскуряков Е. Не время отдыхать: Россияне рассказали, на чем они начали экономить этой весной (05.05.2022), URL: <https://www.kp.ru/daily/27388/4582918/>
12. Статистический бюллетень Росстата к Всемирному дню туризма – 2021, URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/turizm-2021.docx>

13. UNWTO World Tourism Barometer. March 2022: UNWTO World Tourism Barometer (English version): Vol 20, Issue 2 (e-unwto.org)
14. World economic outlook update: Rising Caseloads, a Disrupted Recovery, and Higher Inflation: International Monetary Fund, January 2022

REFERENCES

1. Baturov A. V., Kshishnevskaya V. F. Perspektivy razvitiya industrii gostepriimstva v usloviyakh pandemii na primere Severo-Kavkazskogo regiona// *Sovremennaya nauka i innovacii.*– Stavropol' – Pyatigorsk, SKFU, 2021. – №3. – S.243-253.
2. Bulachev G., Nurgaleeva A. Trehvel-trendy: kak izmenilis' puteshestviya v 2021 godu, URL:<https://www.championat.com/lifestyle/article-4493587-trendy-turizma-2021-glempingi-slow-turizm-virtualnye-tury-i-drugie-trevel-tendencii.html>
3. Komrakov A. Rossiya dognala Evropu po otpusknomu neravenstvu, URL:https://www.ng.ru/economics/2021-08-03/4_8215_economics1.html
4. Kryukova E. M., Gorbachevskaya A. V., Zelenov V. V., Kharakteristika i osobennosti vnutrennego turistskogo rynka na sovremennom ehtape razvitiya ehkonomiki Rossii// *Innovacii i investicii*, 2021. – № 10. – s.173-177.
5. Kuda vy planirujete otpravit'sya vo vremya letnego otpuska v ehtom godu? (08-14 aprelya 2022 g). URL: <https://www.tutu.ru/opros/history/908>
6. Kucherenko I.M., Polzikova E.V., Yurchenko A.A. Sovremennyye tendencii razvitiya vnutrennego turizma cherez prizmu prodvizheniya kurortov krasnodarskogo kraja, kak global'no konkurentosposobnogo vsesezonnogo innovacionnogo sanatorno-kurortnogo i turistskogo centra // *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*, 2021. – № 12 (114). – s.62-66.
7. Mukhomorova I. V. Innovacii v razvitii regional'nogo turizma v Rossii// *Innovacii i investicii*, 2021. – № 3. – s.16-18.
8. Na nedelyu ideal'nogo otpuska deneg nuzhno pochtu v 4 raza bol'she, chem rossiyane real'no mogut sebe pozvolit' (Sociologicheskie oprosy. 27 .06. 2021g.), URL: <https://www.superjob.ru/research/articles/112916/na-nedelyu-idealnogo-otpuska-deneg-nuzhno-pochti-v-4-raza-bolshe/>
9. Oborin M.S., Saryan A.A. Organizacionno-ehkonomicheskie osnovy adaptacii turizma k krizisnym usloviyam // *Servis v Rossii i za rubezhom*. 2021. – T.15. – №4.– S. 110-125.
10. Orlova S.YU. Otchet o rezul'tatakh kontrol'nogo meropriyatiya «Proverka celevogo i rezul'tativnogo ispol'zovaniya v 2018 godu i istekshem periode 2019 goda sredstv federal'nogo byudzhet, napravlennykh v ustavnij kapital akcionernogo obshchestva «Kurorty Severnogo Kavkaza», a takzhe realizacii zadach podprogrammy «Razvitie turisticheskogo klastera v Severo-Kavkazskom federal'nom okrugE» gosudarstvennoj programmy Rossijskoj Federacii «Razvitie Severo-Kavkazskogo federal'nogo okrugA» na period do 2025 godA» Schetnaya palata Rossijskoj Federacii, 2020. – 34s.
11. Proskuryakov E. Ne vremya otdykhat': Rossiyane rasskazali, na chem oni nachali ehkonomit' ehtoj vesnoj (05.05.2022), URL: <https://www.kp.ru/daily/27388/4582918/>
12. Statisticheskij byulleten' Rosstata k Vsemirnomu dnyu turizma – 2021, URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/turizm-2021.docx>
13. UNWTO World Tourism Barometer. March 2022: UNWTO World Tourism Barometer (English version): Vol 20, Issue 2 (e-unwto.org)
14. World economic outlook update: Rising Caseloads, a Disrupted Recovery, and Higher Inflation: International Monetary Fund, January 2022

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Батуров Андрей Вадимович, доцент кафедры «Технологии продуктов питания и товароведения», Пятигорский институт (филиал) СКФУ, канд. фармацевт. наук, тел.: 89054970310, E-mail: andreymbaturow@yandex.ru.

Baturov Andrey Vadimovich, Associate Professor of Department of «Technology of food and merchandizing», Pyatigorsk Institute (branch) of NCFU, Ph.D., of Pharm.Sc., associate Professor, phone: 89054970310, E-mail: andreymbaturow@yandex.ru.

Кшишневская Валентина Федоровна, главный бухгалтер, Пятигорский институт (филиал) СКФУ, канд. экономич. наук, доцент, тел.: 8(8793)337769, E-mail: Buh-pf@pfil.ncstu.ru.

Kshishnevskaya Valentina Fedorovna, chief accountant, Pyatigorsk Institute (branch) of NCFU, Ph.D., of Economics Sc., associate Professor, phone: 8(8793)337769, E-mail: Buh-pf@pfil.ncstu.ru.

Дата поступления в редакцию: 12.10.2022

После рецензирования: 23.11.2022

Дата принятия к публикации: 13.12.2022

Я.Д. Баурова [Y. D. Baurova],
А.В. Арисов [A. V. Arisov]

УДК 641.1/3
DOI: 10.37493/2307-910X.2022.4.24

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЕЦЕПТУРНЫХ СОСТАВОВ СОУСОВ МАЙОНЕЗНЫХ

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF PRESCRIPTION COMPOSITIONS OF MAYONNAISE SAUCES

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет» / FSBEI HE «Ural State University of Economics»

Аннотация

Благодаря интересным рецептам соусов майонезных и майонезов можно разнообразить вкус имеющихся блюд и создавать интересные кулинарные решения. Поэтому новые виды майонезов и майонезных соусов будут интересны населению. Учитывая, что майонез относится к повседневным пищевым продуктам и стабильно занял место в потребительском корзине, исследования рынка и изучение предпочтений относительно употребления этого продукта имеет важное значение. В результате маркетинговых онлайн-исследований определено, что майонез и майонезные соусы по-прежнему занимают весомую долю на столе потребителей. При этом до сих пор сохраняется интерес на модернизированные рецептуры и технологии, не смотря на уже имеющиеся разработки на рынке. Проведен анализ действующих рецептур соуса майонезного с нетрадиционным сырьём. В результате органолептических и физико-химических исследований наилучшими образцами выбраны классический, с лимоном и с пряно-ароматической смесью.

Ключевые слова: майонез, соус майонезный, нетрадиционное сырьё, опрос, маркетинг, питание

Abstract

Thanks to interesting recipes for mayonnaise and mayonnaise sauces, you can diversify the taste of existing dishes and create interesting culinary solutions. Therefore, new types of mayonnaise and mayonnaise sauces will be of interest to the population. Given that mayonnaise is an everyday food product and has steadily taken its place in the consumer basket, market research and studying preferences regarding the use of this product is important. As a result of online marketing research, it was determined that mayonnaise and mayonnaise sauces still occupy a significant share on the consumer's table. At the same time, there is still interest in modernized recipes and technologies, despite the existing developments on the market. The analysis of the current formulations of mayonnaise sauce with non-traditional raw materials was carried out. As a result of organoleptic and physico-chemical studies, the classic, with lemon and spice-aromatic mixture were chosen as the best samples.

Key words: mayonnaise, mayonnaise sauce, non-traditional raw materials, survey, marketing, nutrition

Введение

Соусы придают насыщенность вкуса блюдам, повышают их калорийность и улучшают органолептические показатели. Многие соусы содержат специи и вкусовые добавки, которые действуют возбуждающе на органы пищеварения; яркая окраска соусов выгодно оттеняет цвета основных ингредиентов блюда.

Масложировой комплекс России – производитель продуктов массового потребления - активно осваивает на потребительском рынке сектор функциональных продуктов питания, среди которых не последнее место принадлежит майонезам, являющимся продуктами повседневного спроса. Учитывая, что майонез относится к повседневным продуктам питания и прочно занял место в потребительской корзине россиян, исследование возможностей его модернизации для повышения качества имеет важное значение.

Майонез и соусы майонезные представляют собой продукт, полученный эмульгированием растительных масел с водой, яичными продуктами, сухим молоком, сахаром, солью, уксусом, горчицей, пряностями и другими специальными ингредиентами. По внешнему виду он напоминает густую сметану и представляет собой концентрированную эмульсию типа «масло в воде».

Майонезы являются одним из самых популярных вкусо-ароматических продуктов как среди россиян [1], так и за рубежом. Например, компания Kewpie в 2017 году открыла в Японии майонезные рестораны [2]. Отличительная особенность этих ресторанов в том, что абсолютно все блюда, присутствующие в меню, подаются политыми майонезом. Также майонезы пользуются спросом не только в торговле, но и в науке. Различные ученые исследуют проблемы и подходы к производству здорового и функционального майонезного соуса [3].

Анализ потребности населения в соусах майонезных с нетрадиционным сырьем

В апреле 2012 года Маркетинговое агентство FDFgroup провело опрос покупателей майонеза. Опрос проводился в Москве. Респондентами выступали женщины в возрасте от 25 до 65 лет, покупающие майонез не реже раза в месяц. Размер выборки – 200 респондентов. Метод сбора информации – уличный опрос. Точки опроса были равномерно рассредоточены по территории Москвы. При выборе майонеза в последнюю очередь покупатели обращают внимание на жирность (калорийность). Тем не менее, структура предпочтений майонеза по жирности сложилась таким образом, что основная доля потребителей предпочитает майонез средней (32,8%) и низкой (21,1%) жирности. Поэтому производителям необходимо принять во внимание стремление покупателей приобретать продукты меньшей калорийности. [4]

С целью повышения конкурентоспособности, а также удовлетворения потребительского спроса проведено маркетинговое онлайн-исследование среди жителей города Екатеринбург с целью выявить предпочтения в замене функциональных продуктов в соусе майонез. Исследования проводились в 2 этапа: анкетный опрос потребителей и анализ действующих рецептов майонезов и соусов майонезных. Анкетирование проводилось на базе программы Google Forms [5].

Было опрошено 32 человека. Распределение респондентов по полу представлено на рисунке 1.

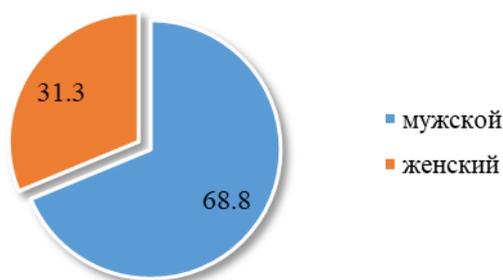


Рисунок 1 – Распределение респондентов по полу, %

В исследовании приняли участие мужчины и женщины в возрасте от 18 до 45. На рисунке 2 показано, какие возрастные категории людей участвовали в опросе.

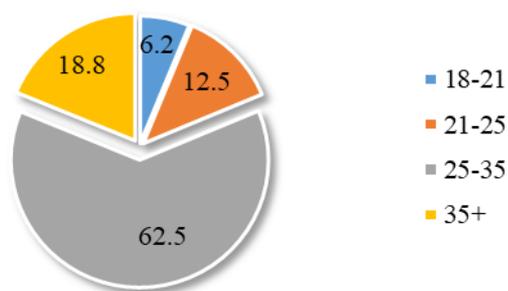


Рисунок 2 – Распределение респондентов по возрасту, %

На рисунке 3 показана частота потребления майонеза анкетированными.



Рисунок 3 – Частота употребления майонеза анкетированными, %

В ходе исследования было выявлено, что при покупке майонеза, респонденты чаще всего обращают внимание на состав, представлено на рисунке 4. Так же без внимания не остается популярность марки и известность бренда благодаря рекламе.



Рисунок 4 – Факторы выбора майонеза при покупке, %

75% анкетированных предпочитают майонез средней жирности, взамен легких и жирных видов, представлено на рисунке 5.



Рисунок 5 – Предпочтение при выборе майонеза среди респондентов, %

В одном из вопросов респондентам дали выбор поменять что-нибудь в майонезе. Стоит отметить, что большинство анкетированных 74,1% - выбрали калорийность, с целью изменить майонез в сторону более лёгкого, полезного продукта, что показано на рисунке 6.

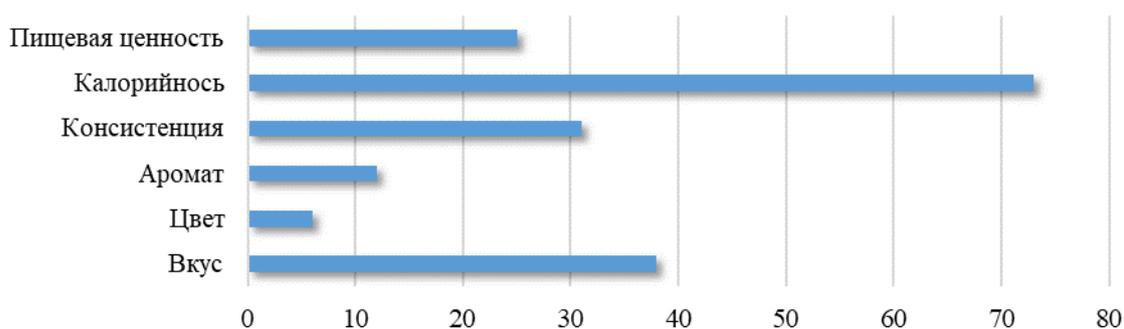


Рисунок 6 – Важность показателей качества майонеза для респондентов, %

Это коррелируется со следующим вопросом о замене продуктов в составе соусов майонезных и майонезов мнение респондентов разделилось. Из традиционного рецепта анкетированные предложили убрать и/или заменить такие составляющие как желтки, подсолнечное масло и уксус, представлено на рисунке 7.

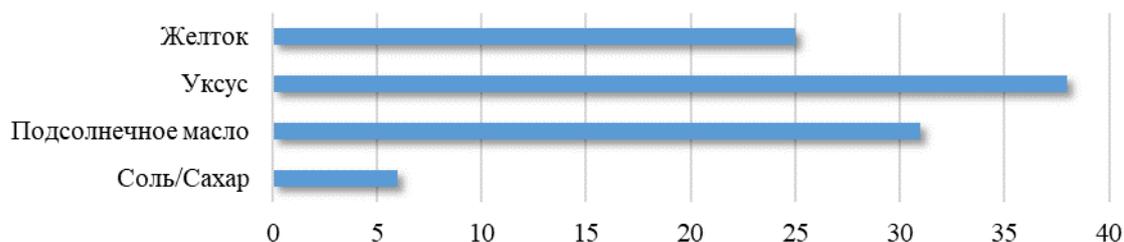


Рисунок 7 – Предпочтения по замене ингредиентов в соусе майонез, %

Заключающим вопросом был «Какие нетрадиционные для майонеза ингредиенты можно использовать в приготовлении?». В классическую рецептуру майонеза можно добавить специи, такие как: чеснок, куркума, орегано. Для добавления остроты предложено использовать перец халапеньо. Уксус можно частично или полностью заменить на лимонную кислоту для изменения вкуса. А если добавить в рецептуру воду, то это поможет сделать соус более легким. Предложено заменить сахар на мед для улучшения вкусовых качеств и повышения содержания витаминов. Также для расширения ассортимента предложено заменить подсолнечное масло на арахисовое.

Анализ имеющихся рецептов соуса майонезного с нетрадиционным сырьём

Применение нетрадиционного сырья в производстве продукции общественного питания является достаточно распространенным направлением повышения качества и

конкурентоспособности блюд и изделий. Не стоит забывать, что использование такого сырья повлияет не только на рецептурный состав и органолептические показатели, но и на технологию приготовления. Также нередко встречаются разработки с использованием дополнительных ингредиентов, позволяющих сохранить качество нового продукта. [6, 11, 12]

К имеющимся разработкам можно отнести замену масла подсолнечного на смесь различных масел [10, 13] с пряно-ароматическими травами [7], использование фосфолипидов [8], экстракта черной смородины и йодированного пищевого белка [9], с добавлением льняной муки в качестве стабилизатора [14] или лимонного сока для улучшения органолептических показателей [15].

Проведена серия контрольных отработок майонезов и соусов майонезных. В качестве базовых использованы рецептуры из литературных данных [13-16]. Образец 1.1 – соус майонез; образец 1.2 – соус майонез с лимонным соком; образец 1.3 – соус майонез с льняной мукой; образец 1.4 – соус майонез с добавлением порошка пряно-ароматических растений. Сводная рецептура образцов представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Сводная таблица рецептур образцов

Наименование сырья	Образец 1.1		Образец 1.2		Образец 1.3		Образец 1.4	
	брутто	нетто	брутто	нетто	брутто	нетто	брутто	нетто
Масло подсолнечное рафинированное	70,00	70,00	-	-	50,00	50,00	58,00	58,00
Масло оливковое нерафинированное	-	-	74,30	74,30	-	-	12,00	12,00
Масло расторопши нерафинированное	-	-	-	-	6,50	6,50	-	-
Мука льняная	-	-	-	-	0,70	0,70	-	-
Лимонная кислота пищевая	-	-	-	-	0,60	0,60	-	-

Продолжение таблицы 1

Наименование сырья	Образец 1.1		Образец 1.2		Образец 1.3		Образец 1.4	
	брутто	нетто	брутто	нетто	брутто	нетто	брутто	нетто
Масло льняное нерафинированное холодного отжима	-	-	-	-	6,50	6,50	-	-
Лимон (сок)	-	-	1,20	1,20	-	-	-	-
Горчица столовая	2,50	2,50	-	-	-	-	-	-
Горчица (порошок)	-	-	-	-	-	-	2,00	2,00
Уксусная кислота 3%	1,50	1,50	-	-	-	-	13,00	13,00
Яичный желток	24,00	24,00	20,00	20,00	5,00	5,00	-	-
Яйцо перепелиное	-	-	-	-	-	-	10,00	10,00
Пряно-ароматическая смесь	-	-	-	-	-	-	1,75	1,75
Сахар-песок	2,00	2,00	3,50	3,50	3,50	3,50	2,50	2,50
Соль поваренная	-	-	1,00	1,00	1,00	1,00	0	0
Вода	-	-	-	-	26,20	26,20	5,00	5,00
Выход	-	100,00	-	100,00	-	100,00	-	100,00

Для приготовления яичные желтки, соль, сахар, горчицу взбивают в течении 5-7 минут. Затем тонкой струйкой вводят растительное масло, постепенно взбивая. После чего добавляют уксус и взбивают до нужной консистенции.

В лабораторных условиях исследовано содержание сухих веществ (методом высушивания) и жира (экстракционно-весовой метод) в образцах. Результаты исследований представлены в таблице 2. Содержание белков, углеводов (в т.ч. пищевых волокон) и калорийность определяли расчетным методом. Пищевая ценность образцов представлена в таблице 3.

Таблица 2 – Результаты исследований содержания сухих веществ и жира в образцах майонеза

№ опыта	Образец 1.1	Образец 1.2	Образец 1.3	Образец 1.4
Содержание сухих веществ, %				
1	88,127	88,173	79,172	80,206
2	94,887	88,330	76,689	80,114
Среднее значение	91,504	88,252	77,930	80,160
Содержание жира, г				
1	67,880	66,860	59,390	64,619
2	60,525	69,157	67,541	62,925
Среднее значение	64,202	68,008	63,466	63,772

Таблица 3 – Пищевая ценность 100 г образцов

Показатель	Образец 1.1	Образец 1.2	Образец 1.3	Образец 1.4
Содержание сухих веществ, %	91,504	88,252	77,930	80,160
Белки, г	20,804	12,539	4,619	8,982
Жиры, г	64,202	68,008	63,466	63,772
Углеводы, г	3,497	4,705	7,845	7,306
в том числе пищевые волокна, г	0,040	0	0	0,100
Энергетическая ценность, кДж	2826,18	2851,41	2600,21	2675,78

Эксперимент показал, что содержание жира в каждом из исследованных образцов выше 55%. Согласно ГОСТ 31762-2012 данные образцы майонезов и соусов майонезных можно назвать высококалорийными. Самое высокое содержание жира у образца 1.2, так как по рецептуре на 100 г готового продукта добавляется 74,3 г растительного масла. Как видно в таблице 3, содержание белка в образце 1.1 в 2-4 раза выше, чем в остальных. Это можно объяснить рецептурным составом исследуемых майонезов и соусов майонезных: образец 1.1 содержит 24 г яичного желтка, богатого белками, в 100 г готового соуса. В образцах 2.3 и 2.4 низкое содержание белка в сравнении с остальными образцами, и это объясняется тем, что в их составе содержится по 5 и 10 г яичного желтка соответственно. Яичный желток, в свою очередь, является главным источником белка среди всех, используемых в рецептурах, ингредиентов.

Органолептическая оценка исследуемых образцов была проведена по 5-балльной системе [17]. Органолептическая характеристика образцов представлена в таблице 4. Результаты органолептической оценки представлены на рисунке. Органолептическая оценка представлена на рисунке 8.

Таблица 4 – Органолептическая характеристика исследуемых образцов

Показатель	Образец 1.1	Образец 1.2	Образец 1.3	Образец 1.4
Внешний вид	Сметанообразная эмульсия без расслоений, пены и пузырьков воздуха			
				Наличие вкраплений пряных трав
Консистенция	Плотная, вязкая, однородная	Густая, вязкая, однородная	Густая, текучая, однородная	Густая, вязкая, однородная с вкраплениями пряных трав
Цвет	Желтый	Желтый	Светло-желтый	Темно-зеленый с оттенком желтого, пряные травы – темно-зеленые
Вкус	Соответствует ингредиентам. Без посторонних привкусов			
	Выраженный яичный. Привкус горчицы и уксуса	Привкус лимонный, соленый. Слегка горький	Привкус горчицы соленый	Ярко выражен вкус пряных трав. Привкус уксуса.
Запах	Яичный, с ароматом уксуса и горчицы. Без посторонних запахов	Выраженный лимонный. Без посторонних запахов	Без выраженного запаха	Выраженный запах пряных трав, с ароматом уксуса и горчицы. Без посторонних запахов

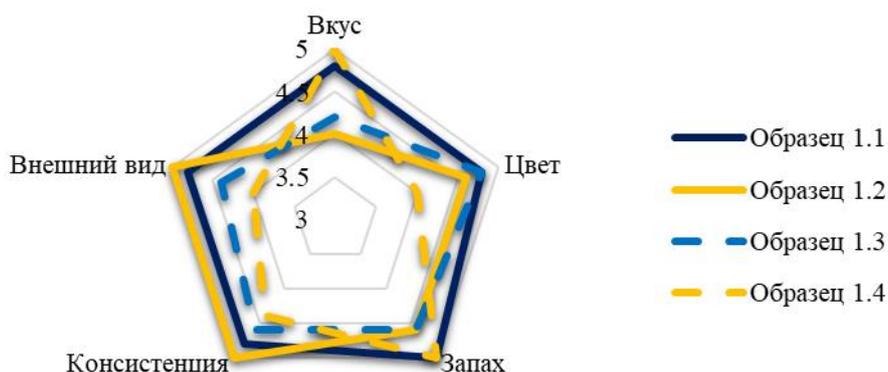
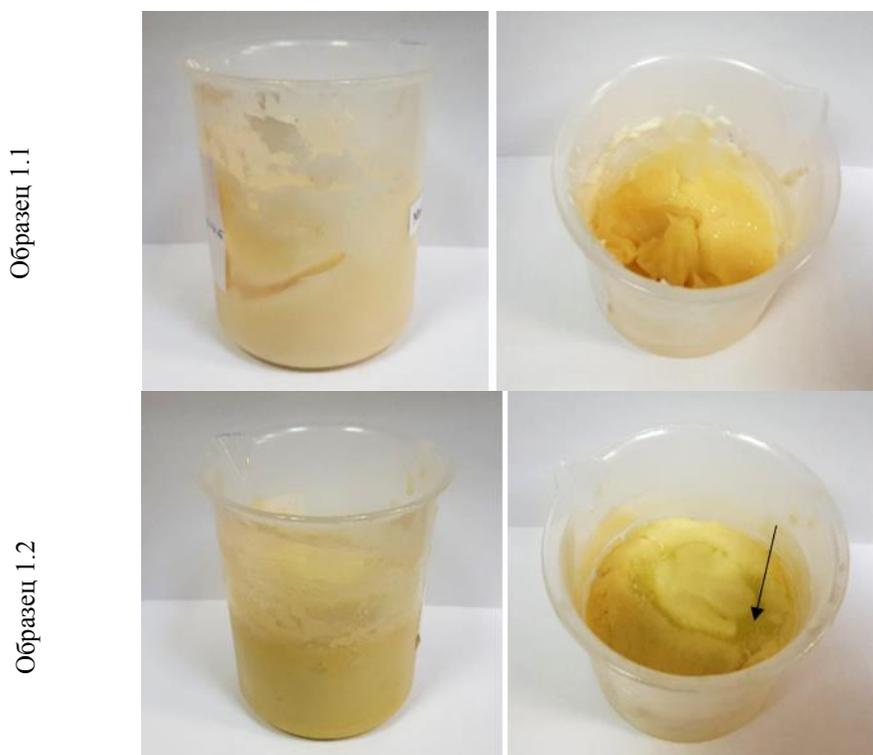


Рисунок 8 – Органолептическая оценка исследуемых образцов, балл

Образец 1.1 имеет более плотную структуру и вязкую консистенцию в сравнении с другими образцами. Это объясняется высоким содержанием сухих веществ. Образец 1.2 отличается лимонным привкусом за счёт наличия в составе свежевыжатого лимонного сока и отсутствия уксуса и горчицы. Образец 1.3 без особых отличительных признаков, так как входящая в состав льняная мука направлена на улучшение поддержания стабильности эмульсии, а не на изменения вкусовых качеств. Вкус менее выраженный, т.к. в рецептуре использована вода. Образец 1.4 отличается от остальных образцов цветом, запахом, а также наивысшим баллом за вкус. Он имеет вкрапления за счёт добавления в его состав пряно-ароматического смеси из укропа, базилика, петрушки, чеснока и эстрагона.

С целью проверки стабильности эмульсии и возможности кратковременного хранения все образцы были помещены в холодильный шкаф на 5 суток. Температура в холодильном шкафу 4 ± 2 °С. Фотографии исследованных образцов, приготовленных в лаборатории УрГЭУ, представлены на рисунке 9.



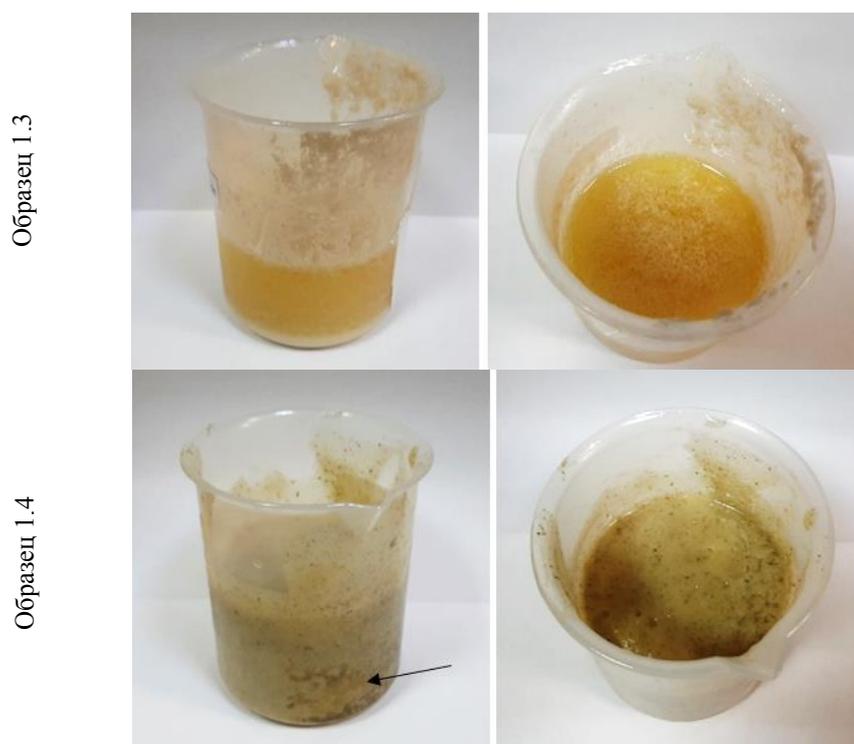


Рисунок 9 – Фотографии образцов после 5 суток хранения

Через 5 суток после хранения образец 1.1 показал себя нормально, сохранив эмульсию. Образец 1.2 имеет небольшое расслоение на дне. Образец 1.3 полностью расслоился, нежировые вещества осели на дне, из чего можно сделать вывод, что льняная мука удерживает эмульсию непродолжительное время. Образец 1.4 имеет небольшое расслоение на дне, масло собралось у одного края.

Заключение

Проведен опрос респондентов, позволивший определить потребительские предпочтения при выборе майонеза, а также предпочтения по модернизации. В результате опроса было выявлено, что в среднем респонденты употребляют майонез несколько раз в неделю, при этом при покупке обращая внимание главным образом на состав, а также на упаковку и популярность марки. Наиболее популярен среди покупателей майонез средней жирности (67%-ный). В одном из вопросов респондентам дали выбор поменять что-нибудь в майонезе. Большинство анкетированных выбрали калорийность. В классическую рецептуру майонеза предложили добавить арахисовое масло, мед, а также специи, такие как: чеснок, куркума, орегано.

Проведен анализ действующих рецептов соуса майонезного с нетрадиционным сырьём. Для исследования выбраны 4 образца: классический по сборнику технических нормативов, с лимонным соком от ООО «Экомаш», с использованием льняного масла и льняной муки, с добавлением пряно-ароматической смеси. В результате органолептических и физико-химических исследований наилучшими образцами выбраны классический, с лимоном и с пряно-ароматической смесью. При этом стабильную эмульсию в течении 5 суток показал только классический майонез, лимонный сок и пряно-ароматическая смесь незначительно повлияла на эмульсию, а льняная мука оказалась недолговечной в качестве стабилизатора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Деунежева, А.А. Экспертиза качества майонеза / А.А. Деунежева, З.Г. Рамонова // Научные труды студентов горского государственного аграрного университета «Студенческая наука – агропромышленному комплексу»: в 2 ч. – Владикавказ, 2016. – С. 3.

2. Fawcett K. Mayonnaise cafes are now a thing [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.mentalfloss.com/article/92734/mayonnaise-cafes-are-now-thing> (дата обращения: 01.06.2022).
3. Mirzanajafi-Zanjani M., Yousefi M., Ehsani A. Challenges and approaches for production of a healthy and functional mayonnaise sauce. - Food Science and Nutrition. – 2019. – Vol. 7 (8). – P. 2471–2484.
4. Сушкова, Т. В. Исследование потребительских предпочтений на локальном рынке майонеза / Т. В. Сушкова // Новое слово в науке: перспективы развития. – 2016. – № 2(8). – С. 256-258.
5. Крохалев, В. А. Реклама и потребительский спрос как инструменты повышения эффективности маркетинговых коммуникаций на предприятиях питания / В. А. Крохалев // Experimental and Theoretical Research in Modern Science : Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference (Кишинев, 16–18 ноября 2020 г.). – Кишинев: Giperion Editura, 2020. – С. 104-109.
6. Феофилактова, О. В. Получение стабильных эмульсионных систем / О. В. Феофилактова, Н. В. Заворохина, В. В. Лабецкий // Индустрия питания. – 2021. – Т. 6. – № 3. – С. 76-83. – DOI 10.29141/2500-1922-2021-6-3-9.
7. Патент № 2682438 С1 Российская Федерация, МПК А23L 27/60. Майонез: № 2017128620: заявл. 10.08.2017: опубл. 19.03.2019 / Е. С. Ножко, Е. Ю. Богодист-Тимофеева; заявитель Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского.
8. Патент № 2251347 С1 Российская Федерация, МПК А23L 1/24. Диетический майонез: № 2003129922/13: заявл. 10.10.2003: опубл. 10.05.2005 / А. А. Петрик, Е. П. Корнена, М. А. Хамула [и др.]; заявитель Кубанский государственный технологический университет.
9. Патент № 2536926 С1 Российская Федерация, МПК А23L 1/24, А23L 1/39. Майонез: № 2013142544/13: заявл. 17.09.2013: опубл. 27.12.2014 / И. А. Пустарнакова, А. В. Берестова, Л. В. Межуева; заявитель Оренбургский государственный университет.
10. Гаврилова Д.В., Разработка и товароведная оценка майонеза и майонезного соуса для здорового питания с пектином: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.18.15 / Гаврилова Д.В.; [Место защиты: Моск. гос. ун-т пищевых пр-в (МГУПП)]. – Москва, 2014. – 24 с.
11. Патент № 2371011 С1 Российская Федерация, МПК А23L 1/24. Майонез «йогуртовый»: № 2008114170/13 : заявл. 15.04.2008: опубл. 27.10.2009 / Л. Б. Аксельрод, А. В. Кирюхин, К. В. Бакланов.
12. Патент № 2322087 С2 Российская Федерация, МПК А23L 1/24. Майонез: № 2005126341/13: заявл. 19.08.2005: опубл. 20.04.2008 / Д. А. Харитонов; заявитель Открытое акционерное общество «Казанский жировой комбинат».
13. Патент № 2292168 С1 Российская Федерация, МПК А23L 1/24. Майонез: № 2006114076/13: заявл. 26.04.2006: опубл. 27.01.2007 / А. В. Хапачев; заявитель ИнтерГруп Транзит ЭлЭлСи.
14. Добржицкий А.А. Разработка рецептуры, технология получения майонеза с применением льняной муки в качестве стабилизатора : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.06 / Добржицкий Алексей Александрович. – Москва, 2013. – 113 с.
15. Сайт предприятия «ЭКОМАШ» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ecomash.ru/tekhnologii/tekhnologiya-proizvodstva-majoneza> (Дата обращения 20.05.2022).
16. Сборник технических нормативов: Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания, II часть / Под ред. Марчука Ф.Л.- М.: Хлебпродинформ. – 1997. – 619 с.
17. Услуги общественного питания. Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания [Текст]: ГОСТ 31986-2012. – Введ. 01.01.2013. – М.: Стандартиформ. – 2014. – 15 с.

REFERENCES

1. Deunezheva, A.A. Examination of the quality of mayonnaise / A.A. Deunezheva, Z.G. Ramonova // Scientific works of students of the Mountain State Agrarian University "Student science - to the agro-industrial complex": in 2 hours - Vladikavkaz, 2016. – P. 3.
2. Fawcett K. Mayonnaise cafes are now a thing [Electronic resource]. – URL: <https://www.mentalfloss.com/article/92734/mayonnaise-cafes-are-now-thing> (Accessed: 06/01/2022).
3. Mirzanajafi-Zanjani M., Yousefi M., Ehsani A. Challenges and approaches for production of a healthy and functional mayonnaise sauce. - Food Science and Nutrition. – 2019. – Vol. 7 (8). – P. 2471–2484.
4. Sushkova, T. V. Research of consumer preferences in the local mayonnaise market / T. V. Sushkova // New word in science: development prospects. – 2016. – No. 2 (8). – P. 256-258.
5. Krokhaliev, V. A. Advertising and consumer demand as tools to improve the effectiveness of marketing communications in catering enterprises / V. A. Krokhaliev // Experimental and Theoretical Research in Modern Science: Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference (Kishinev, 16 – November 18, 2020). – Kishinev: Giperion Editura, 2020. – P. 104-109.
6. Feofilaktova, O. V. Obtaining stable emulsion systems / O. V. Feofilaktova, N. V. Zavorokhina, V. V. Labetsky // Food Industry. – 2021. – T. 6. – No. 3. – P. 76-83. – DOI 10.29141/2500-1922-2021-6-3-9.
7. Patent No. 2682438 C1 Russian Federation, IPC A23L 27/60. Mayonnaise: No. 2017128620: Appl. 08/10/2017: publ. 03/19/2019 / E. S. Nozhko, E. Yu. Bogodist-Timofeeva; applicant Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky.
8. Patent No. 2251347 C1 Russian Federation, IPC A23L 1/24. Diet mayonnaise: No. 2003129922/13: Appl. 10/10/2003: publ. May 10, 2005 / A. A. Petrik, E. P. Kornena, M. A. Khamula [and others]; applicant Kuban State Technological University.
9. Patent No. 2536926 C1 Russian Federation, IPC A23L 1/24, A23L 1/39. Mayonnaise: No. 2013142544/13: Appl. 09/17/2013: publ. December 27, 2014 / I. A. Pustarnakova, A. V. Berestova, L. V. Mezhueva; applicant Orenburg State University.
10. Gavrilova D.V., Development and commodity evaluation of mayonnaise and mayonnaise sauce for a healthy diet with pectin: Abstract of the thesis. ... candidate of technical sciences: 05.18.15 / Gavrilova D.V.; [Place of protection: Mosk. state University of food production (MGUPP)]. - Moscow, 2014. – 24 p.
11. Patent No. 2371011 C1 Russian Federation, IPC A23L 1/24. Mayonnaise "yogurt": No. 2008114170/13: Appl. 04/15/2008: publ. October 27, 2009 / L. B. Axelrod, A. V. Kiryukhin, K. V. Baklanov.
12. Patent No. 2322087 C2 Russian Federation, IPC A23L 1/24. Mayonnaise: No. 2005126341/13: Appl. 08/19/2005: publ. April 20, 2008 / D. A. Kharitonov; applicant Open Joint Stock Company "Kazan Fat Plant".
13. Patent No. 2292168 C1 Russian Federation, IPC A23L 1/24. Mayonnaise: No. 2006114076/13: Appl. 04/26/2006: publ. January 27, 2007 / A. V. Khapachev; applicant InterGroup Transit LLC.
14. Dobzhitsky A.A. Recipe development, mayonnaise production technology using flaxseed flour as a stabilizer: dis. ... cand. tech. Sciences: 05.18.06 / Dobzhitskiy Alexey Aleksandrovich. - Moscow, 2013. – 113 p.
15. 15. The site of the enterprise "ECOMASH" [Electronic resource]. – URL: <http://www.ecomash.ru/tekhnologii/tekhnologiya-proizvodstva-majoneza> (Accessed 05/20/2022).

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Баурова Яна Дмитриевна, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», студент, e-mail: reviver200@mail.ru

Baurova Yana Dmitrievna, Ural State University of Economics, student, e-mail: reviver200@mail.ru

Арисов Александр Валерьевич, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», кандидат технических наук, доцент кафедры технологии питания, e-mail: arisov_av@usue.ru

Arisov Aleksandr Valerievich, Ural State University of Economics, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Nutrition Technology, e-mail: arisov_av@usue.ru

Дата поступления в редакцию: 12.10.2022

После рецензирования: 23.11.2022

Дата принятия к публикации: 13.12.2022

Е.В. Назарова [E.V. Nazarova],
Н. Ю. Аветян [N. Y. Avetyan],
А.С. Марутян [A.S. Marutyanyan]

УДК 37.01: 681.5(470-25)
DOI: 10.37493/2307-910X.2022.4.25

ГИБКИЙ ВЕРХНИЙ ЭТАЖ ИЗ ЛЕГКИХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРЕКРЕСТНЫХ СИСТЕМ

THE FLEXIBLE UPPER FLOOR MADE OF LIGHT METAL STRUCTURES USING CROSS SYSTEMS

Пятигорский институт (филиал) Северо-Кавказский Федеральный университет, E-mail: al_marut@mail.ru/ Pyatigorsk Institute (branch) North Caucasus Federal University, E-mail: al_marut@mail.ru

Аннотация

Представлен способ повышения сейсмостойкости при помощи гибких верхних этажей вновь возводимых зданий и сооружений, а также реконструируемых и ремонтируемых объектов существующей застройки. Приведено техническое решение легких металлических конструкций комплектной поставки из перекрестных ферм, входящих в число структурных систем. В общем ряду перекрестных систем своими технико-экономическими показателями выделяются модули покрытий и перекрытий типа «Пятигорск». Благодаря компактным габаритам этих модулей их можно выполнять цельносварными по оригинальной технологии с частичным переносом изготовления из цеха на строительную площадку, что обеспечивает им определенный спрос в нестабильных условиях современной конъюнктуры.

Ключевые слова: сейсмостойкое строительство, гибкий верхний этаж, легкие металлические конструкции, структурные системы, перекрестные фермы, цельносварные конструкции, профильные трубы, гнутосварные профили.

Abstract

A method of increasing seismic resistance using flexible upper floors of newly erected buildings and structures, as well as reconstructed and repaired objects of existing buildings is presented. The technical solution of light metal structures of complete delivery from cross-farms included in the number of structural systems is given. In the general series of cross-systems, the modules of coatings and ceilings of the Pyatigorsk type are distinguished by their technical and economic indicators. Due to the compact dimensions of these modules, they can be made all-welded according to the original technology with a partial transfer of manufacturing from the workshop to the construction site, which provides them with a certain demand in the unstable conditions of the current market.

Key words: earthquake-resistant construction, flexible upper floor, lightweight metal structures, structural systems, cross trusses, all-welded structures, profile pipes, bent-welded profiles.

Введение

Системы перекрестных ферм являются той конструктивной формой, которая содержит в себе лучшие качества как современных пространственно-стержневых (структурных) конструкций, так и традиционных стропильных и подстропильных ферм или ферм покрытий (рис. 1) [1, 2]. Накопленный опыт проектирования и строительства объектов с использованием перекрестных ферменных конструкций подтверждает рациональность,

эффективность и универсальность их базовых технических решений, обеспечивающих повышенные ресурсы силового сопротивления и устойчивости к прогрессирующему (лавинообразному) разрушению, включая сейсмостойкое строительство [3–11]. Применение таких систем в форме легких металлических конструкций комплектной поставки с использованием прямоугольных профильных труб (гнуто сварных профилей – ГСП) делает их еще более надежными и рациональными [12–16]. В общем ряду перекрестных систем из профильных труб свою область рационального применения заняли легкие металлоконструкции комплектной поставки, представляющие собой блоки (модули) покрытий и перекрытий из перекрестных ферм типа «Пятигорск». Несмотря на нестабильность конъюнктуры, они продолжают пользоваться спросом, привлекая внимание инвесторов и заказчиков своими технико-экономическими характеристиками применительно не только к новому строительству (рис. 2), но и реконструкции существующей застройки (рис. 3). Сравнительно небольшие, но наиболее востребованные размеры (чаще 6×6...12×12 м) позволяют условно классифицировать их как «карманные» модули и изготавливать цельносварными из ГСП [17, 18].

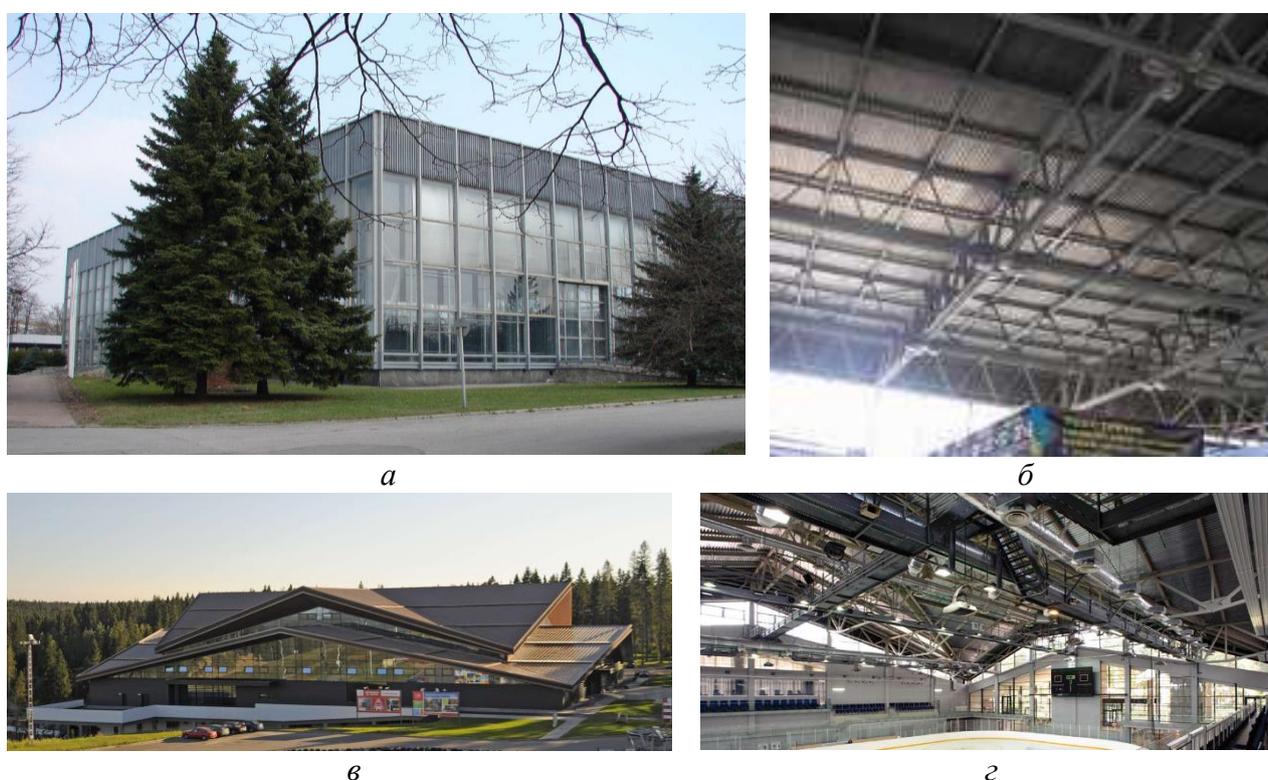


Рисунок 1. Снимки павильона «Механизация сельского хозяйства» в Киеве (а) и ортогональной системы перекрестных ферм стальных из парных уголков его покрытия (б), а также ледовой арены в 50 км от Санкт-Петербурга (в) и ортогональной системы перекрестных стальных ферм из прямоугольных труб ее покрытия (г)



Рисунок 2. Снимки общего вида нового строительства (а), а также модулей 7×7 м его перекрытия (б) и модулей 14×14 м покрытия (в)



Рисунок 3. Снимки реконструкции 1-этажного здания с гибким верхним этажом из 4 модулей 5×5 м (а) и 2-этажного здания с гибким верхним этажом из 8 модулей 6×6 м (б)

Первая апробация перекрестных ферм из прямоугольных трубчатых профилей после их полномасштабного теоретического и лабораторного (стендового) изучения успешно состоялась при натурных исследованиях опытно-промышленного образца блока покрытия (с размерами в плане 19,2×15,2 м) на испытательном полигоне Армянского НИИ строительства и архитектуры с 13 ноября 1987 г. по 5 марта 1988 г. (рис. 4), что предопределило их внедрение в практику строительства, включая восстановительную зону землетрясения в Спитаке (7 декабря 1988 г.). Здесь уместно заметить, что представленный способ повышения сейсмостойкости при помощи гибких верхних этажей [19] был апробирован на том же полигоне применительно к 9-этажной конструкции каркасного здания.

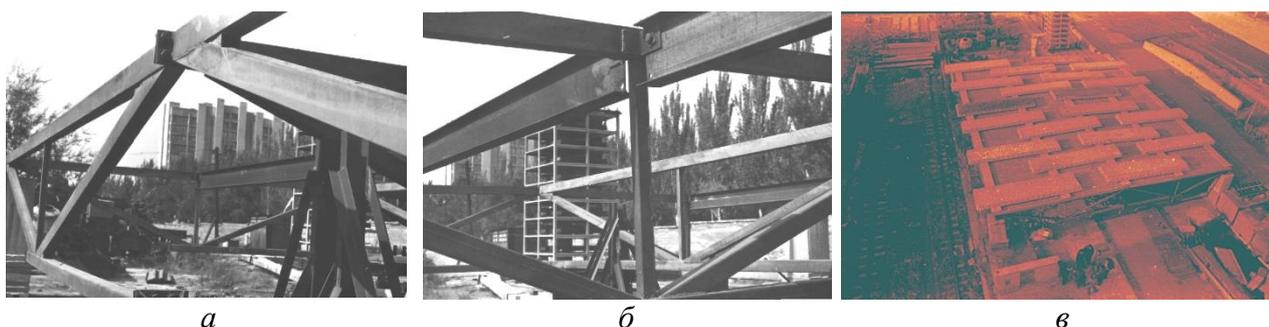


Рисунок 4. Снимки монтажа контурных (а) и внутренних (б) перекрестных стальных ферм из прямоугольных ГСП опытно-промышленного образца блока (секции) покрытия, а также его натурального испытания на статические воздействия (в), где на задних планах видна 9-этажная конструкция каркасного здания с гибким верхним этажом

Завершая вводную часть, остается добавить, что актуальность разработки и исследования перекрестных систем, их прикладная значимость и перспективность подтверждены на Всероссийской научно-практической конференции «45 лет отрасли легких металлических конструкций: от модуля Кисловодск до модуля Пятигорск», проведенной 3-5 апреля 2017 г. на базе Пятигорского института СКФУ, Кисловодского ЗМК и ООО «Модуль-Строй» в Пятигорске [20]. Поэтому представляется вполне закономерным, что расчет и проектирование ортогональных систем перекрестных стальных ферм нашли свое отражение в новом учебнике по металлическим конструкциям, изданном в 2020 г. по заказу Ассоциации развития стального строительства [21].

Расчет на статические воздействия

Для статического расчета ортогональной системы перекрестных стальных ферм (рис. 5) можно воспользоваться их балочными аналогами [22]:

$$M = k_M pal^2 ; Q = k_Q pal ; F = k_F pal , \quad (1)$$

где M и Q – изгибающий момент и поперечная сила в сечении балочного аналога внутренней фермы; F – нагрузка балочного аналога внутренней фермы на соответствующий аналог

контурной фермы; k_M , k_Q и k_F – табличные коэффициенты; p – интенсивность распределенной нагрузки на покрытие; a и l – шаг и пролет ферм.

Поскольку стандартные таблицы [22] позволяют рассчитывать перекрестные системы с количеством ячеек от $n \times n = 4 \times 4$ до $n \times n = 10 \times 10$, то в общем случае для начала ряда таких систем с количеством ячеек $n \times n = 2 \times 2$ и $n \times n = 3 \times 3$ эти таблицы целесообразно дополнить.

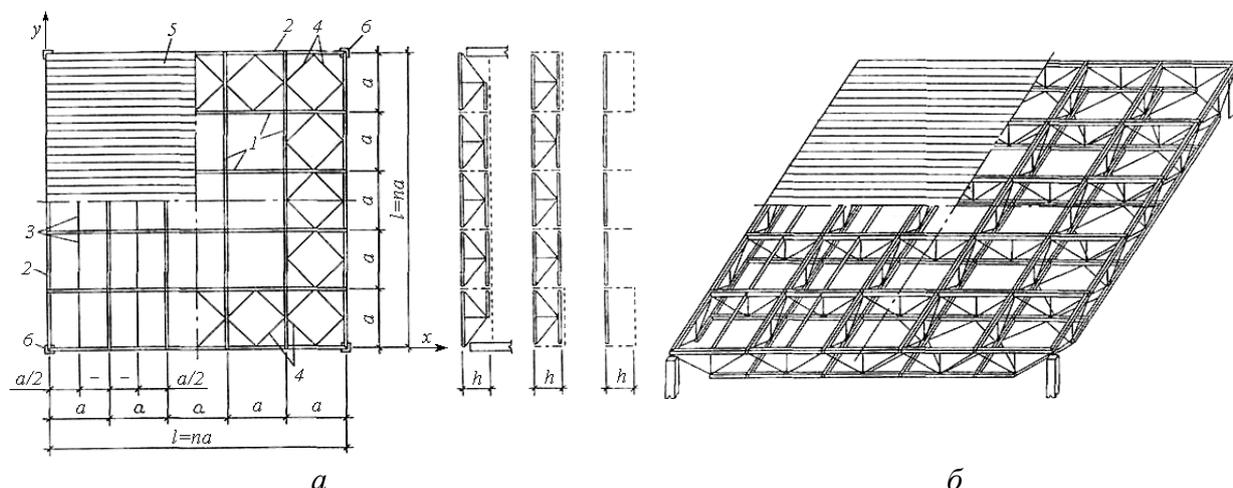


Рисунок 5. Схемы с разрезами (а) и аксонометрия (б) ортогональной системы перекрестных стальных ферм в виде секции (блока) покрытия при квадратной сетке колонн: 1 – внутренние фермы; 2 – контурные фермы; 3 – прогоны; 4 – связи по нижним поясам (при сетке колонн 30×30 м и более); 5 – профилированный настил; 6 – колонны

Табл. Расчетные коэффициенты для перекрестных балок

$n \times n$	x	y	k_M	k_Q	k_F
2×2	0	0			0,0700
	a	0	0	0,1234	0,3600
a		a	0,0603		
3×3	0	0			0,0460
	a	0	0	0,1539	0,3290
		a	a		
		2a	0,0553	0	

Расчет собственных колебаний

Расчет собственных колебаний несущих конструкций зданий и сооружений, в том числе и сейсмостойких конструкций из перекрестных систем, заключается в определении динамических характеристик, коими являются частоты, периоды и формы (тона) этих колебаний. Для определения периодов и форм собственных колебаний в вертикальной плоскости перекрытий и покрытий из перекрестных стальных ферм при квадратной сетке колонн сами перекрестные системы, являющиеся частным случаем структурных конструкций, можно рассматривать как пластины с распределенной массой и приведенной цилиндрической жесткостью D , определяемой по формуле [8, 10]

$$D = 1,3EI_{\bar{n}}, \quad (2)$$

где E – модуль упругости конструкционного материала; $I_{\bar{n}}$ – приведенный момент инерции сечения перекрестной системы, принимаемый

$$I_c = (I_1 k_{11} (n-1) + 2I_{12}) / (k_{fu} k_{fp} l (n+1)). \quad (3)$$

Здесь I_1 и I_2 – моменты инерции средних поперечных сечений соответственно внутренней средней и контурной ферм; n – количество шагов перекрестных ферм в каждом

из ортогональных направлений; k_{I1} и k_{I2} – коэффициенты влияния от изменений моментов инерции сечений соответственно внутренней средней и контурной ферм, которые равны

$$k_I = (\Sigma(I_j l_j)_{\bar{A}\bar{I}} + \Sigma(I_j l_j)_{\bar{B}\bar{I}}) / (I_{\max \bar{A}\bar{I}} l_{\bar{A}\bar{I}} + I_{\max \bar{B}\bar{I}} l_{\bar{B}\bar{I}}), \quad (4)$$

где $I_{j\bar{A}\bar{I}}$ и $I_{j\bar{B}\bar{I}}$ – моменты инерции сечений j -ой панели соответственно верхнего и нижнего поясов; l_j – длина j -ой панели поясов; $I_{\max \bar{A}\bar{I}}$ и $I_{\max \bar{B}\bar{I}}$ – наибольшие моменты инерции сечений соответственно верхнего и нижнего поясов; $l_{\bar{A}\bar{I}}$ и $l_{\bar{B}\bar{I}}$ – длины соответственно верхнего и нижнего поясов.

Кроме того, в формуле (3) принято – коэффициент влияния податливости монтажных соединений перекрестных стальных ферм, равный при использовании болтовых креплений $k_{fu}=1,1$; сварки (в цельносварных «карманных модулях») или высокопрочных болтовых креплений с контролируемым предварительным натяжением $k_{fu}=1$, а также k_{fp} – коэффициент влияния податливости решетки ферм, принимаемый

$$k_{fp} = 1 + 2,4h/l, \quad (5)$$

где h и l – соответственно высота и пролет ферм.

В связи с близостью величин собственных частот блоков (модулей) из перекрестных систем рекомендуется определять не менее 5...7 низших частот и форм собственных колебаний [22], а значения периодов этих колебаний можно вычислять по формуле

$$T_i = (2\pi^2 \sqrt{m/D}) / k_i^2 = (2\pi^2 \sqrt{p_o/(gD)}) / k_i^2, \quad (6)$$

где T_i – период собственных колебаний по i -му тону; m – равномерно распределенная масса блока с учетом нагрузок на покрытие (перекрытие), $m = p_o/g$; p_o – нагрузка особого сочетания нагрузок при расчете на сейсмические воздействия; g – ускорение силы тяжести, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

k_i^2 – квадрат коэффициента квадратной пластины, принимаемый [24]

$$k_1^2 = 13,47; k_2^2 = 19,60; k_3^2 = 24,27; k_4^2 = 34,80; k_5^2 = 61,09; k_6^2 = 63,69.$$

(7)

Расчет внутренних и контурных прогибов

Ортогональные системы перекрестных ферм на квадратном плане кроме четырех опорных узлов по углам имеют и другие схемы опирания (рис. 6). Поэтому общий прогиб такой системы включает в свой состав внутренние и контурные части.

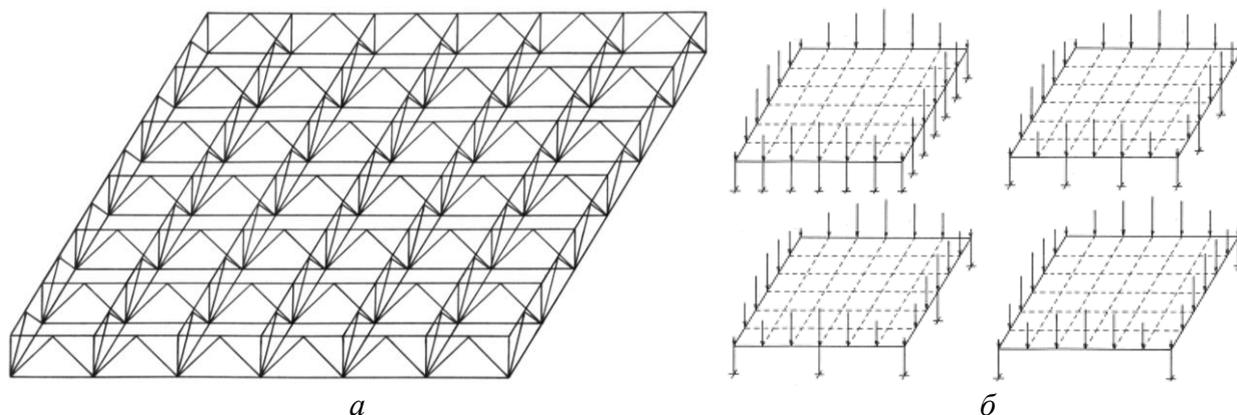


Рис. 6. Схемы ортогональной системы перекрестных ферм (а) и ее опорных контуров (б)

Чтобы вычислить прогиб перекрестных ферм в случае их опирания на неподатливый опорный контур f_1 (внутренний прогиб), можно использовать формулу

$$f_1 = (0,00815k_{fu}k_{fp}pal^4) / (EI_1k_I), \quad (8)$$

где \dot{a} – линейный размер шага перекрестных ферм.

Для определения прогиба опорных конструкций по контуру перекрестной системы f_2 (контурный прогиб) применимо выражение

$$f_2 = (k_{fn} k_{fu} k_{fp} p l_n^5) / (EI_2 k_l), \quad (9)$$

где l_c – пролет опорной конструкции;

k_{fn} – коэффициент влияния количества шагов n перекрестных ферм в каждом из ортогональных направлений, принимаемый

$$k_{fn} = 0,00375 \text{ при } n = 2, \quad k_{fn} = 0,00389 \text{ при } n = 3, \quad k_{fn} = 0,00326 \text{ при } n \geq 4.$$

(10)

Натурные испытания блока покрытия

Блок покрытия представляет собой ортогональную систему перекрестных стальных ферм из прямоугольных ГСП и имеет в плане нестандартные размеры 19,2×15,2 м, обусловленные его привязкой к объекту для постоянной эксплуатации после испытаний и шириной рабочей зоны полигона, обслуживаемой башенным краном грузоподъемностью 5 тонн при вылете стрелы около 16 м (рис. 7). При этом его конструктивно-компоновочное оформление ничем не отличается от типовых блоков размерами 18×18, 24×24 и 30×30 м.

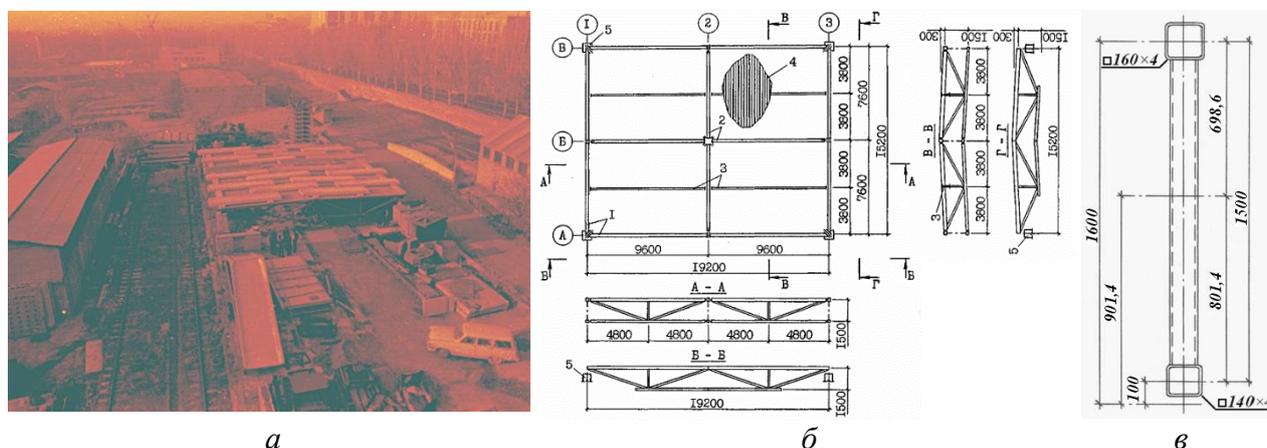


Рисунок 7. Снимок испытательного полигона (а), схемы блока покрытия (б) и поперечного сечения его контурных и внутренних ферм (в): 1 – контурные фермы; 2 – внутренние фермы; 3 – прогоны; 4 – профилированный настил; 5 – угловые опоры

Блок покрытия загружали балластом из песка и штучных грузов, в качестве которых использовали железобетонные плиты перекрытия массой по 2 т и дорожные плиты массой по 0,1 т. Насыпанная ровным слоем поверх листов профилированного настила, песчаная подушка обеспечивала более равномерное распределение нагрузки, предохраняла его от случайных механических повреждений и чрезмерного нагревания в дневное время (для штатной работы тензометрии). Кроме того, масса подушки соответствовала массе несущих и ограждающих конструкций блока, что учитывалось в результатах его испытания.

Пример расчета прогибов

Прямоугольные (блоки покрытий из перекрестных ферм рациональны не менее, чем квадратные. Для их приближенного расчета на статические воздействия можно использовать приведенную методику, если внести в нее некоторые дополнения. Такие дополнения заключаются в том, что расчет одного прямоугольного блока с размерами $l_A \times l_1$ под нагрузку p заменяется расчетом двух квадратных с размерами $l_A \times l_A$ и $l_1 \times l_1$ под соответствующие нагрузки $p_A = p l_M / l_A$ и $p_1 = p l_A / l_1$. При этом общий прогиб прямоугольного модуля (блока покрытия) составит

$$f = k_{fu} (f_{1A} + f_{21}) \text{ или } f = k_{fu} (f_{11} + f_{2A}),$$

то есть здесь имеет место своего рода контрольная проверка.

Опытно-промышленный блок имеет соотношение сторон $l_i / l_A = 1/1,263$ (рис. 5, б) и рассчитан на нагрузку $\delta_\delta = 2,1$ кН/м² ($\delta_i = 0,8\delta_\delta = 1,7$ кН/м² – нормативная нагрузка), которая на заключительном этапе нагружения была превышена на 20%, то есть $\delta = 1,2\delta_\delta = 1,2 \times 2,1 = 2,52$ кН/м² = 252 кгс/м².

Чтобы рассчитать общий прогиб опытного блока, предварительно целесообразно вычислить ординату центра тяжести и момент инерции сечения его контурных и внутренних ферм (рис. 5, в):

$$o_0 = (24,96 \times 160 + 21,76 \times 10) / (24,96 + 21,76) = 90,14 \text{ см};$$

$$I_x = 1013 + 24,96 \times 69,86^2 + 671,3 + 21,76 \times 80,14^2 = 263251 \text{ см}^4.$$

В блоке с размерами $l_A \times l_A = 19,2 \times 19,2$ м соответствующая нагрузка составит $p_A = p l_M / l_A = 252 \times 15,2 / 19,2 = 199,50$ кгс/м² и $p_i = p l_A / l_i = 252 \times 19,2 / 15,2 = 318,32$ кгс/м² в блоке с размерами $l_i \times l_i = 15,2 \times 15,2$ м.

Тогда общий прогиб опытного блока равен

$$\begin{aligned} f &= k_{fu} (f_{1A} + f_{2i}) = k_{fu} (0,00815 k_{fpA} \delta_A \dot{a}_A l_A^4 + 0,00375 k_{fpM} l_M^5) / (EI_x k_I) = \\ &= 1,1(0,00815(1 + 2,4 \times 150/1920)0,019950 \times 960 \times 1920^4 + \\ &+ 0,00375(1 + 150/1520)0,031832 \times 1520^5) / (2100000 \times 26351 \times 1,1) = \\ &= 1,1(4,556 + 2,167) = 7,396 \end{aligned} \quad \text{см}$$

или

$$\begin{aligned} f &= k_{fu} (f_{1i} + f_{2A}) = k_{fu} (0,00815 k_{fpI} \delta_i \dot{a}_i l_i^4 + 0,00375 k_{fpA} l_A^5) / (EI_x k_I) = \\ &= 1,1(0,00815(1 + 2,4 \times 150/1520)0,031832 \times 760 \times 1520^4 + \\ &+ 0,00375(1 + 150/1920)0,031832 \times 1920^5) / (2100000 \times 26351 \times 1,1) = \\ &= 1,1(2,355 + 4,193) = 7,202 \end{aligned} \quad \text{см},$$

то есть погрешность приближенного расчета составляет

$$100(7,396 - 7,202) / (7,396 + 7,202) = 2,62...2,69\%,$$

а осредненное значение общего прогиба имеет величину

$$(7,396 + 7,202) / 2 = 7,299 \text{ см} = 73,0 \text{ мм} = l_A / 263 = l_i / 208.$$

Если подытожить контрольную проверку, то есть основания признать ее достаточно корректной.

Некоторые результаты натурных испытаний

Итоги приведенного примера расчета прогибов вполне удовлетворительно совпадают также и с результатами численных исследований, и с экспериментальными данными натурных испытаний (рис. 8, а). Здесь разницу экспериментальных прогибов центральных узлов верхних и нижних поясов можно объяснить наличием в уровне верхних поясов жесткого диска из профилированных листов, которые крепили к поясам и прогонам через волну при помощи дюбелей (нагелей) диаметром 5 мм. При этом использовали дюбеля, которые были в два раза длиннее обычных, из-за чего после пристрелки шляпки таких дюбелей выступали на 5...10 мм, что в дальнейшем после испытания значительно облегчило демонтаж блока покрытия и обеспечило разборку настила без каких-либо его повреждений. Несущие и ограждающие конструкции блока покрытия были смонтированы повторно для постоянной эксплуатации на одном из объектов ЦКБТО «Нейтрон» в Ереване.

Значения продольных сил в стержневых элементах перекрестных стальных ферм опытно-промышленного блока, найденные по итогам приближенного расчета, совпали с результатами численных и экспериментальных исследований так же удовлетворительно, как и прогибы (рис. 8, б).

Таким образом, приближенный расчет перекрестных систем на статические воздействия отличается необходимой простотой и вполне допустимой точностью, что позволяет применять его на разных стадиях рабочего проектирования металлических

конструкций зданий и сооружений, сокращая до минимума сложности их численных и экспериментальных исследований.

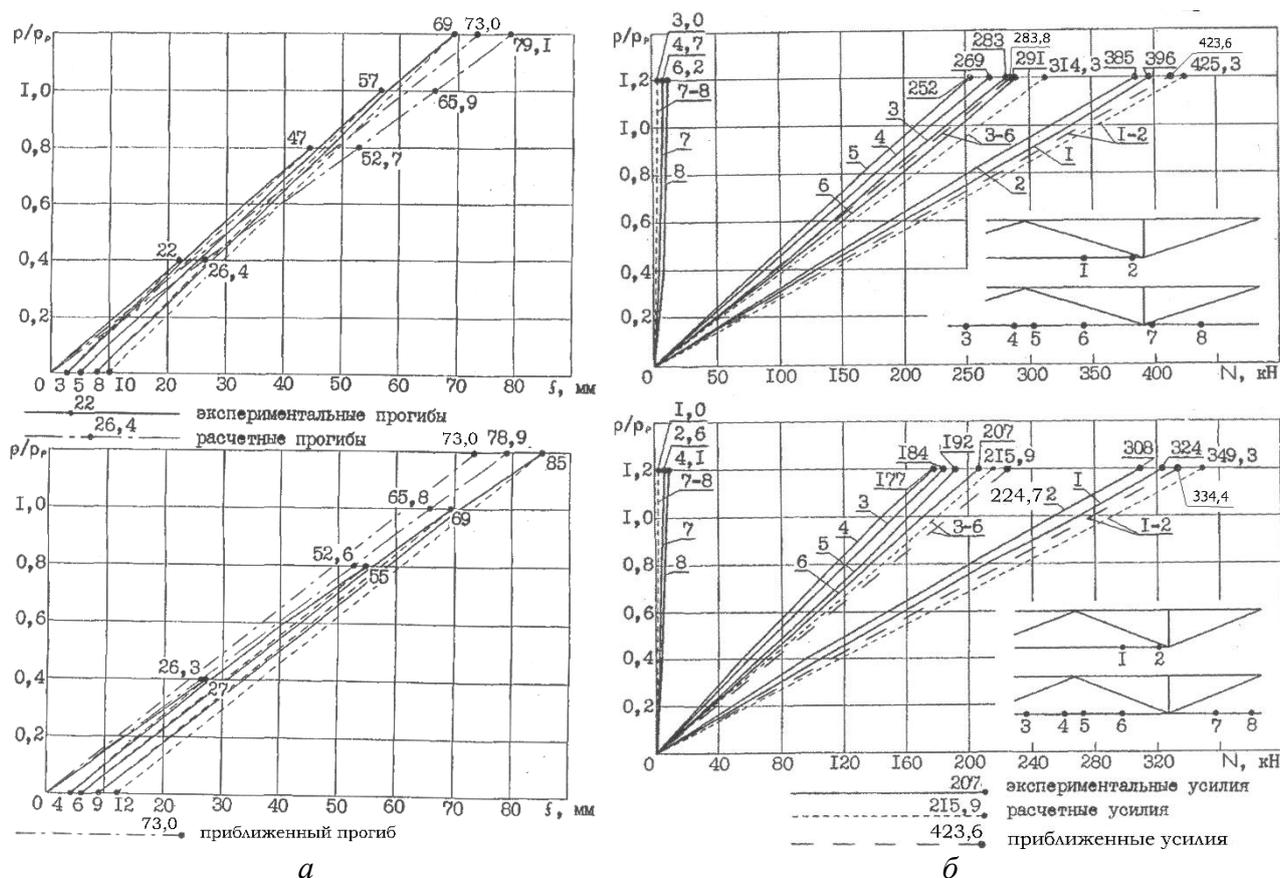


Рисунок 8. Графики зависимости «прогибы – нагрузка» центральных узлов блока покрытия в уровне верхних и нижних поясов (а), а также графики зависимости «осевые силы – нагрузка» нижних поясов ферм по осям «А», «Б», «3» и «2» (б)

Заключение

Подводя некоторые итоги, можно сделать основной вывод, что приведенный расчет ортогональной системы перекрестных стальных ферм еще раз подтверждает достаточную простоту и приемлемую точность приближенных выкладок таких систем на статические и динамические воздействия, а также допустимость их применение на различных стадиях проектирования несущих конструкций зданий и сооружений. И в заключение небольшая ремарка о пользе приближенного расчета перекрестных систем на статические и динамические (сейсмические) воздействия. Тридцать лет назад, когда произошло разрушительное землетрясение в Спитаке, такой расчет стал весьма востребованным инструментом для разработки проектно-сметной документации несущих конструкций различных зданий и сооружений. Спустя двадцать лет он оказался не менее эффективным в учебном процессе, курсовом и дипломном проектировании, где достаточно детально был проработан ряд новых технических решений, что позволило внедрить их в практику строительства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конструктивные решения зданий и сооружений / В.С. Волга, И.П. Гордеев, С.Б. Дехтяр и др. // Киев: Будивельник, 1985. 120 с.
2. Domus 29(02)2011 (Архитектура). Спортивный интерес. Ледовый дворец. Электронный ресурс http://vgip.ru/files/publication/ledovii_dvorec.pdf (дата обращения 24.09.2017).
3. Минцковский М.Ш. Перекрестные фермы // Киев. Академия строительства и архитектуры. 1950. 267 с.

4. Гурари М.Д. К вопросу о проектировании покрытий из перекрестных ферм и балок // Строительная механика и расчет сооружений. 1960. № 2. С. 42–46.
5. Калинин А.А., Цитович О.А. Испытание покрытия с перекрестными стальными фермами // Промышленное строительство. 1971. № 8. С. 44–45.
6. Абовян Г.А. Металлические конструкции // Ереван. Луйс. 1977. С. 453–457.
7. Диденко В.Н. Эффективность структурных большепролетных покрытий квадратных и прямоугольных в плане зданий // Пространственные конструкции зданий и сооружений. М. Стройиздат. 1985. Вып. 4. С. 189–198.
8. Шагинян С.Г., Аванесов С.И., Марутян А.С. Пространственные покрытия зданий и сооружений // НТО стройиндустрии. М. Стройиздат. 1988. 48 с.
9. Турков А.В., Ветрова О.А., Марфин К.В. Прогибы и частоты собственных колебаний систем перекрестных ферм на квадратном плане с различными схемами опирания // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 11. С. 42–45.
10. Марутян А.С., Абовян А.Г. Прогибы и периоды собственных колебаний систем перекрестных ферм из парных уголков и трубчатых профилей при различных схемах опирания // Бюллетень строительной техники. 2021. № 5. С. 46–51.
11. Пособие по проектированию стальных конструкций (к СНиП II-23-81*) / ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко // М.: ЦИТП. 1989. С. 79–83.
12. Трофимов В.И., Каминский А.М. Легкие металлические конструкции зданий и сооружений // М. Издательство АСВ. 2002. С. 122–132.
13. Марутян А.С. Проектирование стальных перекрестных ферм // Кисловодск. ЗАО Завод металлоконструкций. 2002. 80 с.
14. J.A. Packer, J. Wardenier, X.-L. Zhao, G.J. van der Vegte and Y. Kurobane. Construction with hollow steel sections. Design Guide for rectangular hollow section (RHS) joints under predominantly static loading // CIDECT, 2009. – 156 p.
15. Марутян А.С. Легкие металлоконструкции из перекрестных систем // Пятигорск: РИА КМВ, 2009. 348 с.
16. Марутян А.С., Ашчян Т.А. Сейсмостойкое строительство из легких металлоконструкций с учетом инженерных геофизических и геологических изысканий // Грозненский естественнонаучный бюллетень. 2018. № 5. С. 95–100.
17. Марутян А.С. Проектирование легких металлических конструкций из перекрестных систем, включая модули типа «Пятигорск». Справочное пособие // Пятигорск: СКФУ, 2012. 436 с.
18. Марутян А.С., Кобаля Т.Л. Сейсмостойкие конструкции из перекрестных систем, включая модули «Пятигорск», и приближенный расчет их колебаний // Грозненский естественнонаучный бюллетень. 2018. № 6. С. 82–94.
19. Назарова Е.В., Хажнагоева Р.А., Аветян Н.Ю., Марутян А.С. Гибкий верхний этаж из легких металлоконструкций с использованием структурных систем // Современная наука и инновации. 2022. № 2 (38). С. 118–122.
20. Материалы Всероссийской научно-практической конференции «45 лет отрасли легких металлоконструкций: от модуля Кисловодск до модуля Пятигорск» (03–05.04.2017) / Под ред. Марутяна А.С., Файбищенко В.К., Вартумяна А.А. // Пятигорск: СКФУ, 2017. 262 с.
21. Проектирование металлических конструкций. Часть 2. Металлические конструкции. Специальный курс. Учебник для вузов / Под общ. ред. А.Р. Туснина. М.: Издательство «Перо», 2020. С. 329–333.
22. Системы перекрестных балок. Методика расчета и таблицы // М.: Гипротис, 1964. 208 с.
23. Рекомендации по проектированию структурных конструкций / ЦНИИСК им. Кучеренко // М.: Стройиздат, 1984. С. 112–115, 144–155.
24. Динамический расчет зданий и сооружений / Под ред. Б.Г. Коренева, И.М. Рабиновича // М.: Стройиздат, 1984. С. 139.

REFERENCES

1. Konstruktivnye resheniya zdaniy i sooruzhenij / V.S. Volga, I.P. Gordeev, S.B. Dekhtyar i dr. // Kiev: Budivel'nik, 1985. 120 s.
2. Domus 29(02)2011 (Arkhitektura). Sportivnyj interes. Ledovyj dvorec. Ehlektronnyj resurs http://vgip.ru/files/publication/ledovii_dvorec.pdf (data obrashcheniya 24.09.2017).
3. Minckovskij M.SH. Perekrestnye fermy // Kiev. Akademiya stroitel'stva i arkhitektury. 1950. 267 s.
4. Gurari M.D. K voprosu o proektirovanii pokrytij iz perekrestnykh ferm i balok // Stroitel'naya mekhanika i raschet sooruzhenij. 1960. № 2. S. 42–46.
5. Kalinin A.A., Citovich O.A. Ispytanie pokrytiya s perekrestnymi stal'nymi fermami // Promyshlennoe stroitel'stvo. 1971. № 8. S. 44–45.
6. Abovyan G.A. Metallicheskie konstrukcii // Erevan. Lujs. 1977. S. 453–457.
7. Didenko V.N. Ehffektivnost' strukturnykh bol'sheproletnykh pokrytij kvadratnykh i pryamougol'nykh v plane zdaniy // Prostranstvennye konstrukcii zdaniy i sooruzhenij. M. Strojizdat. 1985. Vyp. 4. S. 189–198.
8. Shaginyan S.G., Avanesov S.I., Marutyanyan A.S. Prostranstvennye pokrytiya zdaniy i sooruzhenij // NTO strojindustrii. M. Strojizdat. 1988. 48 s.
9. Turkov A.V., Vetrova O.A., Marfin K.V. Progiby i chastoty sobstvennykh kolebanij sistem perekrestnykh ferm na kvadratnom plane s razlichnymi skhemami opiraniya // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. 2018. № 11. S. 42–45.
10. Marutyanyan A.S., Abovyan A.G. Progiby i periody sobstvennykh kolebanij sistem perekrestnykh ferm iz parnykh ugolkov i trubchatykh profilej pri razlichnykh skhemakh opiraniya // Byulleten' stroitel'noj tekhniki. 2021. № 5. S. 46–51.
11. Posobie po proektirovaniyu stal'nykh konstrukcij (k SNIP II-23-81*) / CNIISK im. V.A. Kucherenko // M.: CITP. 1989. S. 79–83.
12. Trofimov V.I., Kaminskij A.M. Legkie metallicheskie konstrukcii zdaniy i sooruzhenij // M. Izdatel'stvo ASV. 2002. S. 122–132.
13. Marutyanyan A.S. Proektirovanie stal'nykh perekrestnykh ferm // Kislovodsk. ZAO Zavod metallokonstrukcij. 2002. 80 s.
14. J.A. Packer, J. Wardenier, X.-L. Zhao, G.J. van der Vegte and Y. Kurobane. Construction with hollow steel sections. Design Guide for rectangular hollow section (RHS) joints under predominantly static loading // CIDECT, 2009. – 156 r.
15. Marutyanyan A.S. Legkie metallokonstrukcii iz perekrestnykh sistem // Pyatigorsk: RIA KMV, 2009. 348 s.
16. Marutyanyan A.S., Ashchyan T.A. Sejsmostojkoe stroitel'stvo iz legkikh metallokonstrukcij s uchetom inzhenernykh geofizicheskikh i geologicheskikh izyskanij // Groznenskij estestvennonauchnyj byulleten'. 2018. № 5. S. 95–100.
17. Marutyanyan A.S. Proektirovanie legkikh metallicheskih konstrukcij iz perekrestnykh sistem, vklyuchaya moduli tipa «Pyatigorsk». Spravochnoe posobie // Pyatigorsk: SKFU, 2012. 436 s.
18. Marutyanyan A.S., Kobaliya T.L. Sejsmostojkie konstrukcii iz perekrestnykh sistem, vklyuchaya moduli «Pyatigorsk», i priblizhennyj raschet ikh kolebanij // Groznenskij estestvennonauchnyj byulleten'. 2018. № 6. S. 82–94.
19. Nazarova E.V., Khazhnagoeva R.A., Avetyan N.YU., Marutyanyan A.S. Gibkij verkhnij ehtazh iz legkikh metallokonstrukcij s ispol'zovaniem strukturnykh sistem // Sovremennaya nauka i innovacii. 2022. № 2 (38). S. 118–122.
20. Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii «45 let otrasli legkikh metallokonstrukcij: ot modulya Kislovodsk do modulya Pyatigorsk» (03–05.04.2017) / Pod. red. Marutyanyana A.S., Fajbishenko V.K., Vartumyana A.A. // Pyatigorsk: SKFU, 2017. 262 s.
21. Proektirovanie metallicheskih konstrukcij. Chast' 2. Metallicheskie konstrukcii. Special'nyj kurs. Uchebnik dlya vuzov / Pod obshch. red. A.R. Tushina. M.: Izdatel'stvo «PerO», 2020. S. 329–333.

22. Sistemy perekrestnykh balok. Metodika rascheta i tablicy // М.: Giprotis, 1964. 208 s.

23. Rekomendacii po proektirovaniyu strukturnykh konstrukcij / CNIISK im. Kucherenko // М.: Strojizdat, 1984. S. 112–115, 144–155.

24. Dinamicheskij raschet zdaniy i sooruzhenij / Pod red. B.G. Koreneva, I.M. Rabinovicha // М.: Strojizdat, 1984. S. 139.

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Назарова Екатерина Владимировна, студентка 3 курса колледжа, Пятигорский институт (филиал) СКФУ, E-mail: nazarova2004katy@mail.ru

Nazarova Ekaterina V., 3rd year college student, Pyatigorsk Institute (branch) of NCFU, E-mail: nazarova2004katy@mail.ru

Аветян Нарина Юрьевна, преподаватель колледжа, Пятигорский институт (филиал) СКФУ, E-mail: n.avetyan@bk.ru

Narine Avetyan, college teacher, Pyatigorsk Institute (branch) of NCFU, E-mail: n.avetyan@bk.ru

Марутян Александр Сурэнович, кандидат технических наук, доцент, преподаватель колледжа, ведущий научный сотрудник отдела проектно-грантовой деятельности, Пятигорский институт (филиал) СКФУ, E-mail: al_marut@mail.ru

Marutya Alexander Surenovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, college lecturer, leading researcher of the Department of Project and Grant Activities, Pyatigorsk Institute (branch) of NCFU, E-mail: al_marut@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 12.10.2022

После рецензирования: 23.11.2022

Дата принятия к публикации: 13.12.2022



*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 узоры, в графиках различные виды линий – пунктирные, сплошные и т. д., разное оформление точек, по которым строится график – кружочки, квадраты, ромбы, треугольники); цветные и полутоновые 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 №4 (40), 2022

СВОБОДНАЯ ЦЕНА

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 – Т.В. Мухортова.
Выпускающий редактор: Э.Т. Мовсесян

Подписано в печать 19.12.2022

Выход в свет 30.12.2022

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