

*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 №2 (46), 2024**

**Выходит 4 раза в год**

ISSN2307-910X

Ставрополь – Пятигорск  
**2024**

<b>Учредитель</b>	<b>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет»</b>
<b>Главный редактор</b>	<b>Шебзухова Т.А.</b> , доктор исторических наук, профессор, директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского федерального университета (ПИ СКФУ) (Пятигорск, Россия) Транслитерированное название журнала – <i>Sovremennaya nauka i innovatsii</i>
<b>Редакционный совет журнала</b>	<b>Вартумян А.А.</b> , доктор политических наук, профессор, председатель (ПИ СКФУ, Пятигорск, Россия); <b>Першин И.М.</b> , доктор технических наук, профессор, заместитель председателя (ПИ СКФУ, Пятигорск, Россия); <b>Евдокимов И.А.</b> , член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор, зам. главного редактора по естественно-научному направлению (СКФУ, Ставрополь, Россия); <b>Медетов Н.А.</b> , доктор физико-математических наук, профессор (Костанайский государственный университет им. Байтурсынова, Костанай, Республика Казахстан); <b>Уткин В.А.</b> , доктор медицинских наук, профессор (НИИ Курортологии, Пятигорск, Россия); <b>Веселов Г.Е.</b> , доктор технических наук, профессор (ЮФУ, Таганрог, Россия); <b>Григорьев В.В.</b> , доктор технических наук, профессор (САО УИТМО, Санкт-Петербург, Россия); <b>Душин С.Е.</b> , доктор технических наук, профессор (СПб ГЭТУ, Санкт-Петербург, Россия); <b>Балега Ю.Ю.</b> , член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук (САО РАН, Верхний Архыз, Россия); <b>Synthia Pizarro</b> , доктор антропологии, профессор, член национального совета понаучным и техническим исследованиям Аргентины (Университет Буэнос-Айреса, Буэнос-Айрес, Аргентина); <b>Федорова М.М.</b> , доктор политических наук, профессор (Институт философии РАН, Москва, Россия); <b>Коробкеев А.А.</b> , доктор медицинских наук, профессор (СГМУ, Ставрополь, Россия); <b>Hannes Meissner</b> , доктор наук, профессор (Университет прикладных исследований Вены, Вена, Австрия); <b>Шутов А.Ю.</b> , член-корреспондент РАН, доктор исторических наук, профессор, зав. каф. истории и теории политики (МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия).
<b>Редакционная коллегия</b>	<b>Шебзухова Т.А.</b> , доктор исторических наук, профессор, главный редактор (ПИ СКФУ, Пятигорск, Россия); <b>Вартумян А.А.</b> , доктор политических наук, профессор, зам. главного редактора по гуманитарному направлению (ПИ СКФУ, Пятигорск, Россия); <b>Першин И.М.</b> , доктор технических наук, профессор, зам. главного редактора по техническому направлению (ПИ СКФУ, Пятигорск); <b>Евдокимов И.А.</b> , член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор, зам. главного редактора по естественно-научному направлению (СКФУ, Ставрополь, Россия); <b>Боташева А.К.</b> , доктор политических наук, профессор (ПГУ, Пятигорск, Россия); <b>Брацихин А.А.</b> , доктор технических наук, профессор (УдГАУ, Ижевск, Россия); <b>Емельянов С.А.</b> , доктор технических наук, профессор (СКФУ, Ставрополь, Россия); <b>Казуб В.Т.</b> , доктор технических наук, профессор (ПМФИ (филиал) ВолГМУ, Пятигорск, Россия); <b>Карабущенко П.Л.</b> , доктор философских наук, профессор (АГУ, Астрахань, Россия); <b>Корячкина С.Я.</b> , доктор технических наук, профессор (ОГУ им. И.С. Тургенева, Орел, Россия); <b>Коновалов Д.А.</b> , доктор фармацевтических наук, профессор (ПМФИ, Пятигорск, Россия); <b>Косов Г.В.</b> , доктор политических наук, профессор (СГУ, Республика Крым, Севастополь, Россия); <b>Лодыгин А.Д.</b> , доктор технических наук, доцент (СКФУ, Ставрополь, Россия); <b>Synthia Pizarro</b> , доктор антропологии, профессор, член национального совета по научным и техническим исследованиям Аргентины (Университет Буэнос-Айреса, Буэнос-Айрес, Аргентина); <b>Маннино Саверно</b> , профессор, Миланский университет (Милан, Италия); <b>Пушмина И.Н.</b> , доктор технических наук, доцент (СФУ, Красноярск, Россия); <b>Садовый В.В.</b> , доктор технических наук, профессор (Ставропольский институт кооперации (филиал) Белгородского университета кооперации, экономики и права, Ставрополь, Россия); <b>Теплый Д.Л.</b> , доктор биологических наук, профессор, академик РАЕН (АГУ, Астрахань, Россия); <b>Усманов Р.Х.</b> , доктор политических наук, профессор (АГУ, Астрахань, Россия); <b>Тарасов И.Н.</b> , доктор политических наук, профессор (БФУ им. И. Канта, Калининград, Россия); <b>Шабров О.Ф.</b> , доктор политических наук, профессор (МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия); <b>Храмцова Ф.И.</b> , доктор политических наук, профессор (филиал РГСУ, Минск, Республика Беларусь); <b>Oliver Hinkelbein</b> , доктор наук, профессор (Университет Бремена, Бремен, Германия); <b>Khalid Khayati</b> , доктор наук, профессор (Университет Линчопинг, Линчопинг, Швеция); <b>Чернобабов А.И.</b> , доктор физико-математических наук, профессор (ПИ СКФУ, Пятигорск, Россия); <b>Чернышев А.Б.</b> , доктор физико-математических наук, доцент (ПИ СКФУ, Пятигорск, Россия); <b>Ширинянц А.А.</b> , доктор политических наук, профессор, зав. каф. истории социально-политических учений (МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия); <b>Шутов А.Ю.</b> , член-корреспондент РАН, доктор исторических наук, профессор, зав. каф. истории и теории политики (МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия).
<b>Ответственный секретарь</b>	<b>Оробинская В.Н.</b> , кандидат технических наук (Пятигорский институт (филиал) Северо-Кавказского федерального университета (Пятигорск, Россия))
<b>Свидетельство о регистрации СМИ</b>	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 2012 г.
<b>Подписной индекс</b>	Объединенный каталог. ПРЕССА РОССИИ. Газеты и журналы: 94010 Журнал включен в новый перечень рецензируемых изданий (ВАК); в БД «Российский индекс научного цитирования». Свободная цена
<b>Дата выхода в свет текущего номера</b>	24.07.2024
<b>Типография</b>	ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» филиала СКФУ в г. Пятигорске, 357500, Ставропольский край, г. Пятигорск, ул. Октябрьская / пр. 40 лет Октября, 38/90.
<b>Тираж</b>	500 экз.
<b>История журнала</b>	Журнал основан в 2012 году. Дата выхода первого номера: 24.06.2013.
<b>Периодичность</b>	4 выпуска в год.
<b>Цель</b>	Основной целью журнала является освещение результатов научных исследований отечественных и зарубежных ученых, имеющих высокую теоретическую и практическую значимость.
<b>Адрес:</b>	адрес издателя 355029, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 2 адрес редакции: 357500, г. Пятигорск, пр. 40 лет Октября, 56
<b>Телефон:</b>	(879-3) 33-34-21, 8-928-351-93-25
<b>E-mail:</b>	oronir@pfnctu.ru
<b>ISSN</b>	2307-910X
	Материалы журнала открытого доступа в соответствии с условиями лицензии Creative Commons Attribution 4.0 License, которая разрешает их использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии правильного цитирования оригинальной работы. Авторское право на оригинал-макет и оформление принадлежит журналу, авторское право на статьи – авторам.

<b>Founder</b>	<b>Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "North-Caucasus Federal University"</b>
<b>Editor-in-Chief</b>	<b>Shebzukhova T.A.</b> , Dr. Sci. (Hist.), Professor, Professor, Director of the Pyatigorsk Institute (branch) of North-Caucasus Federal University (PI NCFU) (Pyatigorsk, Russia)
<b>Editorial Council</b>	<b>Vartumyan A.A.</b> , Dr. Sci. (Polit.), Professor, Chairman (PI NCFU, Pyatigorsk, Russia); <b>Pershin I.M.</b> , Dr. Sci. (Techn.), Professor (PI NCFU, Pyatigorsk, Russia); <b>Evdokimov I.A.</b> , Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Techn.), Professor, Deputy Editor-in-Chief in the natural science field (NCFU, Stavropol, Russia); <b>Medetov N.A.</b> , Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor (Kostanay State University named after Baitursynov, Kostanay, Republic of Kazakhstan); <b>Utkin V.A.</b> , Dr. Sci. (Medicine), Professor (Institute of Spa in Pyatigorsk, Russia); <b>Veselov G.E.</b> , Dr. Sci. (Techn.), Professor (Southern Federal University, Taganrog, Russia); <b>Grigoriev V.V.</b> , Dr. Sci. (Techn.), Professor (St. Petersburg National Research University Information Technologies, Mechanics and Optics, St. Petersburg, Russia); <b>Dushyn S.E.</b> , Dr. Sci. (Techn.), Professor (St. Petersburg State Electrotechnical University, St. Petersburg, Russia); <b>Balega Yu.Yu.</b> , Member-correspondent of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Phys.-Math.) (Special Astrophysical Observatory of the Russian Academy of Sciences, Upper Arkhyz, Russia); <b>Dr. Cynthia Pizarro</b> , Anthropology Professor, Member of the National Council for Scientific and Technical Research of Argentina (University of Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina); <b>Fedorova M.M.</b> , Dr. Sci. (Polit.), Professor (Institute of Philosophy, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia); <b>Korobkeev A.A.</b> , Dr. Sci. (Medicine), Professor (Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia); <b>Hannes Meissner</b> , Doctor of Sciences, Professor (University of applied studies, Vienna, Austria); <b>Shutov A.Y.</b> , Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Hist.), Professor, Head of the Department of History and Theory of Politics (Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia).
<b>Editorial Board</b>	<b>Shebzukhova T.A.</b> , Dr. Sci. (Hist.), Professor, Chief Editor (PI NCFU, Pyatigorsk, Russia); <b>Vartumyan A.A.</b> , Dr. Sci. (Polit.), Professor, Deputy Chief Editor of the humanitarian direction (PI NCFU, Pyatigorsk, Russia); <b>Pershin I.M.</b> , Dr. Sci. (Techn.), Professor, Deputy Chief Editor of the technical direction (PI NCFU, Pyatigorsk, Russia); <b>Evdokimov I.A.</b> , Dr. Sci. (Techn.), Professor (NCFU, Stavropol, Russia); <b>Botasheva A.K.</b> , Dr. Sci. (Polit.), Professor (Pyatigorsk State University, Pyatigorsk, Russia); <b>Bratsikhin A.A.</b> , Dr. Sci. (Techn.), Professor (Udmurt State Agricultural University, Izhevsk, Russia); <b>Veselov G.E.</b> , Dr. Sci. (Techn.), Professor; <b>Emelyanov S.A.</b> , Dr. Sci. (Techn.), Professor (NCFU, Stavropol, Russia); <b>Kazub V.T.</b> , Dr. Sci. (Techn.), Professor (Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute (branch) of the Volgograd State Medical University, Pyatigorsk, Russia); <b>Karabushchenko P.L.</b> , PhD, Professor (Astrakhan Tatishchev State University, Astrakhan, Russia); <b>Koryachkina S.Ya.</b> , Dr. Sci. (Techn.), Professor (Orel State University, Orel, Russia); <b>Konovalev D.A.</b> , Dr. Sci. (Pharmacy), Professor (Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute (branch) of the Volgograd State Medical University, Pyatigorsk, Russia); <b>Kosov G.V.</b> , Dr. Sci. (Polit.), Professor (Sevastopol State University, Sevastopol, Russia); <b>Dr. Cynthia Pizarro</b> , Anthropology Professor, Member of the National Council for Scientific and Technical Research of Argentina (University of Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina); <b>Pushmina I.N.</b> , Dr. Sci. (Techn.), Associate Professor (Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia); <b>Sadovy V.V.</b> , Dr. Sci. (Techn.), Professor (Stavropol Cooperative Institute (branch) of the Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, Stavropol, Russia); <b>Teplyi D.L.</b> , Dr. Sci. (Biol.), Professor, Academician of Russian Academy of Natural Sciences (Astrakhan Tatishchev State University, Astrakhan, Russia); <b>Usmanov R.Kh.</b> , Dr. Sci. (Polit.), Professor (Astrakhan Tatishchev State University, Astrakhan, Russia); <b>Tarasov I.N.</b> , Dr. Sci. (Polit.), Professor (Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia); <b>Shabrov O.F.</b> , Dr. Sci. (Polit.), Professor (Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia); <b>Hramtsova F.I.</b> , Dr. Sci. (Polit.), Professor (branch of Russian State Social University, Minsk, Republic of Belarus); <b>Oliver Hinkelbein</b> , Dr. Sci., Professor (University of Bremen, Bremen, Germany); <b>Khalid Khayati</b> , Dr. Sci. Professor (University of Linköping, Linköping, Sweden); <b>Chernobabov A.I.</b> , Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor (PI NCFU, Pyatigorsk, Russia); <b>Chernyshev A.B.</b> , Dr. Sci. (Phys.-Math.), Associate Professor (PI NCFU, Pyatigorsk, Russia); <b>Shirinyants A.A.</b> , Dr. Sci. (Polit.), Professor, Head of the Department of the History of Socio-Political Doctrines (Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia); <b>Shutov A.Y.</b> , Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Hist.), Professor, Head of the Department of History and Theory of Politics (Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia).
<b>Executive secretary</b>	<b>Orobinskaya V.N.</b> , Cand. Sci. (Techn.) (Pyatigorsk Institute (branch) of North-Caucasus Federal University (PI NCFU) (Pyatigorsk, Russia))
<b>Certificate media registration</b>	PI FS 77-51370 dated October10 <sup>th</sup> 2012
<b>Index</b>	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'. Free price
<b>Publication date of the current issue</b>	07.24.2024
<b>Printing house</b>	Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "North-Caucasus Federal University" branch of North-Caucasus Federal University in Pyatigorsk, 357500, Stavropol Territory, Pyatigorsk, st. Oktyabrskaya / 40 Let Oktyabrya Ave., 38/90.
<b>Circulation</b>	500 copies
<b>History of journal</b>	The journal was founded in 2012. Release date of the first issue: 06.24.2013.
<b>Frequency</b>	4 issues per year. Release date of the current issue: 05.02.2024.
<b>Purpose</b>	The main purpose of the journal is to cover the results of scientific research of domestic and foreign scientists with high theoretical and practical relevance.
<b>Address:</b>	publisher's address: 355029, Stavropol, Prospekt Kulakova, 2 editorial office address: 357500, Pyatigorsk, Pr. 40 let Oktyabrya, 56
<b>Phone:</b>	(879-3) 33-34-21, 8-928-351-93-25
<b>E-mail:</b>	oponir@pfnctu.ru
<b>ISSN</b>	2307-910X
	Journal content is an open access under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. Copyright for the original layout and design belongs to the journal, copyright for the articles belongs to the authors.

## **СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

### **ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ**

<i>Линец Г. И., Мельников С. В., Слюсарев Г. В., Говорова С. В., Авдонин Д. А., Громаков В. А.</i> <b>ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕДАЧИ ТРАФИКА СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОТОКОЛА LORAWAN</b>	8
<i>Клименко И. С.</i> <b>МЕТОД АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ В МОДЕЛИРОВАНИИ СТРАТЕГИИ ФОРМИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА</b>	17
<i>Кужева Д. А.</i> <b>РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВЫЯВЛЕНИЯ ПРИЗНАКОВ ВНУТРИКАДРОВОГО МОНТАЖА ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ</b>	26
<i>Блинов А. В., Гвозденко А. А., Голик А. Б., Колодкин М. А., Пирогов М. А.</i> <b>КОМПЬЮТЕРНОЕ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАБИЛИЗАЦИИ ОСНОВНОГО КАРБОНАТА МАГНИЯ МОЛЕКУЛАМИ БИОПОЛИМЕРОВ</b>	37
<i>Першин И. М.</i> <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ФИЛЬТРОВ</b>	48
<b>ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ</b>	
<i>Полянская И. С., Воронай Л. М., Кузнецова О. Б., Абакумова Е. А.</i> <b>ПОЛУЧЕНИЕ ИНВЕРТНОГО САХАРА ИЗ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ЕГО ФЕРМЕНТАЦИИ КОРМОВЫМИ ДРОЖЖАМИ</b>	59
<i>Рехман З. А., Пирогов М. А., Серов А. В., Шевченко И. М., Блинов А. В.</i> <b>КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОБОГАЩЕНИЯ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ СЕЛЕНСОДЕРЖАЩИМИ НАНОРАЗМЕРНЫМИ СИСТЕМАМИ</b>	69
<i>Шпак М. А., Рябцева С. А., Лодыгин А. Д., Корниенко П. И., Колядина П. С.</i> <b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ДЕЙСТВИЯ БЕТА–ГАЛАКТОЗИДАЗ ПРОДУЦЕНТОВ С РАЗНЫМИ СВОЙСТВАМИ</b>	76
<i>Алексеев А. Л., Кротова О. Е., Кониева О. Н., Дудченко С. Н., Каплуненко А. Р., Стрельченко А. Р.</i> <b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В КОЛБАСНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ</b>	86
<i>Мухамбеткалиева Д. С., Абушаева А. Р., Садыгова М. К., Семилет Н. А.</i> <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕНООБРАЗОВАНИЯ И РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЗБИВНЫХ ДЕСЕРТОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ</b>	99
<i>Плотникова В. В., Малолеткова Я. В., Сусарев С. В.</i> <b>ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДОБАВОК</b>	118
<b>КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ</b>	
<i>Дударевич А. В., Русина И. М.</i> <b>ПОРОШОК ЛИСТЬЕВ МОРКОВИ КАК ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДОБАВКА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ХЛЕБНЫХ ПАЛОЧЕК</b>	126

<i>Мелюх В. В., Покрашинская А. В.</i> <b>РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗГЛЮТЕНОВОГО САХАРНОГО ПЕЧЕНЬЯ</b>	132
<b>ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ</b>	
<i>Головкин В. А., Пронин Э. А., Тарасенко В. В.</i> <b>ГЕОПОЛИТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РЕАЛИЗАЦИИ КЛАСТЕРНЫХ ПОЛИТИК СТРАН АЗИАТСКО-ТИХООКЕАНСКОГО РЕГИОНА</b>	139
<i>Миргород Д. А.</i> <b>НОВЫЕ КОНТУРЫ АРАБО-ИЗРАИЛЬСКОГО КОНФЛИКТА (РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ)</b>	148
<i>Абазалиева М. М., Павлова М. Г.</i> <b>МЕДИАПРОСТРАНСТВО И СФЕРА ПОЛИТИЧЕСКОЙ КОММУНИКАЦИИ: ПОЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ</b>	154
<i>Шавеко Н. А.</i> <b>ДЕМОКРАТИЯ И СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ СПРАВЕДЛИВОСТЬ: МОРАЛЬНЫЕ ОБОСНОВАНИЯ ДЕМОКРАТИИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ХАРАКТЕРА НА ПРИМЕРЕ ВЗГЛЯДОВ Р.А. ДАЛЯ</b>	163
<i>Аристов А.В.</i> <b>УПРАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫМ ПОЛЕМ В ПЕРИОД МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО ПРОТИВОБОРСТВА</b>	173
<i>Зайцев А. И.</i> <b>ПАРТИЙНО-ПОЛИТИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СЕРБИИ НА РУБЕЖЕ XX- XXI ВВ.: ИСТОРИЧЕСКИЙ АСПЕКТ</b>	184
<i>Исраилов А. М.</i> <b>ДЕТЕРМИНАНТЫ ПОЛИТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НА БЛИЖНЕМ ВОСТОКЕ</b>	196
<i>Погосова М. С.</i> <b>МЕДИАТИЗАЦИЯ ПОЛИТИКИ И ПОЛИТИЧЕСКОЕ МАНИПУЛИРОВАНИЕ КАК СОСТАВЛЯЮЩИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОТИВОБОРСТВА</b>	202
<i>Пронин Э. А., Сафронов Д. А., Тарасенко В. В.</i> <b>ЗАПАДНЫЕ И НЕЗАПАДНЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ТРАДИЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ТАЙВАНЬСКОГО ВОПРОСА</b>	213
<b>ДИСКУССИОННЫЕ СТАТЬИ</b>	
<i>Ефремова Е. А., Сергеева А. А., Аветян Н. Ю., Марутян А. С.</i> <b>МОДЕРНИЗАЦИЯ СТЕРЖНЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ШУХОВСКОЙ СЕРИИ</b>	221
<i>Хамшиков Х. А., Беловодова С. Е.</i> <b>УПРАВЛЕНИЕ СОЦИАЛЬНЫМ ИМИДЖЕМ ОРГАНИЗАЦИИ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ</b>	236
<i>Колесников В. А.</i> <b>СЛОВА МОЛОДЁЖИ ПРОТИВ КОРРУПЦИИ</b>	242
<i>Кулумбегова Л. Т.</i> <b>МЕЖДУНАРОДНЫЕ АСПЕКТЫ УРЕГУЛИРОВАНИЯ СЕПАРАТИЗМА И ЭТНОПОЛИТИЧЕСКИХ КОНФЛИКТОВ (НА ПРИМЕРЕ НАГОРНОГО КАРАБАХА И НЕПРИЗНАННОГО ГОСУДАРСТВА ПРИДНЕСТРОВЬЯ)</b>	251
<b>Требования к оформлению рукописей</b>	260

**CONTENTS**  
**TECHNICAL SCIENCES**  
**INFORMATION, COMPUTING AND MANAGEMENT**

<i>Linets G. I., Melnikov S. V., Slyusarev G. V., Govorova S. V., Avdonin D. A., Gromakov V. A.</i> <b>SIMULATION MODEL FOR STUDYING THE PARAMETERS OF SENSOR NETWORK TRAFFIC TRANSMISSION USING THE LORAWAN PROTOCOL</b>	8
<i>Klimenko I. S.</i> <b>THE METHOD OF HIERARCHY ANALYSIS IN MODELING THE STRATEGY OF FORMATION OF INNOVATIVE POTENTIAL</b>	17
<i>Kuzheva D. A.</i> <b>DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR IDENTIFYING SIGNS OF INTRAFRAME EDITING OF VIDEO IMAGES</b>	26
<i>Blinov A. V., Gvozdenko A. A., Golik A. B., Kolodkin M. A., Pirogov M. A.</i> <b>THE COMPUTER QUANTUM CHEMICAL MODELING OF BASIC MAGNESIUM CARBONATE STABILIZED BY BIOPOLYMERS</b>	37
<i>Pershin I. M.</i> <b>THE INVESTIGATION OF THE CHARACTERISTICS OF SPATIAL FILTERS</b>	48
<b>TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS</b>	
<i>Polyanskaya I. S., Voropay L. M., Kuznetsova O. B., Abakumova E. A.</i> <b>PRODUCTION OF INVERT SUGAR FROM CELLULOSE FOR SUBSEQUENT FERMENTATION WITH FEEDER YEAST</b>	59
<i>Rekhman Z. A., Pirogov M. A., Serov A. V., Shevchenko I. M., Blinov A. V.</i> <b>THE QUANTUM CHEMICAL SUBSTANTIATION OF THE ENRICHMENT OF DAIRY PRODUCTS WITH SELENIUM-CONTAINING NANOSCALE SYSTEMS</b>	69
<i>Shpak M. A., Ryabtseva S. A., Lodygin A. D., Kornienko P. I., Kolyadina P. S.</i> <b>DETERMINATION OF OPTIMAL CONDITIONS OF ACTION OF BETA-GALACTOSIDASES OF PRODUCERS WITH DIFFERENT PROPERTIES</b>	76
<i>Alekseev A. L., Krotova O. E., Konieva O. N., Dudchenko S. N., Kaplunenko A. R., Strelchenko A. R.</i> <b>THE USE OF BIOLOGICALLY ACTIVE ADDITIVES OF PLANT ORIGIN IN SAUSAGE PRODUCTION</b>	86
<i>Mukhambetkaliyeva D. S., Abushaeva A. R., Sadygova M. K., Semilet N. A.</i> <b>INVESTIGATION OF THE FOAMING PROCESS AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF WHIPPED DESSERTS FROM VEGETABLE RAW MATERIALS</b>	99
<i>Plotnikova V. V., Maloletkova Ya. V., Susarev S. V.</i> <b>PREDICTION OF QUALITY INDICATORS OF BAKERY PRODUCTS USING FUNCTIONAL ADDITIVES</b>	118
<b>SHORT REPORT</b>	
<i>Dudarevich A. V., Rusina I. M.</i> <b>CARROT LEAF POWDER AS A FUNCTIONAL ADDITIVE FOR PRODUCING BREADSTICKS</b>	126
<i>Meliukh V. V., Pokrashinskaya A. V.</i> <b>DEVELOPMENT OF A RECIPE AND TECHNOLOGY FOR PRODUCTION OF GLUTEN-FREE SUGAR COOKIES</b>	132

## POLITICAL SCIENCES

<i>Golovkin V. A., Pronin E. A., Tarasenko V. V.</i> <b>THE GEOPOLITICAL FACTORS IN THE IMPLEMENTATION OF CLUSTER POLICIES IN THE ASIA-PACIFIC REGION</b>	139
<i>Mirgorod D. A.</i> <b>NEW CONTOURS OF THE ARAB-ISRAELI CONFLICT (REGIONAL ASPECT)</b>	148
<i>Abazalieva M. M., Pavlova M. G.</i> <b>MEDIA SPACE AND THE SPHERE OF POLITICAL COMMUNICATION: A POLITICAL SCIENCE ANALYSIS</b>	154
<i>Shaveko N. A.</i> <b>THE DEMOCRACY AND SUBSTANTIVE JUSTICE: INSTRUMENTAL MORAL JUSTIFICATIONS OF DEMOCRACY ON THE EXAMPLE OF R.A. DAHL'S VIEWS</b>	163
<i>Aristov A. V.</i> <b>MANAGEMENT OF THE INFORMATION FIELD IN THE PERIOD OF INTERSTATE CONFRONTATION</b>	173
<i>Zaitsev A. I.</i> <b>THE PARTY-POLITICAL TRANSFORMATION OF SERBIA AT THE TURN OF THE XX-XXI CENTURIES: A HISTORICAL ASPECT</b>	184
<i>Israilov A. M.</i> <b>DETERMINANTS OF THE POLITICAL PROCESS IN THE MIDDLE EAST</b>	196
<i>Pogosova M. S.</i> <b>MEDIATIZATION OF POLITICS AND POLITICAL MANIPULATION AS COMPONENTS OF INFORMATION WARFARE</b>	202
<i>Pronin E. A., Safronov D. A., Tarasenko V. V.</i> <b>WESTERN AND NON-WESTERN RESEARCH TRADITIONS OF STUDYING THE TAIWANESE QUESTION</b>	213

## DISCUSSION PAPERS

<i>Efremova E. A., Sergeeva A. A., Avetyan N. Yu., Marutyan A. S.</i> <b>THE MODERNIZATION OF CORE STRUCTURES OF THE SHUKHOV SERIES</b>	221
<i>Khamokov H. A., Belovodova S. E.</i> <b>THE MANAGING THE SOCIAL IMAGE OF AN ORGANIZATION IN THE DIGITAL ECONOMY</b>	236
<i>Kolesnikov V. A.</i> <b>THE WORDS OF YOUTH AGAINST CORRUPTION</b>	242
<i>Kulumbegova L. T.</i> <b>THE INTERNATIONAL ASPECTS OF THE SETTLEMENT OF SEPARATISM AND ETHNOPOLITICAL CONFLICTS (ON THE EXAMPLE OF NAGORNO KARABAKH AND THE UNRECOGNIZED STATE OF TRANSNISTRIA)</b>	251
<b>Requirements for preparation of manuscripts</b>	260

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ | TECHNICAL SCIENCES

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

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 8-16.  
Modern Science and Innovations.  
2024;2(46):8-16.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
TECHNICAL SCIENCE

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

Научная статья / Original article

УДК 519.833, 519.834

<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.1>

Геннадий Иванович Линец

[Gennady I. Linets]<sup>1</sup>,

Сергей Владимирович Мельников

[Sergey V. Melnikov]<sup>2\*</sup>,

Геннадий Васильевич Слюсарев

[Gennady V. Slyusarev]<sup>3</sup>,

Светлана Владимировна Говорова

[Svetlana V. Govorova]<sup>4</sup>,

Давид Андреевич Авдонин

[David A. Avdonin]<sup>5</sup>,

Вячеслав Александрович Громаков

[Vyacheslav A. Gromakov]<sup>6</sup>

**Имитационная модель исследования  
параметров передачи трафика  
сенсорных сетей с использованием  
протокола LoRaWAN**

**Simulation model for studying the  
parameters of sensor network traffic  
transmission using the LoRaWAN  
protocol**

<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6</sup>Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия /  
North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia

\*Автор, ответственный за переписку: Сергей Владимирович Мельников, [smelnikov@ncfu.ru](mailto:smelnikov@ncfu.ru) /  
Corresponding author: Sergey V. Melnikov, [smelnikov@ncfu.ru](mailto:smelnikov@ncfu.ru)

**Аннотация.** В статье предложена имитационная модель передачи данных сети LoRaWAN на участке граничный шлюз - транспортная сеть – удаленный сервер. Реализованная модель основана на операционной системе Linux, процесс имитации транспортной сети осуществляется штатными инструментами, такими как «tc» (Traffic Control) с использованием утилиты «NetEm». Данная утилита позволяет эмулировать такие явления, как: потери, задержки при передаче, изменение порядка передачи, искажение пакетов, а также другие факторы, искажающие пакеты транспортного уровня.

**Ключевые слова:** сенсорные сети, транспортные сети, LoRaWAN, сетевые задержки, потери пакетов, эмуляция сетевых условий

**Для цитирования:** Линец Г. И., Мельников С. В., Слюсарев Г. В., Говорова С. В., Авдонин Д. А., Громаков В. А. Имитационная модель исследования параметров передачи трафика сенсорных сетей с использованием протокола LoRaWAN // Современная наука и инновации. 2024. № 1 (45). С. 8-16. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.1>

**Финансирование:** работа выполнена в рамках реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» при финансовой поддержке Минобрнауки России (соглашение № 075-15-2021-1319).

**Abstract.** *The article proposes a simulation model of data transmission of the LoRaWAN network in the boundary gateway - transport network – remote server section. The implemented model is based on the Linux operating system, the process of simulating a transport network is carried out by standard tools such as "tc" (Traffic Control) using the "NetEm" utility. This utility allows you to emulate phenomena such as: loss, transmission delays, reordering, packet distortion, as well as other factors that distort transport layer packets.*

**Keywords:** sensor networks, transport networks, LoRaWAN, network delays, packet loss, emulation of network conditions

**For citation:** *Linets GI, Melnikov SV, Slyusarev GV, Govorova SV, Avdonin DA, Gromakov VA. Simulation model for studying the parameters of sensor network traffic transmission using the LoRaWAN protocol. Modern Science and Innovations. 2024;2(46):8-16. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.1>*

**Funding:** *the work was carried out as part of the implementation of the strategic academic leadership program "Priority 2030" with financial support from the Ministry of Education and Science of Russia (agreement No. 075-15-2021-1319).*

**Introduction.** Today, sensor networks have become widespread in many areas of human activity [1], such as personnel monitoring, security systems, smart home, environmental control and many others. Existing solutions are based mainly on the use of LoRaWAN, ZigBee, Bluetooth, and Wi - Fi technologies.

At the same time, the development of existing communication networks places new and increases demands on existing network solutions. To indicate the main directions of development and meet increasing requirements, the International Telecommunication Union presented the results of the Network 2030 study carried out by the ITU-T FG NET-2030 focus group [2]. The result of their work is a series of recommendations Y .3000. Within the framework of these recommendations, many experts have identified this type of change as the transition to ultra-dense sensor networks [3] (up to 1 million sensor devices located in an area of 1 km<sup>2</sup> [4]), which places new demands on existing transport networks [5].

At the same time, for the Internet of things (IoT - Internet of things) in the Russian Federation, the national standard GOST R 71168-2023 has been developed and approved, which is based on LoRaWAN technology [6]. Despite the "voluntary" use of the standard, companies such as ER-Telecom Holding and Rostelecom are already working with the Russian version of this protocol. The advantage of using the standard is that it takes into account Russian legislation and, at the same time, is compatible with the global LoRaWAN protocol.

Considering the above, to meet the requirements of the Network 2030 concept and the use of the new domestic standard based on the LoRaWAN protocol, additional research is required, including modeling of various sections and elements of these networks. At the same time, the domestic standard provides a fairly detailed description of the "sensor-gateway" level, but for the section of the transport network it is only stated that: "The gateways connect to the network server via IP connections" [6], which is clearly not enough for the practical implementation of sensor networks. Note that a characteristic feature of using the LoRaWAN protocol is the presence of remote, including cloud, servers. When the number of sensor devices increases to the predicted ones, it is necessary to study the traffic load created by these devices when transmitted through transport networks, ensuring the required characteristics of information exchange quality indicators (Quality of Service, QoS).

For modeling networks based on the LoRaWAN protocol, several software packages of different levels are known, from simulation models independently developed by scientists [7-9], to libraries such as FLoRa (based on OmNet++) or LoRaSim.

However, the OmNet++ developer does not provide access to its products for citizens of the Russian Federation [10]. Support for the LoRaSim package, according to updates to the repository on the github resource, was discontinued in July 2017 [11]. At the same time, most of

the implemented models involve studying only the radio section “sensor-gateway” of the LoRaWAN network.

Thus, the task of developing a simulation model for studying traffic generated by sensor networks using the LoRaWAN protocol in the gateway-server section is relevant.

The purpose of creating a simulation model is to study the characteristics of the packet flow created by sensor networks using the LoRaWAN protocol in the gateway-server section.

When developing a simulation model, the following requirements are imposed on it. The simulation model must be able to change the following traffic transmission parameters:

- limiting the queue and packet servicing discipline;
- packet delay, including jitter adjustments;
- use of various distribution laws to form the output stream of packets;
- packet loss percentage;
- changing the order of packet transmission;
- changing the fixed packet transmission rate.

As restrictions, we set the size of the payload coming from the packet gateway to 223 bytes, which corresponds to the maximum payload size with maximum filling of service information in the LoRaWAN frame [6].

**Materials and research methods.** Gateways can use various protocols to transmit data to the server, which are:

- 1) HTTP POST requests.
- 2) MQTT.
- 3) FTP.
- 4) WebSockets.

The advantages and disadvantages of the above protocols are presented in Table 1.

**Table 1 – Advantages and disadvantages of IoT data transfer protocols**

Protocol	Advantages	Flaws
HTTP POST	Wide support and ease of implementation	High network load due to the need to establish a new connection for each request
	Supports various data types and formats (e.g. JSON, XML)	Significant overhead when transferring small amounts of data
	Easy integration with existing web servers and applications	Does not support real (or near real) time without the use of additional mechanisms
MQTT	Low network load and efficient use of bandwidth	The need to configure and manage an MQTT broker
	Publish-subscribe support, which allows gateways to send data to the server without explicit addressing	Additional security required (such as encryption)
	Ability to work in low bandwidth and unstable connection conditions	Possibility of message loss due to unstable connection
FTP	Suitable for transferring large amounts of data or files	Heavy network load due to the need to establish a separate connection for each file transfer
	Possibility of organizing a structured file system for storing data on the server	Limited support for real-time data and streaming
	Ability to interrupt and resume file transfers	Additional security required (such as encryption)
WebSockets	Continuous two-way connection allowing real-time data transfer	Possible scalability issues with large numbers of simultaneous connections or when working in distributed environments
	Low network load and efficient use of bandwidth	Consumption of additional resources on the gateway and server to maintain a persistent connection and process WebSocket messages

	Support for feedback and notification mechanisms allowing the server to send data to the gateway on request or by events	The need to implement control and security mechanisms to protect the connection and transmitted data
--	--	--

Thus, the simulation model being developed must use one of the above protocols. Note the possibility of “combined” implementations of the MQTT protocol, for example, “MQTT over TCP” or “MQTT over WebSockets”, which allows you to take advantage of the two selected protocols. Considering the limitation in data transfer speed in the sensor-gateway section of the LoRaWAN protocol, ranging from 0.3 to 50 kbit/s [6], there is no need to use a protocol such as FTP. The HTTP protocol does not allow for near real-time operation and has high overhead when transferring small amounts of data. Thus, it is most appropriate, in the developed simulation model, to use the MQTT protocol.

The general diagram of the developed simulation model is presented in Figure 1.

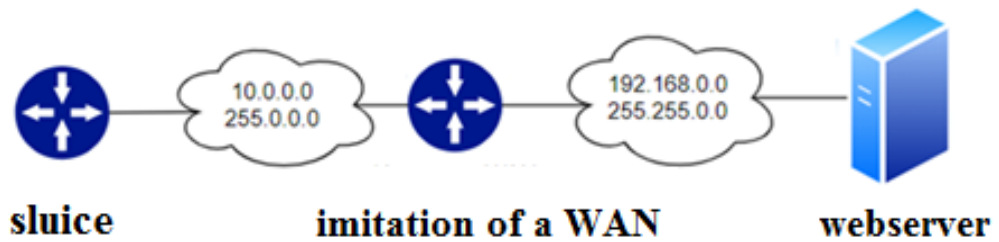


Figure 1 – General diagram of elements and connections of the simulation model

The Linux operating system is used as a gateway Ubuntu. An algorithm has been implemented in Python using the paho - mqtt 2.0.0 library that allows you to compose sensor network packets with a payload for further transmission through the transport network. The software operation algorithm is presented in Figure 2.

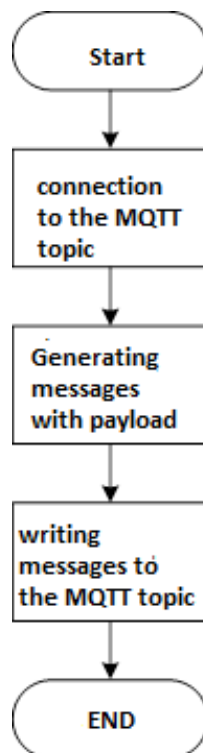


Figure 2 – The algorithm of the gateway operation

The Linux operating system is used as an element simulating a transport network Ubuntu. This computer is equipped with two network cards, one of which is connected to the 10.0.0.0/8 network, and the second to the 192.168.0.0/16 network. To simulate distortions of transport layer packets, the “NetEm” utility is used, which receives a stream of packets from network 10.0.0.0/8, carries out the specified transformations and redirects the outgoing stream of packets to network 192.168.0.0/16. Note that the limitation of the utility is that it can only monitor outgoing traffic. The advantage of this utility is the ability to create your own distribution laws that describe traffic distortions (delay, change in the order of packet transmission, etc.) as well as the fact that this software is included in the Linux kernel, starting with version 2.6. A detailed description of the capabilities and command structure is presented in [12].

As an example, we give the procedure for generating packet delay, the command of which is as follows:

```
# tc qdisc add dev eth0 root netem delay 500ms.
```

This command adds a delay of 500 ms for each outgoing packet. It is also possible to use jitter, in which case the packet delay will be  $delay \pm jitter$ , the value from the range of which is selected randomly. Then the command is represented as:

```
#tc qdisc add dev eth 0 root netem delay 500 ms 100 ms,
```

in this case, the packet flow delay will be  $500 \pm 100$  ms.

NetEm utility used provides the ability to use the laws of distribution of random variables. Initially, it supports the following distribution laws: normal, lognormal, Pareto, Pareto-normal and uniform. It is possible to use independently developed distribution tables with the required law. An example of using the normal distribution law is presented below:

```
#tc qdisc change dev eth 0 root netem delay 500 ms 100 ms distribution normal.
```

the Linux operating system is used as a server. Ubuntu using an MQTT broker that receives information from the gateway. When updating a topic, the server transfers the received message to a database controlled by the PostgreSQL DBMS. To measure end-to-end delay, it is necessary to synchronize the server and gateway in time, after which information about the departure time is added to the sensor network payload. Thus, given the time a packet was sent, it is possible to calculate its end-to-end delay.

**Research results and their discussion.** For the developed simulation model, 5000 sensor network packets with a payload in the form of temperature readings were generated. Also, information about the time of packet formation has been added to the payload. The packet is sent immediately after it is formed. The transport network load used a Pareto-normal distribution with a delay of 1200 ms, jitter of 400 ms and loss of up to 6% of packets. To generate the specified conditions, the “NetEm” command looked like this:

```
#tc qdisc change dev eth 0 root netem delay 1200 ms 400 ms distribution paretonormal loss 6%.
```

A histogram of the end-to-end delay of received packets is shown in Figure 3.

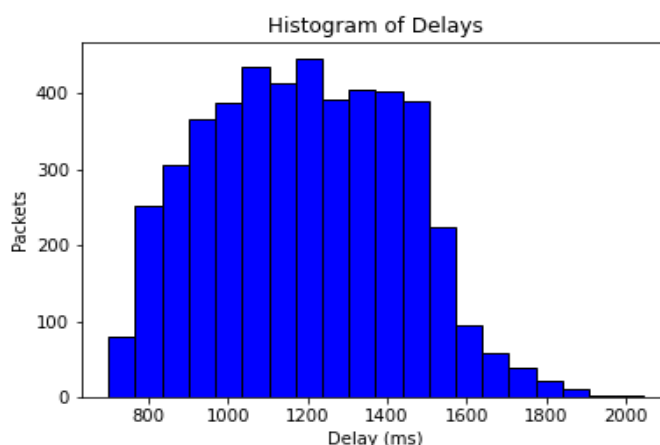


Figure 3 – Histogram of the end-to-end delay of received packets

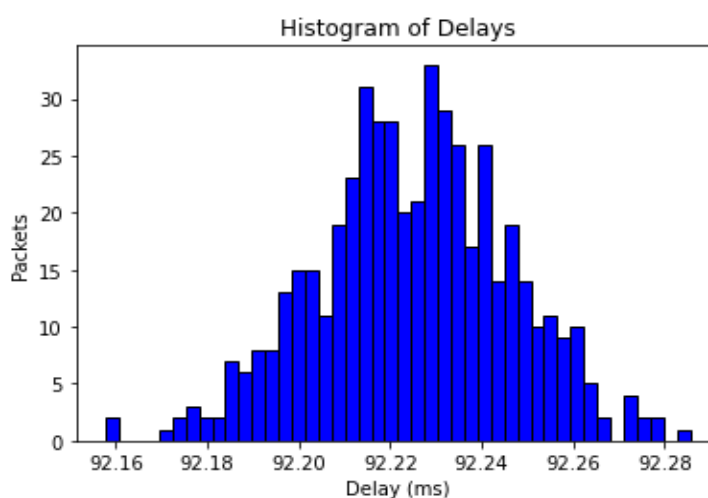
Research results: 269 packets out of 5000 were lost, which is 5.38%, which corresponds to the values specified in the simulation. At the same time, the shape of the distribution corresponds to the Pareto-normal distribution, which has a “heavy tail” in the range of 1700-2000 ms; respectively, the maximum and minimum end-to-end delays were 2041.61 ms and 699.24 ms.

To check the adequacy of the results of the developed simulation model, the degree of proximity of the output packet stream was checked using the Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk agreement criteria.

For this purpose, using a simulation model, 500 packets with a uniform distribution law were generated, followed by its transformation into a normal law. The command used for this is shown below:

```
#tc qdisc add dev eth 0 root netem delay 90 ms distribution normal.
```

End-to-end delay was used as the parameter to be evaluated. The histogram of the received stream of packets of the normal distribution law is presented in Figure 4.



**Figure 4 – The result of converting a uniform packet flow into a normal distribution law with 90 ms delay**

In the Shapiro-Wilk test, to accept the hypothesis that the sample under study corresponds to a normal distribution (hypothesis  $H_0$ ), it is necessary that  $\alpha > 0.05$  (the alpha level is greater than 0.05) [13]. As a result of this test, the value of  $\alpha$  was 0.9595, which allows us to accept the hypothesis that the sample under study corresponds to the normal distribution law.

To confirm the results obtained, a comparison was also made using the Kolmogorov-Smirnov test (one-sample test) [14]. As a result of this test, the value of  $\alpha$  was 0.9818, which allows us to accept the hypothesis that the estimated sample corresponds to the normal distribution law. The results obtained indicate the adequacy of the developed model and the correspondence of the given distribution law to the actual sample obtained.

Thus, the developed simulation model makes it possible to study LoRaWAN protocol traffic in the “gateway-server” section when passing through a transport network with the required characteristics of information exchange quality indicators.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дядюнов А. Н., Кузнецов К. Н. Моделирование беспроводных сенсорных сетей // Научный вестник МГТУ ГА. 2009. № 139. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-besprovodnyh-sensornyh-setey> (дата обращения: 11.04.2024).
2. Network 2030 A Blueprint of Technology, Applications and Market Drivers Towards the Year 2030 and Beyond Written by FG-NET-2030. [Electronic resource]. URL: [https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/net2030/Documents/White\\_Paper.pdf](https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/net2030/Documents/White_Paper.pdf) (accessed: 11.04.2024).

3. Волков А. Н., Мугханна А. С. А., Кучерявый А. Е. Сети связи пятого поколения: на пути к сетям 2030 // Информационные технологии и телекоммуникации. 2020. Том 8. № 2. С. 32–43. <https://doi.org/10.31854/2307-1303-2020-8-2-32-43>
4. Отчет “Концепция Сети 2030”. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/CIS/Documents/RI-WTDC17/RI%20CIS%205%20-%20Network%202030.pdf> (дата обращения: 11.04.2024).
5. Кучерявый А. Е., Маколкина М. А., Киричек Р. В. Тактильный Интернет. Сети связи со сверхмалыми задержками // Электросвязь. 2016. № 1. С. 44–46. EDN VLPZZ
6. ГОСТ Р 71168-2023 Информационные технологии. Интернет вещей. Спецификация LoRaWAN. Введ. 2004-07-01. М. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.gost.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational?portal:componentId=3503536e-2ac1-4753-8ed1-09a92fee02de&portal:isSecure=false&portal:portletMode=view&navigationalstate=JBPNs\\_rO0ABXdiAAZhY3Rpb24AAAABABVj25jcmV0ZURvY3VtZW50AARmcm9tAAAAAQACNDAAABmRvY19pZAAAAAEABTQ4MTAyAAAdfX0VPR19f](https://www.gost.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational?portal:componentId=3503536e-2ac1-4753-8ed1-09a92fee02de&portal:isSecure=false&portal:portletMode=view&navigationalstate=JBPNs_rO0ABXdiAAZhY3Rpb24AAAABABVj25jcmV0ZURvY3VtZW50AARmcm9tAAAAAQACNDAAABmRvY19pZAAAAAEABTQ4MTAyAAAdfX0VPR19f) (дата обращения: 11.04.2024).
7. Ясир Я. М. Д., Польщиков К. А., Маматов Е. М. Имитационная модель функционирования беспроводной сети с низким энергопотреблением // Экономика. Информатика. 2023. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/imitatsionnaya-model-funktsionirovaniya-besprovodnoy-seti-s-nizkim-energopotrebleniem> (дата обращения: 11.04.2024).
8. Ясир Я. М. Д., Польщиков К. А. Оценивание энергопотребления узлов беспроводной сети датчиков // Инженерный вестник Дона. 2023. № 9 (105). [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenivanie-energopotrebleniya-uzlov-besprovodnoy-seti-datchikov> (дата обращения: 11.04.2024).
9. Ясир Я. М. Д., Польщиков К. А., Федоров В. И. Модель доставки сообщения в сенсорной сети с низким энергопотреблением // Экономика. Информатика. 2023. № 2. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-dostavki-soobscheniya-v-sensornoy-seti-s-nizkim-energopotrebleniem> (дата обращения: 11.04.2024).
10. Official website OmNet++. [Electronic resource]. URL: <https://omnetpp.org/> (accessed 11.04.2024).
11. Official website LoRaSim. [Electronic resource]. URL: <https://mcbor.github.io/lorasim/> (accessed 11.04.2024).
12. tc-netem(8) — Linux manual page. [Electronic resource]. URL: <https://man7.org/linux/man-pages/man8/tc-netem.8.html> (accessed 11.04.2024).
13. Боровков А. А. Математическая статистика. Оценка параметров. Проверка гипотез. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. 704 с.
14. Орлов А. И. Непараметрические критерии согласия Колмогорова, Смирнова, омега-квадрат и ошибки при их применении // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 97. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/naparametricheskie-kriterii-soglasiya-kolmogorova-smirnova-omega-kvadrat-i-oshibki-pri-ih-primenenii> (дата обращения: 11.04.2024).

## REFERENCES

1. Dyadyunov AN, Kuznetsov KN. Modeling of wireless sensor networks. Civil Aviation High Technologies (Nauchnyi Vestnik MGTU GA). 2009;(139). [Electronic resource]. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-besprovodnyh-sensornyh-setey> [Accessed 11 April 2024]. (In Russ.).
2. Network 2030 A Blueprint of Technology, Applications and Market Drivers Towards the Year 2030 and Beyond Written by FG-NET-2030. [Electronic resource]. Available from: [https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/net2030/Documents/White\\_Paper.pdf](https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/net2030/Documents/White_Paper.pdf) [Accessed 11 April 2024].
3. Volkov AN, Mutkhanna ASA, Kucheryavyi AE. Fifth generation communication networks: on the way to 2030 networks. Informatsionnye tekhnologii i telekommunikatsii = Information

- technology and telecommunications. 2020;8(2):32-43. (In Russ.). <https://doi.org/10.31854/2307-1303-2020-8-2-32-43>
4. OTCHET “KONTSEPTSIYA SETI 2030”. [Electronic resource]. Available from: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/CIS/Documents/RI-WTDC17/RI%20CIS%205%20-%20Network%202030.pdf> [Accessed 11 April 2024]. (In Russ.).
  5. Kucheryavyi AE, Makolkina MA, Kirichuk RV. Tactile Internet: Ultra-low-latency communication networks. *Ehlektrosvyaz = Telecommunications*. 2016;(1):44-46. EDN VLPZZZ (In Russ.).
  6. GOST R 71168-2023 Information Technology. Internet of Things. Specification LoRaWAN. Introduction 2004-07-01. M. [Electronic resource]. Available from: [https://www.gost.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational?portal:componentId=3503536e-2ac1-4753-8ed1-09a92fee02de&portal:isSecure=false&portal:portletMode=view&navigationalstate=JBPNs\\_rO0ABXdIAAZhY3Rpb24AAAABABBjb25jcmV0ZURvY3VtZW50AARmcm9tAAAAAQACNDAAABmRvY19pZAAAAAEABTQ4MTAyAAAdfX0VPRl9f](https://www.gost.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational?portal:componentId=3503536e-2ac1-4753-8ed1-09a92fee02de&portal:isSecure=false&portal:portletMode=view&navigationalstate=JBPNs_rO0ABXdIAAZhY3Rpb24AAAABABBjb25jcmV0ZURvY3VtZW50AARmcm9tAAAAAQACNDAAABmRvY19pZAAAAAEABTQ4MTAyAAAdfX0VPRl9f) [Accessed 11 April 2024]. (In Russ.).
  7. Yasir YaMD, Pol'shchikov KA, Mamatov EM. Simulation model of functioning of a low-power wireless network. *Economics. Information technologies*. 2023;(3). [Electronic resource]. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/imitatsionnaya-model-funktsionirovaniya-besprovodnoy-seti-s-nizkim-energopotrebleniem> [Accessed 11 April 2024]. (In Russ.).
  8. Yasir YaMD, Pol'shchikov KA. Estimating the energy consumption of wireless sensor network nodes. *Inzhenernyi vestnik Dona = Engineering Bulletin of the Don*. 2023;9(105). [Electronic resource]. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenivanie-energopotrebleniya-uzlov-besprovodnoy-seti-datchikov> [Accessed 11 April 2024]. (In Russ.).
  9. Yasir YaMD, Pol'shchikov KA, Fedorov VI. Message delivery model in a low-power sensor network. *Economics. Information technologies*. 2023;(2). [Electronic resource]. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-dostavki-soobscheniya-v-sensornoy-seti-s-nizkim-energopotrebleniem> [Accessed 11 April 2024]. (In Russ.).
  10. Official website OmNet++. [Electronic resource]. Available from: <https://omnetpp.org/> [Accessed 11 April 2024].
  11. Official website LoRaSim. [Electronic resource]. Available from: <https://mcbor.github.io/lorasim/> [Accessed 11 April 2024].
  12. tc-netem(8) — Linux manual page. [Electronic resource]. Available from: <https://man7.org/linux/man-pages/man8/tc-netem.8.html> [Accessed 11 April 2024].
  13. Borovkov AA. *Matematicheskaya statistika. Otsenka parametrov. Proverka gipotez*. Moscow: FIZMATLIT, 2007. 704 p. (In Russ.).
  14. Orlov AI. Nonparametric tests of goodness of fit of Kolmogorov, Smirnov, omega-square and errors in their application. *Nauchnyi zhurnal KuBGAU = Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. 2014;(97). [Electronic resource]. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/neparametricheskie-kriterii-soglasiya-kolmogorova-smirnova-omega-kvadrat-i-oshibki-pri-ih-primenenii> [Accessed 11 April 2024]. (In Russ.).

#### **ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ**

**Геннадий Иванович Линец** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инфокоммуникаций, Институт цифрового развития, Северо-Кавказский федеральный университет, [glinetc@ncfu.ru](mailto:glinetc@ncfu.ru)

**Сергей Владимирович Мельников** – кандидат технических наук, доцент кафедры инфокоммуникаций, Институт цифрового развития, Северо-Кавказский федеральный университет, [smelnikov@ncfu.ru](mailto:smelnikov@ncfu.ru)

**Геннадий Васильевич Слюсарев** – ведущий научный сотрудник управления науки и технологий, Северо-Кавказский федеральный университет, [gsliusarev@ncfu.ru](mailto:gsliusarev@ncfu.ru)

**Светлана Владимировна Говорова** – старший преподаватель кафедры инфокоммуникаций, Институт цифрового развития, Северо-Кавказский федеральный университет, [mitnik2@yandex.ru](mailto:mitnik2@yandex.ru)

**Давид Андреевич Авдонин** – магистр кафедры инфокоммуникаций, Институт цифрового развития, Северо-Кавказский федеральный университет, [uck15@bk.ru](mailto:uck15@bk.ru)

**Вячеслав Александрович Громаков** – магистр кафедры инфокоммуникаций, Институт цифрового развития, Северо-Кавказский федеральный университет, [slavka.gromakov@mail.ru](mailto:slavka.gromakov@mail.ru)

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Gennady I. Linets** – Dr. Sci. (Techn.), Professor, Head of the Department of Infocommunications, Institute of Digital Development, North-Caucasus Federal University, [glinetc@ncfu.ru](mailto:glinetc@ncfu.ru)

**Sergey V. Melnikov** – Cand Sci. (Techn.), Associate Professor, Department of Infocommunications, Institute of Digital Development, North-Caucasus Federal University, [smelnikov@ncfu.ru](mailto:smelnikov@ncfu.ru)

**Gennady V. Slyusarev** – Senior Researcher, Department of Science and Technology, North-Caucasus Federal University, [gslyusarev@ncfu.ru](mailto:gslyusarev@ncfu.ru)

**Svetlana V. Govorova** – Senior Lecturer, Department of Infocommunications, Institute of Digital Development, North-Caucasus Federal University, [mitnik2@yandex.ru](mailto:mitnik2@yandex.ru)

**David A. Avdonin** – Master, Department of Infocommunications, Institute of Digital Development, North-Caucasus Federal University, [uck15@bk.ru](mailto:uck15@bk.ru)

**Vyacheslav A. Gromakov** – Master, Department of Infocommunications, Institute of Digital Development, North-Caucasus Federal University, [slavka.gromakov@mail.ru](mailto:slavka.gromakov@mail.ru)

**Вклад авторов:** все авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию: 13.03.2024;  
одобрена после рецензирования: 19.04.2024;  
принята к публикации: 10.06.2024.*

*The article was submitted: 13.03.2024;  
approved after reviewing: 19.04.2024;  
accepted for publication: 10.06.2024*

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 17-25.  
Modern Science and Innovations.  
2024;2(46):17-25.

**Ирина Сергеевна Клименко**  
[Irina S. Klimenko]

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
TECHNICAL SCIENCE

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

Научная статья / Original article

УДК 004.056

<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.2>

**Метод анализа иерархий в моделировании  
стратегии формирования инновационного  
потенциала**

**The method of hierarchy analysis in modeling  
the strategy of formation of innovative  
potential**

*Северо-Кавказский федеральный университет, Пятигорский институт (филиал)  
г. Пятигорск, Россия, [iskl@bk.ru](mailto:iskl@bk.ru) / North-Caucasus Federal University,  
Pyatigorsk Institute (branch), Pyatigorsk, Russia, [iskl@bk.ru](mailto:iskl@bk.ru)*

**Аннотация.** В статье разработана математическая модель управления инновационным потенциалом. Выполнен анализ факторов, влияющих на инновационный климат, предпринята попытка обосновать целесообразность применения методов математического моделирования к процессам управления инновационным климатом. Автором рассмотрены основные этапы стратегического планирования; основное содержание исследования посвящено интеграции методов моделирования в практику управления инновационной деятельностью. В результате исследования автор приходит к выводу о необходимости комплексного использования методов формального и неформального моделирования в системе формирования и развития инновационного потенциала хозяйствующих субъектов.

**Ключевые слова:** инновационная деятельность, инновационный потенциал, самоопределение, иерархия действующих факторов, модели и алгоритмы управления

**Для цитирования:** Клименко И. С. Метод анализа иерархий в моделировании стратегии формирования инновационного потенциала // Современная наука и инновации. 2024. № 2 (46). С. 17-25. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.2>

**Abstract.** The article develops a mathematical model of innovation potential management. The analysis of the factors influencing the innovation climate is carried out, an attempt is made to justify the expediency of applying mathematical modeling methods to the processes of managing the innovation climate. The author considers the main stages of strategic planning; the main content of the study is devoted to the integration of modeling methods into the practice of innovation management. Because of the research, the author comes to the conclusion about the need for the integrated use of formal and informal modeling methods in the system of formation and development of the innovative potential of economic entities.

**Keywords:** innovative activity, innovative potential, self-determination, hierarchy of acting factors, management models and algorithms

**For citation:** Klimenko IS. The method of hierarchy analysis in modeling the strategy of formation of innovative potential. Modern Science and Innovations. 2024;2(46):17-25. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.2>

**Introduction.** Studying the problems of managing the innovation climate, which influences the efficiency of the functioning of business entities, requires the use of methods that meet the challenges of a modern high-tech society.

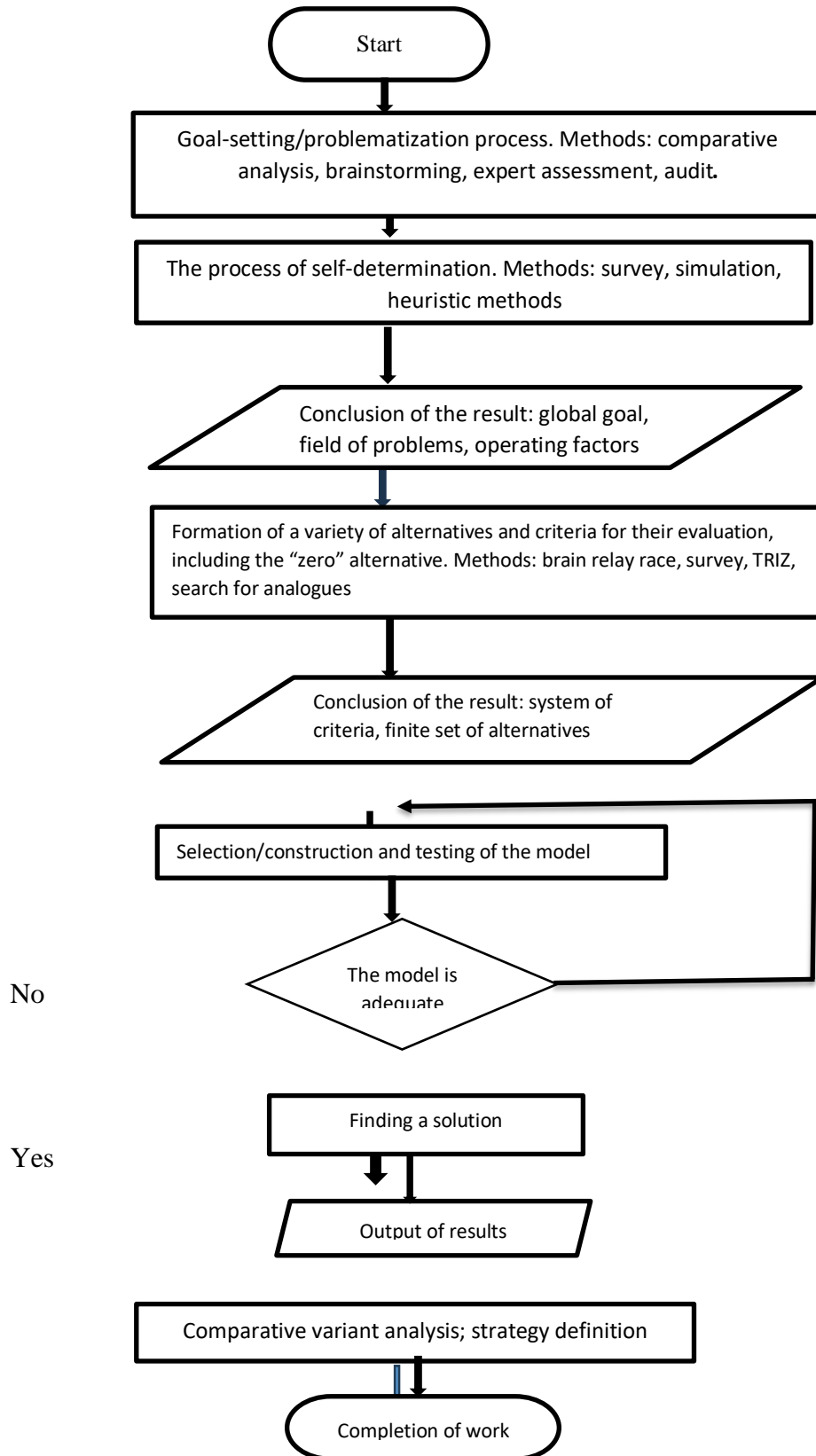
Today, the fact that in the conditions for the development of intelligent information systems require a scientifically based approach to diagnostics, planning of innovative activities, and forecasting of expected results in the context of their competitiveness. The relevance of the study is due to the influence that innovation activity (IA) has on the economic processes of the region and the country as a whole. Agreeing with the positioning of ID as a tool that ensures economic development and social progress without damaging the natural environment [1], we accept a priori that this type of activity, like any other, requires management. An analysis of scientific publications on the problems of ID management revealed a certain pattern: research in the field of strategic planning of ID is mainly concerned with economic specialists [2-5], while mathematical models, in the author's opinion, make it possible to increase the validity of strategic and operational planning, which is confirmed by the results own research and the attention of domestic scientists to the identified problem [6-8]. This was the main motivation for conducting a comprehensive interdisciplinary study of the opportunities that mathematical modeling provides for practitioners of managing complex systems [9, 10].

**Materials and research methods.** Innovative activity, as one of the key factors ensuring the compliance of an enterprise/organization with the modern level of development of technology and technology, is a complex dynamic process, which must be managed on a systematic basis. Systematicity in management presupposes the correct determination of the stages of management, its goals, both global and local, stage-by-stage.

The classical management scheme includes planning, as the stage of defining goals, organization, as the stage of co-organization of resources and distribution in accordance with the goals and objectives; accounting and analysis, in essence, monitoring processes to identify the degree of compliance between the planned and actual states of the control object; formation of control actions. To move from a generalized, abstract-descriptive model to a concrete one, "tied" to the control object, it is advisable to supplement the outline sketch of the control system with procedures such as assessing the degree of risk and implementing feedback. Table 1 presents the sequence of management stages, which is proposed to be considered as version 1.0 of the management model with a corresponding graphical interpretation (Figure 1).

**Table 1 – Innovation management model: sequence of stages**

<b>Contents of work at the stage</b>	<b>Result</b>
Goal setting	Formulating the goal in terms that allow a quantitative assessment of the result: improving the innovation climate; increasing innovative potential.
Problematization	Description of the problem field: unpreparedness for ID of the team and leader; lack of human capital; low competitiveness
Self-determination in goals, position, situation	Quantitative indicators characterizing: the actual state of personnel and its relationship to ID; ID level; scientific and financial potential; innovative activity of the team and the manager.
Formation of a field of alternatives	A finite number of alternatives.
Formation of a system of criteria for selecting alternatives	A system of quantitative indicators/indicators that allow you to search, select and select the optimal alternative.
Selecting or constructing a mathematical model	Determination of the hierarchy of goals and objectives; ranking criteria/determining the "weight" of each criterion
Approbation of the model	Finding a solution using the experiment planning technique.
Checking the model for adequacy	Analysis of the structure of the resulting optimal solution, determining the degree of compliance between goals and results.
<i>Adjustment of the model if necessary</i>	<i>Changing the objective function, boundary conditions, solution method.</i>
Finding a solution	Analytical, graphical, numerical methods.
Comparative variant analysis of the solutions obtained	Selecting a strategy and developing an implementation plan.



**Figure 1 – Graphical interpretation of the optimal strategy search model**

The proposed model allows us to identify at least four levels of solving the problem of determining the strategy for the formation of innovative potential: static, dynamic, cybernetic, synergetic.

The static and dynamic level is the level of solving local problems of operational planning and management; the cybernetic level is the level of management of complex systems at which problems of managing systems with behavior are solved and optimization methods are used.

In the context of this study, it is proposed to consider the synergetic level of strategic planning: an open nonlinear system of strategic planning, being in the process of self-organization, with the goal of improving the innovation climate, passes a bifurcation point, which leads to qualitative changes in the behavior of the system. The openness of the system is confirmed by the presence of processes of exchange of information, material, labor, etc. resources with the external environment, the nonlinearity of the system is due to stochastic processes occurring under the influence of disturbing influences, the bifurcation point is the moment of transition from intuitive decision-making methods to scientifically based algorithms, in which are based on formal and informal modeling methods; in this case, the Hierarchy Analysis Method (HAI).

Next, we will show the application of AHP to the search on a given finite set for an alternative that is optimal according to some criterion. The idea of the method is that the system of assessments presented at a qualitative, descriptive level is transformed into a system of quantitative indicators, which, of course, affects the validity of the choice. The method is iterative.

**Step 1. Definition of hierarchy.** When projecting the MAI onto the problem of choosing the optimal strategy for the formation of innovative potential, the following hierarchy is proposed:

- upper level - global goal - increasing innovative potential;
- alternatives: A1-improving innovation management; A2-selection of priority areas of ID; A3 - improving the innovation climate; A4 - increasing the innovative activity of personnel; A5 - development of a system for stimulating innovative activity;
- criteria for evaluating alternatives: K1 - systematicity (consistency) in the implementation of the alternative; K2-inherence \_ correspondence of the alternative to the environment; K3-acceptability for participants in the innovation process; K4 - issue price; K5 – degree of risk.

**Step 2. Construction of a matrix of pairwise comparisons of criteria.** Matrix K 5X5 (Table 2) reflects the ratio of criterion *i* to criterion *j*; the assessment was made on a scale from 1 to 9. If the criteria are equivalent, the ratio is 1; a score in the range 2–4 shows that the priority of criterion *i* not significantly higher than the criterion *j* score in the range of 5-6, which criterion *i* preferable to criterion *j*; a score of 7-8 indicates significant priority of the criterion *i*, score 9 - indicator of unconditional primacy of the criterion *i*. The matrix is filled in according to the principle of mutual complementation: for  $k_{ij} = m$   $k_{ji} = 1/m$ .

**Table 2 – Matrix of binary relation criteria**

	K1 - systematic	K2 -inherence	K3 - acceptability	K4 - price	K5 - degree of risk
K1	1	2	5	1/8	4
K2	1/2	1	1/3	7	9
K3	1/5	3	1	1/6	1/8
K4	8	1/7	6	1	1/2
K5	1/4	1/9	8	2	1
Sum	9.95	6.25	20.33	10.28	14.5

**Step 3. Normalization.** Matrix normalization rule:

- the sum of the elements of each matrix column is determined

$$S_j = t_{1j} + t_{2j} + \dots + t_{nj}$$

– divide each element of matrix K by the sum of the elements of the corresponding column

$$K_{ij} \text{ norms} = K_{ij} / S_j$$

– We determine the average value of the criterion, which characterizes its weight.

The results of normalization are presented in Table 3; criteria K2 - inherence and K4 - price of the issue, according to experts, are priorities in the system for choosing the optimal strategy for improving the innovation climate.

**Table 3 – Calculated values of criteria weights**

	K1	K2	K3	K4	K5	Average	Weight
K1	0.1005	0.3200	0.2459	0.0121	0.2735	0.1904	19.04%
K2	0.0503	0.1600	0.0162	0.6802	0.6154	0.3044	30.44%
K3	0.0201	0.4800	0.0492	0.0161	0.0085	0.1148	11.48%
K4	0.8040	0.0224	0.2951	0.0972	0.0342	0.2506	25.06%
K5	0.0251	0.0176	0.3935	0.1943	0.0684	0.1398	13.98%

**Step 4. Pairwise comparison of alternatives for each of the given criteria.**

Tables 4–13 present the results of pairwise comparison of alternatives and determination of the weights of alternatives according to criteria K1 – K5.

**Table 4 – Binary relation of alternatives according to criterion K1 - systematicity**

K1 - systematic	A1	A2	A3	A4	A5
A1	1	3	2	6	0.25
A2	0.33	1	0.25	0.14	8
A3	0.5	4	1	6	0.2
A4	0.16	7	0.16	1	4
A5	4	0.125	5	0.25	1
Sum	5.99	15.125	8.41	13.39	13.45

**Table 5 – Calculated weights of alternatives according to criterion K1 - consistency**

K1 - systematic	A1	A2	A3	A4	A5	Average	Weight
A1	0.1669	0.1983	0.2378	0.4481	0.0186	0.2140	<b>21.40%</b>
A2	0.0551	0.0661	0.0297	0.0105	0.5948	0.1512	15.12%
A3	0.0835	0.2645	0.1189	0.4481	0.0149	0.1860	18.60%
A4	0.0267	0.4628	0.0190	0.0747	0.2974	0.1761	17.61%
A5	0.6678	0.0083	0.5945	0.0187	0.0743	0.2727	<b>27.27%</b>

Conclusion: experts have not identified any fundamentally significant alternatives; alternatives A1 - improvement of the innovation management system and A5 - development of a system for stimulating innovative activity can be considered preferable.

**Table 6 – Binary relation of alternatives according to criterion K2 - inherence**

K2-inherence	A1	A2	A3	A4	A5
A1	1	0.125	3	0.25	5
A2	8	1	2	6	7
A3	0.33	0.5	1	2	0.125
A4	4	0.16	0.5	1	0.33
A5	0.2	0.14	8	3	1
Sum	13.53	1.925	14.5	12.25	13,455

**Table 7 – Calculated values of the weight of alternatives according to the criterion K2 - inherence**

K2-inherence	A1	A2	A3	A4	A5	Average	Weight
--------------	----	----	----	----	----	---------	--------

<b>A1</b>	0.0739	0.0649	0.2069	0.0204	0.3716	0.1476	14.76%
<b>A2</b>	0.5913	0.5195	0.1379	0.4898	0.5203	0.4517	<b>45.17%</b>
<b>A3</b>	0.0244	0.2597	0.0690	0.1633	0.0093	0.1051	10.51%
<b>A4</b>	0.2956	0.0831	0.0345	0.0816	0.0245	0.1039	10.39%
<b>A5</b>	0.0148	0.0727	0.5517	0.2449	0.0743	0.1917	<b>19.17%</b>

Conclusion: the most preferred (weighty) alternatives according to criterion K2 - inherence: A2 - selection of priority areas, A5 - development of a system for stimulating innovative activity, the weights of which ensured their placement at the upper levels of the hierarchy.

**Table 8 – Binary relation of alternatives according to criterion K3 - acceptability**

<b>K3 - acceptability</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>
<b>A1</b>	1	0.5	0.33	0.125	1
<b>A2</b>	2	1	4	3	0.166
<b>A3</b>	3	0.25	1	5	7
<b>A4</b>	8	0.33	0.2	1	3
<b>A5</b>	1	6	0.14	0.33	1
<b>Sum</b>	15	8.08	5.67	9.455	12,166

**Table 9 – Calculated values of the weight of alternatives according to criterion K3 - acceptability**

<b>K3 - acceptability</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>	<b>Average</b>	<b>Weight</b>
<b>A1</b>	0.0667	0.0619	0.0582	0.0132	0.0822	0.0564	5.64%
<b>A2</b>	0.1333	0.1238	0.7055	0.3173	0.0136	0.2587	<b>25.87%</b>
<b>A3</b>	0.2000	0.0309	0.1764	0.5288	0.5754	0.3023	<b>30.23%</b>
<b>A4</b>	0.5333	0.0408	0.0353	0.1058	0.2466	0.1924	19.24%
<b>A5</b>	0.0667	0.7426	0.0247	0.0349	0.0822	0.1902	19.02%

Conclusion: a pairwise comparison of alternatives according to the criterion K3 - acceptability showed that the hierarchy of alternatives in this case has the form A3 - the top level, then descending A2, A4, A5, A1. That is, the innovation climate is assessed as the most significant factor that must be taken into account when determining the strategy for the formation of innovative potential.

**Table 10 – Binary ratio of alternatives according to criterion K4 - issue price**

<b>K4</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>
<b>A1</b>	1	2	0.25	0.33	6
<b>A2</b>	0.5	1	0.14	5	0.25
<b>A3</b>	4	7	1	1	2
<b>A4</b>	3	0.2	1	1	1
<b>A5</b>	0.166	4	0.5	1	1
<b>Sum</b>	8,666	14.2	2.89	8.33	10.25

**Table 11 – Calculated values of the weight of alternatives according to criterion K4 - issue price**

<b>K4 - issue price</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>	<b>Average</b>	<b>Weight</b>
<b>A1</b>	0.1155	0.1408	0.0865	0.0396	0.5854	0.1936	<b>19.36%</b>
<b>A2</b>	0.0577	0.0704	0.0484	0.6002	0.0244	0.1602	16.02%
<b>A3</b>	0.4619	0.4930	0.3460	0.1200	0.1951	0.3232	<b>32.32%</b>
<b>A4</b>	0.3464	0.0141	0.3460	0.1200	0.0976	0.1848	18.48%
<b>A5</b>	0.0192	0.2817	0.1730	0.1200	0.0976	0.1383	13.83%

Conclusion: A3 and A1 are alternatives of the top level of the hierarchy, at the same time, it should be noted that the absolute values of the weights do not have fundamental differences; in fact, none of the alternatives gained weight above 50%. This almost uniform distribution of weights indicates the need for additional assessment expertise.

**Table 12 – Binary ratio of alternatives according to criterion K5 - degree of risk.**

K5-degree of risk	A1	A2	A3	A4	A5
A1	1	2	3	0.166	0.25
A2	0.5	1	0.14	5	8
A3	0.33	7	1	1	2
A4	6	0.2	1	1	3
A5	4	0.125	0.5	0.33	1
<b>Sum</b>	11.83	10.325	5.64	7,496	14.25

**Table 13 – Calculated values of the weight of alternatives according to criterion K5 - degree of risk**

K5-degree of risk	A1	A2	A3	A4	A5	Average	Weight
A1	<b>0.0845</b>	<b>0.1937</b>	<b>0.5319</b>	<b>0.0221</b>	<b>0.0175</b>	<b>0.1700</b>	<b>17.00%</b>
A2	0.0423	0.0969	0.0248	0.6670	0.5614	0.2785	<b>27.85%</b>
A3	0.0279	0.6780	0.1773	0.1334	0.1404	0.2314	<b>23.14%</b>
A4	0.5072	0.0194	0.1773	0.1334	0.2105	0.2096	20.96%
A5	0.3381	0.0121	0.0887	0.0440	0.0702	0.1106	11.06%

Conclusion: the upper levels of the hierarchy when compared according to the K5 criterion - degree of risk - are occupied by alternatives A2, A3.

The ranking of alternatives by hierarchy levels, presented in summary table 14, shows the ambiguity of the results obtained, which may serve as a prerequisite for revising the system of criteria, as well as the use of alternative research methods, such as the method of active sociological testing, game theory methods, which do not require special mathematical training from the decision maker [eleven].

**Table 14 – Summary table**

	K1	K2	K3	K4	K5	Average Rank
A1	1	3	5	2	4	3.00
A2	5	1	2	4	1	2.60
A3	3	5	1	1	2	<b>2.40</b>
A4	4	4	3	3	3	3.40
A5	2	2	4	5	5	3.60

Conclusion: the hierarchy of alternatives based on the average rank value is built as follows: at the top level, alternative A3 is improving the innovation climate; further A2 - selection of priority areas; A1 - improvement of innovation management; A4 - increasing the innovative activity of personnel; A5 - development of a system for stimulating innovative activity.

Conditions for the applicability of the hierarchy analysis method:

- It is advisable to formulate the problem, procedures for developing alternatives and determining criteria at the description level using the method of expert assessments with the involvement of all participants in the organization and implementation of the innovation process as representatives;
- to process the results of expert assessment and construct mathematical models, it is necessary to involve specialists of the relevant profile (operations research, simulation modeling, mathematical programming, etc.);
- Regardless of the dimension of the resulting model, use software products with an intuitive interface.

**Conclusion.** The algorithm for searching for the optimal alternative using the hierarchy analysis method is characterized by invariance with respect to the subject area and unlimited possibilities for determining a variety of alternatives. At the same time, fairness requires noting some difficulties that decision makers may encounter in the process of using the methodology

proposed by the author. The solution to the problem lies on the surface: the use of various software tools and the involvement of specialists will help to appreciate the method of hierarchy analysis. The presented material is only part of a study devoted to the integration of methodologies that provide scientific justification for decisions made.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Современная парадигма управления инновациями: теория, методология, моделирование, практика: монография / В. Ю. Анисимова, Е. А. Башкан, М. Г. Беляева [и др.]; под общ. ред. Н. М. Тюкавкина. Самара: Изд-во «Самарский университет», 2016. 212 с.
2. Сайбель Н. Ю., Косарев А. Эволюция теории инноваций // Финансы и кредит. 2017. Т. 23. Вып. 14. С. 838–850. URL: <http://fin-izdat.ru/journal/fc/> (дата обращения: 31.05.2023).
3. Шумпетер Й. А. Теория экономического развития. М.: Эксмо, 2007. 862 с.
4. Стрельцов А. В., Яковлев Г. И. Стратегия ускорения инновационного развития предпринимательской деятельности машиностроительного предприятия // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2021. № 11 (205). С. 41–50. <https://doi.org/10.46554/1993-0453-2021-11-205-41-50>
5. Короткевич А. И. Стратегия инвестиционно-инновационной деятельности в контексте трансформации национальной экономической системы по видам экономической деятельности // Экономическая наука сегодня. 2022. № 15. С. 15–26.
6. Клименко И. С. Эвристическая модель планирования и управления инновационным развитием региона. Проблемы и перспективы развития научно-технологического пространства: материалы VII международной научной интернет-конференции (Вологда, 21–23 июня 2023) / Вологда, Вологодский научный центр РАН. 2023. С. 339–344.
7. Корнев М. Н., Посадская Т. Н. Концептуальные подходы динамического моделирования в стратегии развития Российской экономики // Менеджер. 2020. № 4 (94). С. 67–73.
8. Дроговоз П. А., Драгун Е. А. Обзор и классификация экономико-математических моделей оценки инновационного развития регионов России // Russian Economic Bulletin / Российский экономический вестник. 2019. Т. 2. № 5. С. 59–66.
9. Вартумян А. А., Клименко И. С. Имитационное и формальное моделирование политических процессов: опыт интеграции методологий // Управление в современных системах: сборник трудов X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции научных, научно-педагогических работников и аспирантов (Челябинск, 15 декабря 2020 года) / Челябинск. 2020. С. 14–19.
10. Klimenko I. Individual strategies in project management: models and methods of formation/ Modern Science and Innovations. 2023. No. 3 (43). P. 48–58.
11. Шебзухова Т. А., Вартумян А.А., Клименко И. С. Формальные модели, как инструментальное средство в политологических исследованиях // Современная наука и инновации. 2019. No. 2 (26). P. 283–291.

#### REFERENCES

1. Modern paradigm of innovation management: theory, methodology, modeling, practice: monograph. VYu Anisimov, EA Bashkan, MG Belyaeva [et al.]; edited by NM Tyukavkin. Samara: Samara University Publishing House, 2016. 212 p. (In Russ.).
2. Saibel' NYu, Kosarev A. Evolution of the innovation theory. Finance and credit. 2017;23(14):838-850. Available from: <http://fin-izdat.ru/journal/fc/> [Accessed 31 May 2023]. (In Russ.).
3. Shumpeter JA. Theory of economic development. Moscow: Eksmo, 2007. 862 p. (In Russ.).
4. Strel'czov AV, Yakovlev GI. Strategy of acceleration of innovative development and entrepreneurship of a machine-building enterprise. Vestnik of Samara State University of

- Economics. 2021;11(205):41-50. (In Russ.). <https://doi.org/10.46554/1993-0453-2021-11-205-41-50>
5. Karatkevich AI. Strategy of investment and innovation activities in the context of transformation of the national economic system by types of economic activities. *E`konomicheskaya nauka segodnya = Economic Science Today*. 2022;15:15-26. (In Russ.).
  6. Klimenko IS. Heuristic model of planning and managing innovative development of the region. Problems and prospects for the development of scientific and technological space: Proceedings of the VII international scientific Internet conference (Vologda, June 21-23, 2023). Vologda, Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2023;339-344. (In Russ.).
  7. Kornev MN, Posadskaia TN. Conceptual approaches to dynamic modeling in the development strategy of russian economy. *Menedzher = Manager*. 2020;4(94):67-73. (In Russ.).
  8. Drogovoz PA, Dragun EA. Review and classification of economic and mathematical models of assessment of innovative development of russian regions. *Russian Economic Bulletin*. 2019;2(5):59-66. (In Russ.).
  9. Vartumyan AA, Klimenko IS. Simulation and formal modeling of political processes: experience of integrating methodologies // Management in modern systems: collection of works of the X All-Russian (national) scientific and practical conference of scientific, scientific and pedagogical workers and postgraduate students (Chelyabinsk, December 15, 2020). Chelyabinsk. 2020;14-19. (In Russ.).
  10. Klimenko I. Individual strategies in project management: models and methods of formation. *Modern Science and Innovations*. 2023;3(43):48-58.
  11. Shebzukhova TA, Vartumyan AA, Klimenko IS. To the formal models as a tool in political research. *Modern Science and Innovations*. 2019;2(26):283-291. (In Russ.).

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Ирина Сергеевна Клименко** – доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, отдел организации проектно-грантовой деятельности, Пятигорский институт (филиал), Северо-Кавказский федеральный университет, [iskl@bk.ru](mailto:iskl@bk.ru)

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Irina S. Klimenko** – Dr. Sci. (Techn.), Associate Professor, Leading Researcher, Department of Organization of Project and Grant Activities, Pyatigorsk Institute (branch), North-Caucasus Federal University, [iskl@bk.ru](mailto:iskl@bk.ru)

**Конфликт интересов:** автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.  
**Conflict of interest:** the author declares no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию: 10.03.2024;  
одобрена после рецензирования: 18.04.2024;  
принята к публикации: 10.06.2024.*

*The article was submitted: 10.03.2024;  
approved after reviewing: 18.04.2024;  
accepted for publication: 10.06.2024*

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 26-36.  
Modern Science and Innovations.  
2024;2(46):26-36.

Диана Арсеновна Кужева  
[Diana A. Kuzheva]

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
TECHNICAL SCIENCE

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

Разработка алгоритма выявления  
признаков внутрикадрового монтажа  
видеоизображений

Development of an algorithm for identifying  
signs of intraframe editing of video images

Научная статья / Original article

УДК 004.021

<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.3>

Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия, [diksir2009@yandex.ru](mailto:diksir2009@yandex.ru) /  
North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia, [diksir2009@yandex.ru](mailto:diksir2009@yandex.ru)

**Аннотация.** В данной работе рассматривается алгоритм обнаружения признаков внутрикадрового монтажа видеоизображений при вырезке или вставке в исходный видеопоток. Для этого показано каким образом формируются изображения и видеопоток, какие применяются алгоритмы для сжатия видеопотока, а также какие основные видеокодеки существуют. С учетом особенностей спецификации видеокодека, в работе прилагается алгоритм выявления признаков монтажа, который позволит определить наличие вырезки или вставки части видеопотока в исходных видеопотоков.

**Ключевые слова:** видеомонтаж, видеоизображение, библиотека x264, кодирование видео

**Для цитирования:** Кужева Д. А. Разработка алгоритма выявления признаков внутрикадрового монтажа видеоизображений // Современная наука и инновации. 2024. № 2 (46). С. 26-36. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.3>

**Abstract.** This paper discusses an algorithm for detecting signs of intra-frame editing of video images when cutting or pasting into the source video stream. To do this, it is shown how images and video streams are formed, what algorithms are used to compress the video stream, as well as what main video codecs exist. Taking into account the specifications of the video codec, the work includes an algorithm for identifying signs of editing, which will allow us to determine the presence of cutting or inserting part of the video stream into the original video stream.

**Keywords:** video editing, video image, x264 library, video coding

**For citation:** Kuzheva DA. Development of an algorithm for identifying signs of intraframe editing of video images. Modern Science and Innovations. 2024;2(46):26-36. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.3>

**Введение.** В современном мире существует множество способов и методов рассекречивания информации, мошенничества в сети Интернет, создания различных фейков и манипуляций. Определение понятия цифрового видеоизображения — это совокупность технологий записи, обработки, передачи и хранения изображения и звука.

Основное отличие от аналогового видео заключается в том, что видеосигнал и звук кодируются и передаются не в исходном виде, а после аналогово-цифрового преобразования в потоки видео-извукоданных.

В большинстве случаев цифровое видео подвергается компрессии для уменьшения объёма данных, предназначенных для передачи и хранения.

© Кужева Д. А., 2024

**Материалы и методы исследований.** Цифровое видео может распространяться на различных видеоносителях, посредством цифровых интерфейсов в виде потока или файлов.

Определим основные типы внутрикадрового монтажа видеоизображений:

- вырезка или вставка части видеопотока в исходный видеопоток
- наложение на исходный видеопоток другого видеоизображения, в т.ч. deepfake

**1. Основные характеристики изображения.** Подробно рассматривается кодирование видеосигнала и формирование видеоизображения. Изображение в видео состоит из отдельных кадров, которые меняются с определенной частотой. Кадр кодируется как обычное растровое изображение, то есть разбивается на множество пикселей.

К основным показателям, характеризующим качество изображений, относятся [1]:

- преобладающий тон;
- резкость.
- яркость;
- контрастность;

Закодировав отдельные кадры изображений и собрав их вместе, можно описать все видео. В основе кодирования цифровых изображений лежит модель RGB. Данная модель применяется практически во всех технических устройствах для получения растровых изображений и программных продуктах по обработке этих изображений. Кроме того, она, при необходимости, легко преобразуется в другие цветовые модели. В качестве основных требований к показателям качества изображений можно назвать: наглядность, возможность вычисляться для сравнения. Недостатком этого способа является отсутствие численного выражения для показателей качества.

**Яркость изображения** можно выразить, как среднюю яркость всех пикселей. Яркость пикселя вычисляется по формуле:

$$Y_p = R_p + G_p + B_p \quad (1)$$

Яркость всего изображения  $Y$ , содержащего  $N$  пикселей, будет равна:

$$=Y_p = \frac{1}{N} \sum_{p=1}^N (R_p + G_p + B_p) \quad (2)$$

В соответствии с рекомендациями стандарта Федеральной комиссии связи (FCC), яркость изображения вычисляется по формуле [81]:

$$Y_p = \frac{1}{N} \sum_{p=1}^N (0,299 * R_p + 0,587 * G_p + 0.114 * B_p) \quad (3)$$

Коэффициенты соответствуют яркости цветовой модели YCrCb.

Перейти к относительным величинам можно, разделив фактическое значение яркости на максимально возможное значение яркости:

$$Y_{rel} = \frac{Y}{Y_{max}} \quad (4)$$

Тогда  $Y_{rel}$  будет лежать в диапазоне  $[0,1]$ . Значение 0 будет соответствовать абсолютно чёрному изображению, а значение 1 – абсолютно белому.

**Контрастность изображения:** различают яркостную и тоновую контрастность.

Яркостная контрастность представляет собой разницу между яркостью отдельных участков изображения (пикселей) и яркостью изображения в целом. Вычисление яркости можно рассматривать как конвертацию цветного изображения в ахроматические цвета. Практически, яркостная контрастность — это сравнение двух участков изображения, приведенных к ахроматическим цветам. У контрастного изображения количество тёмных и светлых пикселей должно быть приблизительно одинаковым, разница в их яркости — значительна, а основное место нахождения различающихся пикселей будет возле границ диапазона.

В качестве критерия оценки яркостной контрастности можно рассматривать дисперсию яркости пикселей изображения:

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{p=1}^N ((Y_p - Y)^2) \quad (5)$$

За безразмерный критерий оценки яркостной контрастности можно взять отношение среднеквадратического отклонения к максимально возможному значению яркости:

$$C = \frac{2\sigma}{Y_{max}} \quad (6)$$

Величина  $C$  изменяется в диапазоне  $[0,1]$ . Значение 0 соответствует однотонному изображению, значение 1 — максимально контрастному. Более сложный случай представляет тоновая контрастность. Конвертированные в оттенки серого цвета могут иметь одинаковую яркость, но визуально чётко различаться. Поэтому тоновая контрастность вычисляется более сложно.

Расстояние в цветовой модели RGB между отдельным пикселем изображения и средним тоном определяется по формуле:

$$d_p = \sqrt{(R_p - R)^2 + (G_p - G)^2 + (B_p - B)^2} \quad (8)$$

Средний тон пикселя для всего изображения в модели RGB для каждой составляющей вычисляется следующим образом:

$$R = \frac{1}{N} \sum_{p=1}^N R_p \quad (9)$$

$$G = \frac{1}{N} \sum_{p=1}^N G_p \quad (10)$$

$$B = \frac{1}{N} \sum_{p=1}^N B_p \quad (11)$$

В качестве оценки тоновой контрастности изображения берется среднеарифметическое расстояние между пикселями и средним тоном:

$$d = \frac{1}{N} \sum_{p=1}^N d_p \quad (12)$$

**Преобладающим тоном** можно считать средний тон [3].

**Частота кадров** — частота смены кадров за единицу времени, как правило, за секунду. Из-за различных стандартов, принятых в разных странах, в телевизионном вещании, кино и видео производстве появилось значительное число различных стандартов, которые могут частично или полностью поддерживать различные видеоприемники. Основными являются:

- на основе форматов семейства PAL: 50i, 25p, 50p
- на основе форматов семейства NTSC: 60i, 29.97p, 30p, 59.94p, 60p
- киноформаты: 23.98p, 24p

**Разрешение** или разрешающая способность характеризуется разрешением горизонтальным и вертикальным, измеряемым в пикселях.

Пиксель — наименьший логический элемент двумерного цифрового изображения в растровой графике, или элемент матрицы дисплеев, формирующих изображение. Пиксель представляет собой неделимый объект прямоугольной или круглой формы, характеризуемый определённым цветом. Растровое компьютерное изображение состоит из пикселей, расположенных по строкам и столбцам.

Таким образом, разрешение — это величина, определяющая количество элементов растрового изображения из  $N$  пикселей в высоту и  $M$  пикселей в ширину, т. е.  $N \times M$ .

**2. Видеосжатие, сжатие видеоданных.** Рассматривается пример расчета размера получаемого файла, содержащего несжатый видеопоток.

Для представления в пространстве  $Y', C_b, C_r$  рассчитываются следующие составляющие:

- количество пикселей в кадре для яркостной компоненты =  $720 \times 576 = 414\,720$
- количество пикселей в кадре для каждой цветоносной

$$\text{компоненты} = 360 \times 576 = 207360$$

- число битов в кадре =  $10 \times 414\,720 + 10 \times 207\,360 \times 2 = 8294400$   
= 8,29 Мбит
- скорость передачи данных (BR) =  $8,29 \times 25 = 207,36$  Мбит / сек
- размер видео =  $207,36 \text{ Мбит / сек} \times 3600 \text{ сек} = 746\,496 \text{ Мбит} = 93\,312 \text{ Мбайт} = 93,31 \text{ Гбайт} = 86,9 \text{ ГиБ}[4]$ .

Расчёт скорости передачи данных:

Для формата 4:2:2

$$BR = BD \times (W + 0,5 \times W \times 2) \times H \times FR = BD \times 2 \times W \times H \times FR$$

Для формата 4:1:1

$$BR = BD \times (W + 0,25 \times W \times 2) \times H \times FR = BD \times 1,5 \times W \times H \times FR$$

Для формата 4:2:0

$$BR = BD \times (W \times H + 0,5 \times W \times 0,5 \times H \times 2) \times FR = BD \times 1,5 \times W \times H \times FR$$

Для формата 4:4:4

$$BR = BD \times 3 \times W \times H \times FR$$

где:

BR - скорость передачи данных, бит/с,

W и H - ширина и высота кадра в пикселях,

BD - разрядность для каждой компоненты, бит на пиксель,

FR - кадровая частота, кадров.

В таблице приведены скорость передачи несжатого видеопотока и размер пространства для часовой записи наиболее распространенных стандартов.

Таблица 1 – Скорость передачи несжатого видеопотока

Table 1 – Uncompressed video bit rate

Размер кадра (пикселей)	Глубина цвета (бит)	Дискретизация	Кадровая частота (Гц)	Битрейт (Мбит/с)	Требуемая емкость (ГиБ/час)
720x576	10	4:2:2	25	207	86.9
720x576	8	4:1:1, 4:2:0	25	124	52.1
1280x720	8	4:2:2	25	369	154.5
1280x720	8	4:2:2	50	737	309
1280x720	10	4:2:2	25	461	193.1
1920x1080	10	4:2:2	25	1037	434.5

Из-за относительно высокой скорости передачи несжатого видеопотока широко используются алгоритмы видеокомпрессии. Видеокомпрессия позволяет сократить избыточность видеоданных и уменьшить передаваемый поток, что позволит передавать видео по каналам связи с меньшей пропускной способностью или сохранять видеофайлы на носителях с меньшей ёмкостью.

Видео является трёхмерным массивом цветных пикселей. Два измерения означают вертикальное и горизонтальное разрешение кадра, а третье измерение — время. Кадр — массив всех пикселей, видимых камерой в данный момент времени, или просто изображение. Сжатие было бы невозможно, если бы каждый кадр был уникален и расположение пикселей было полностью случайным, но это не так. Поэтому можно сжимать, во-первых, саму картинку — например, фотография голубого неба без солнца фактически сводится к описанию граничных точек и градиента заливки. Во-вторых, можно сжимать похожие соседние кадры. В конечном счёте, алгоритмы сжатия картинок и видео схожи, если рассматривать видео как трёхмерное изображение со временем как третьей координатой.

На текущий момент практически все алгоритмы сжатия видео (например, стандарты, принятые ITU-T или ISO) используют дискретное косинусное преобразование (DCT) или его модификации для устранения избыточности.

**Дискретное косинусное преобразование (ДКП)** – это из ортогональных преобразований, а именно – вариант косинусного преобразования для вектора действительных чисел. Применяется в алгоритмах сжатия информации с потерями, например, MPEG и JPEG. Это преобразование тесно связано с дискретным преобразованием Фурье и является гомоморфизмом его векторного пространства.

Данное преобразование является линейным, поэтому его результат можно вычислить при помощи умножения матрицы преобразования и вектора. Матрица ДКП является ортогональной (обратная матрица равна транспонированной), поэтому обратное преобразование вычисляется с помощью умножения транспонированной матрицы ДКП на вектор. На практике используется вариант ДКП с матрицей, пропорциональной ортогональной (получающейся из ортогонального умножения на константу).

**Различные периодические продолжения сигнала ведут к различным типам ДКП. Ниже приводятся матрицы для первых четырёх типов ДКП:**

Именно DCT2 чаще всего встречается в практических приложениях благодаря свойству «уплотнения энергии». [2]

$$DCT - 1_n = \left[ \cos \left( kl \frac{\pi}{n-1} \right) \right]_{0 < k, l < n} \quad (13)$$

$$DCT - 2_n = \left[ \cos \left( k \left( l + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{n} \right) \right]_{0 < k, l < n} \quad (14)$$

$$DCT - 3_n = \left[ \cos \left( \left( k + \frac{1}{2} \right) l \frac{\pi}{n} \right) \right]_{0 < k, l < n} \quad (15)$$

$$DCT - 4_n = \left[ \cos \left( \left( k + \frac{1}{2} \right) \left( l + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{n} \right) \right]_{0 < k, l < n} \quad (16)$$

**3. Описание методов, использующих алгоритмы сжатия видеоданных.** В работе рассматриваются принципы сжатия видеоданных на примере распространенного метода покадрового сжатия изображений - MJPEG (Motion JPEG), основной особенностью которого является сжатие каждого отдельного кадра видеопотока с помощью алгоритма сжатия изображений JPEG, в рамках выполнения которого при сжатии, каждый кадр видеоизображения преобразуется из цветового пространства RGB в YCbCr.

Motion JPEG использует внутрикадровое сжатие с потерями на основе дискретного косинусного преобразования (ДКП). Эта математическая операция преобразует каждый кадр/поле изображения из пространственной области в частотную.

**Цветовое пространство YCbCr.** - семейство цветовых пространств, которые используются для передачи цветных изображений [4].

Сигналы Y'CbCr (до нормирования и смещения для перевода сигналов в цифровую форму) называют YPbPr.

Они формируются с применением гамма-коррекции из соответствующих RGB источников с помощью двух определенных констант  $K_B$  и  $K_R$  следующим образом:

$$Y' = K_R \cdot R' + (1 - K_R - K_B) \cdot G' + K_B \cdot B' \quad (17)$$

$$P_B = \frac{1}{2} \cdot \frac{B' - Y'}{1 - K_B} \quad (18)$$

$$P_R = \frac{1}{2} \cdot \frac{R' - Y'}{1 - K_R} \quad (19)$$

где  $K_B$  и  $K_R$  коэффициенты, которые обычно выводятся из определения соответствующего пространства RGB.

Здесь апостроф ' означает компоненты с гамма-коррекцией, поэтому  $R'$ ,  $G'$  и  $B'$  располагаются в пределах от 0 до 1, где 0 соответствует минимальной интенсивности (например, для отображения чёрного цвета) и 1 соответствует максимуму (например, для отображения белого цвета). Результирующее значение яркости ( $Y'$ ) будет иметь пределы от 0 до 1, а значения цветности ( $P_B$  и  $P_R$ ) будут расположены в пределах от -0.5 до +0.5.

Обратный процесс преобразования может быть легко получен путём обращения представленных выше уравнений. [3]

При представлении сигналов в цифровой форме, результат нормируется и округляется, и, как правило, добавляется смещение. Так, например, нормирование и смещение, применяемое к компоненте  $Y'$  согласно спецификации (например, MPEG-2[1]), приводит к значению 16 для чёрного и значению 235 для белого при использовании 8-битного представления. Стандарт имеет 8-битные цифровые версии  $C_B$  и  $C_R$ , нормированные в другом диапазоне: от 16 до 240.

Нормирование приводит к использованию меньшего диапазона цифровых значений. В этом случае имеется некоторый запас, который может быть использован в случае превышения порога входными данными, таким образом устраняя необходимость их отсечения. Дополнительные диапазоны могут быть использованы для расширения цветовой палитры, как например в пространстве  $xYCC$ .

Так как в пространстве  $YC_B C_R$  можно представить существенно более широкую гамму значений сигнала, чем поддерживаемая в соответствующих диапазонах сигналов  $R$ ,  $G$  и  $B$ , то существует вероятность получения таких сигналов  $Y$ ,  $C_R$  и  $C_B$ , которые, несмотря на пригодность каждого из них по отдельности, могут, при преобразовании к  $RGB$ , привести к получению значений, лежащих вне допустимых пределов. Это можно предотвратить, наложив ограничения на сигналы  $Y$ ,  $C_R$  и  $C_B$ , также такие ограничения применяются для поддержания значений яркости и цветовых оттенков, при этом субъективные искажения минимизируются посредством потери только насыщенности цвета.

**3.1. Алгоритм JPEG.** После преобразования  $RGB \rightarrow YC_B C_R$  для каналов изображения  $C_B$  и  $C_R$ , отвечающих за цвет, может выполняться «прореживание», которое заключается в том, что каждому блоку из 4 пикселей ( $2 \times 2$ ) яркостного канала  $Y$  ставятся в соответствие усреднённые значения  $C_B$  и  $C_R$  (схема прореживания «4:2:0»). При этом для каждого блока  $2 \times 2$  вместо 12 значений (4  $Y$ , 4  $C_B$  и 4  $C_R$ ) используется всего 6 (4  $Y$  и по одному усреднённому  $C_B$  и  $C_R$ ). Если к качеству восстановленного после сжатия изображения предъявляются повышенные требования, прореживание может выполняться лишь в каком-то одном направлении — по вертикали (схема «4:4:0») или по горизонтали («4:2:2»), или не выполняться вовсе («4:4:4»).

Стандарт допускает также прореживание с усреднением  $C_B$  и  $C_R$  не для блока  $2 \times 2$ , а для четырёх расположенных последовательно (по вертикали или по горизонтали) пикселей, то есть для блоков  $1 \times 4$ ,  $4 \times 1$  (схема «4:1:1»), а также  $2 \times 4$  и  $4 \times 2$  (схема «4:1:0»). Допускается также использование различных типов прореживания для  $C_B$  и  $C_R$ , но на практике такие схемы применяются исключительно редко.

Далее яркостный компонент  $Y$  и отвечающие за цвет компоненты  $C_B$  и  $C_R$  разбиваются на блоки  $8 \times 8$  пикселей. Каждый такой блок подвергается дискретному косинусному преобразованию (ДКП). Полученные коэффициенты ДКП квантуются (для  $Y$ ,  $C_B$  и  $C_R$  в общем случае используются разные матрицы квантования) и пакуются с использованием кодирования серий и кодов Хаффмана.

Матрицы, используемые для квантования коэффициентов ДКП, хранятся в заголовочной части JPEG-файла. Обычно они строятся так, что высокочастотные коэффициенты подвергаются более сильному квантованию, чем низкочастотные. Это приводит к огрублению мелких деталей на изображении. Чем выше степень сжатия, тем более сильному квантованию подвергаются все коэффициенты.

При сохранении изображения в JPEG-файле кодеру указывается параметр качества, задаваемый в некоторых условных единицах, например, от 1 до 100 или от 1 до 10. Большее число обычно соответствует лучшему качеству (и большему размеру сжатого файла). Однако, в самом JPEG-файле такой параметр отсутствует, а качество восстановленного изображения определяется матрицами квантования, типом прореживания цветоразностных компонентов и точностью выполнения математических операций как на стороне кодера, так

и на стороне декодера. При этом даже при использовании наивысшего качества (соответствующего матрице квантования, состоящей из одних только единиц, и отсутствию прореживания цветоразностных компонентов) восстановленное изображение не будет в точности совпадать с исходным, что связано как с конечной точностью выполнения ДКП, так и с необходимостью округления значений  $Y$ ,  $C_b$ ,  $C_r$  и коэффициентов ДКП до ближайшего целого.

**3.2. Стандартизация методов сжатия цифрового видео.** MPEG-4 — международный стандарт, используемый преимущественно для сжатия цифрового аудио и видео. Он появился в 1998 году и включает в себя группу стандартов сжатия аудио и видео и смежные технологии, одобренные ISO — Международной организацией по стандартизации/IEC Moving Picture Experts Group (MPEG). Стандарт MPEG-4 в основном используется для вещания (потокое видео), записи фильмов на компакт-диск и в видеотелефонии (видеотелефон) и широкоэ debate, в которых активно используется сжатие цифровых видео и звука. MPEG-4 делится на несколько частей. Одной из ключевых частей стандарта MPEG-4 является часть 10, которая описывает стандарт сжатия видео.

H.264, MPEG-4 Part 10 или AVC (Advanced Video Coding) — лицензируемый стандарт сжатия видео, предназначенный для достижения высокой степени сжатия видеопотока при сохранении высокого качества [5].

В рамках данного стандарта рассматривается свободная библиотека программных компонентов для кодирования видеопотоков H.264 — **x264**.

**4. Алгоритм выявления признаков внутрикадрового монтажа и спецификация библиотеки x264.** Наряду с многими видеокодеками, библиотека x264 представляет возможность выполнить декодирование видеопотока, с извлечением информации как о файле, так и непосредственно о каждом видеокadre.

Как правило, содержащаяся информация о файле представляет собой следующий набор полей:

Общая информация: CompleteName — наименование файла и его расположение  
Format/String- формат сжатия видео файла (например, MPEG-4) Format\_Profile- используемый профайл сжатия (например, QuickTime) CodecID/String — ID используемого кодека (например, qt) FileSize/String- размер файла (например, 37,2 Мбайт)

Duration/String — продолжительность (например, 20 с. 588 мс)  
OverallBitRate\_Mode/String- тип битрейта (например, переменный) OverallBitRate/String- поток битрейта (например, 15,2 Мбит/сек) FrameRate/String- количество кадров в секунду (например, 30,000 кадров/сек) Encoded\_Date- дата начала декодирования (например, 2022-11-07 20:54:17 UTC) Tagged\_Date — дата сохранения файла (например, 2022-11-07 20:54:21 UTC)

Encoded\_Library/String — используемая библиотека для декодирования (например, H264)

Информация о видео BitRate/String — поток видеобитрейта (например, 14,9 Мбит/сек) Width/String- разрешение, по ширине (например, 1 920 пикселей) Height/String- разрешение по высоте (например, 1 080 пикселей)

DisplayAspectRatio/String — соотношение сторон видеокadre (например, 16:9)

Rotation/String — угол поворота видео (например, 90°)

ColorSpace — используемое цветовое пространство (например, YUV)

ChromaSubsampling/String — схема прореживания (например, 4:2:0) BitDepth/String — глубина цвета (например, 8 бит)

ScanType/String- тип развертки (например, прогрессивная)

Bits-(Pixel\*Frame) размер побитовой развертки (например, 0.240)

Способ хранения данных. Информация о параметрах видео содержится в XML или JSON формате (рисунок 1).

#### **Полезные методы и параметры библиотеки x264**

Библиотека х.264 имеет встроенные методы и параметры, которые могут быть использованы в работе алгоритма определения признаков внутрикадрового монтажа:

- метод определения изменения кадров, «scenecut» позволяет вычислить значение для каждого кадра, для того чтобы оценить, насколько он отличается от предыдущего. Если значение меньше, значит обнаружено изменение кадра. В рамках алгоритма кодирования видеоданных, данный метод используется для проставления так называемых «опорных» кадров.
- метод «partitions», делит видеопоток на партии (части) в зависимости от примененных настроек. Стандартно, кодек H.264 делит видео на 16x16 макроблоков во время сжатия (p8x8, b8x8, i8x8, i4x4'). Эти блоки могут быть поделены на меньшие партии, размер которых и регулируется данным методом.
- параметр «visualize» позволяет определить макроблоки, на которые поделено видео, используется для дебаггинга и анализа покадрового соответствия.
- параметр «keyint» устанавливает максимальный интервал между основными кадрами.
- метод «tcfiler-out» позволяет определить timestamp для каждого кадра. Используется в основном для реализации функции VFR (видео с переменным битрейтом [6]).

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<MediaInfo
  xmlns="https://mediaarea.net/mediainfo"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="https://mediaarea.net/mediainfo https://mediaarea.net/mediainfo/mediainfo_2_0.xsd"
  version="2.0">
  <creatingLibrary version="23.04" url="https://mediaarea.net/MediaInfo">MediaInfoLib</creatingLibrary>
  <media ref="C:\Users\Downloads\IMG_6040.mov">
  <track type="General">
  <VideoCount>1</VideoCount>
  <AudioCount>1</AudioCount>
  <OtherCount>2</OtherCount>
  <FileExtension>mov</FileExtension>
  <Format>MPEG-4</Format>
  <Format_Profile>QuickTime</Format_Profile>
  <CodecID>qt </CodecID>
  <CodecID_Version>0000.00</CodecID_Version>
  <CodecID_Compatible>qt </CodecID_Compatible>
  <FileSize>39035299</FileSize>
  <Duration>20.588</Duration>
  <OverallBitRate_Mode>VBR</OverallBitRate_Mode>
  <OverallBitRate>15168175</OverallBitRate>
  <FrameRate>30.000</FrameRate>
  <FrameCount>618</FrameCount>
  <StreamSize>80540</StreamSize>
  <HeaderSize>19581</HeaderSize>
  <DataSize>39015718</DataSize>
  <FooterSize>0</FooterSize>
  <IsStreamable>Yes</IsStreamable>
  <Encoded_Date>2022-11-07 20:54:17 UTC</Encoded_Date>
  <Tagged_Date>2022-11-07 20:54:21 UTC</Tagged_Date>
```

Рисунок 1 – Информация о параметрах видео  
Figure 1 – Video parameters information

**Алгоритм определения признаков монтажа.** С учетом возможностей библиотеки кодека х264 возможно определить следующий алгоритм определения признаков внутрикадрового монтажа (Рисунок 2).

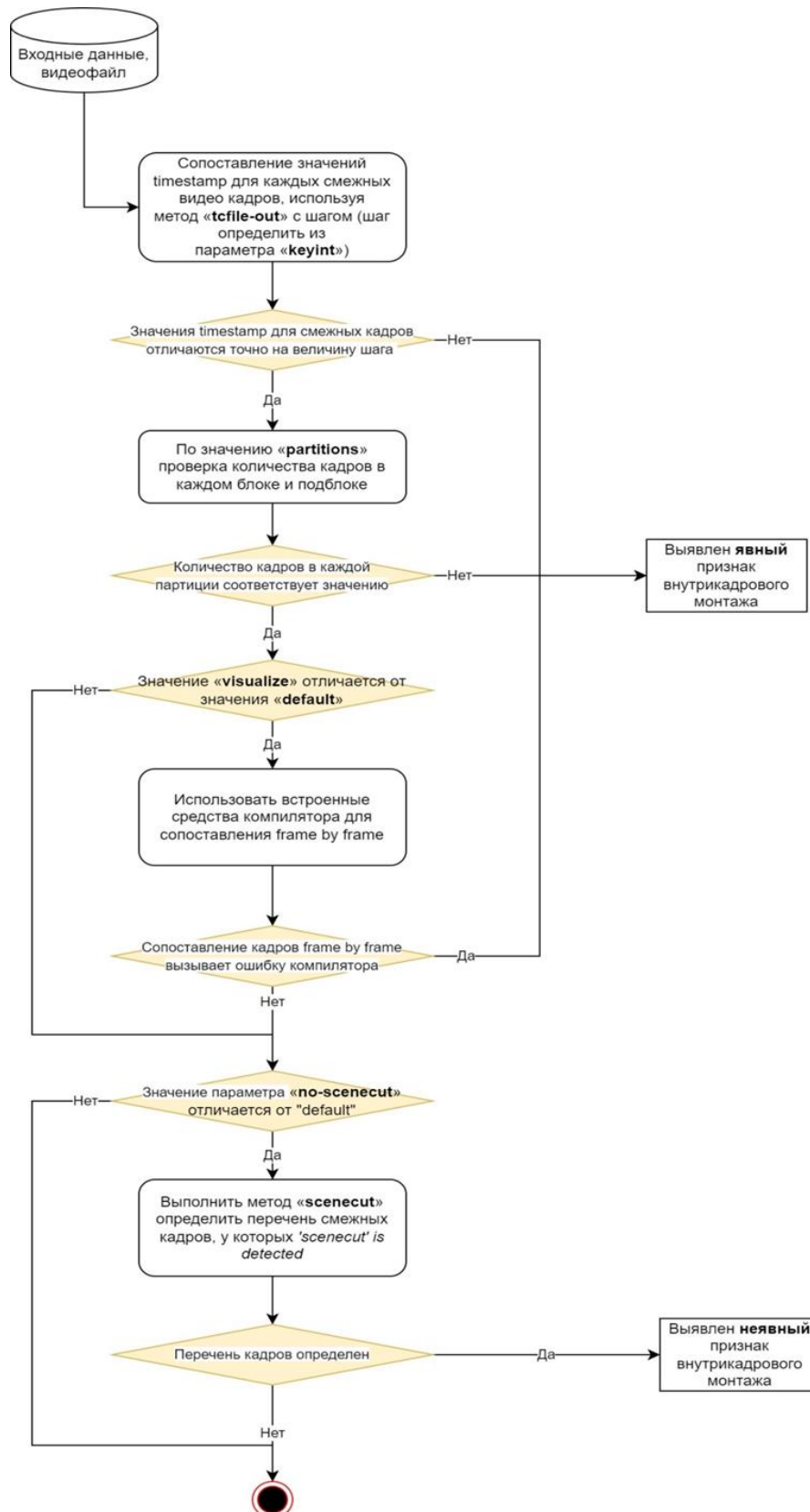


Рисунок 2 – Алгоритм определения признаков внутрикадрового монтажа  
 Figure 2 – Algorithm for determining the signs of intraframe editing

**Заключение.** Информационные технологии повсеместно внедряются в жизни людей. Именно данное направление определяет основные траектории развития технологического прогресса, а также приводит к колоссальным изменениям, касающихся жизни современного человека. Одним из наиболее актуальных вопросов, вызванных в результате

развития данного сегмента, является информационная безопасность. В современном мире существует множество способов и методов рассекречивания информации, мошенничества в сети Интернет, создания различных фейков и манипуляций.

В работе был подробно рассмотрен алгоритм обнаружения признаков внутрикадрового монтажа видеоизображений при вырезке или вставке в исходный видеопоток, показано каким образом формируются изображения, формируется видеопоток, какие применяются алгоритмы для сжатия видеопотока, а также какие основные видеокодеки существуют. С учетом особенностей спецификации видеокодека было показано каким образом алгоритм выявления признаков монтажа позволит определить наличие вырезки или вставки части видеопотока в исходных видеопоток.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Конрод Р. Демистификация описания активного формата // Harris Assured Communications, Мейсон, Огайо, США. 2008.
2. Ян Ю., Юхуа П., Чжаогуан Л. Быстрый алгоритм преобразования YCbCr в RGB // Транзакции IEEE в бытовой электронике. 2007. Т. 53. №. 4. С. 1490–1493.
3. Астрединов Р. К., Баранчук Н. А., Растимешин Г. Д. Применение кодека как метода сжатия видеoinформации в современном техническом исследовании // Состояние и перспективы развития современной науки по направлению «Техническое зрение и распознавание образов»: сборник статей II Всероссийской научно-технической конференции. Том 1. Военный инновационный технополис "ЭРА". Анапа. 2020. С. 53–59.
4. Быков Р. Е. Основы телевидения и видеотехники [Текст]: учеб. для вузов / Р.Е. Быков. М.: Горячая линия – телеком, 2006. С. 399.
5. Власенко А. В., Киселев П. С., Склярова Е. А. Искусственный интеллект и проблемы кибербезопасности. Технология Deepfake // Молодой ученый. 2021. № 21 (363). С. 81–86.
6. Гонта А. Резкость изображения и оборудования видеонаблюдения [Электронный ресурс] / А. Гонта, Е. Седов. URL: <http://www.security-bridge.com> (дата обращения: 02.03.2024).
7. Довгаль В. А. Применение глубокого обучения для создания и обнаружения поддельных изображений, синтезированных с помощью искусственного интеллекта // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. 2021. № 4 (291). С. 82–94.
8. Догадова Д. М., Корелин О. Н. Особенности стандарта видеосжатия h. 264 // Информационные системы и технологии ИСТ-2017. 2017. С. 471–474.
9. Дорогов А. Ю., Курбанов Р. Г., Разин В. В. Быстродействующий алгоритм семантической классификации JPEG-изображений // Нейроинформатика. 2006. Т. 1. № 2. С. 124–145.
10. Кириленко А. Н., Грызов Г. Ю., Чобану М. К. Исследование использования графических процессоров для решения неграфических задач // ДСПА: Вопросы применения цифровых обработок сигналов. 2011. Т. 1. №. 4. С. 212–214.
11. Aiportal. Критерии и методы укрупненной оценки качества изображений в растровых графических форматах [Электронный ресурс]. URL: <http://www.aiportal.ru/articles/other/evaluation-of-image-quality.html> (дата обращения: 02.03.2024).

#### REFERENCES

1. Conrod R. Demystifying the active format description. Harris Assured Communications, Mason, Ohio, USA, White Book. 2008. (In Russ.).

2. Yan Y, Yuhua P, Zhaoguang L. Fast YCbCr to RGB conversion algorithm. IEEE Transactions on Consumer Electronics. 2007;53(4):1490-1493. (In Russ.).
3. Astridinov RK, Baranchuk NA, Rastimeshin GD. Application of a codec as a method of video compression in modern technical research. State and prospects for the development of modern science in the direction of "Technical vision and pattern recognition": collection of articles of the II All-Russian scientific and technical conference. Volume 1. Military innovative technopolis "ERA". Anapa. 2020. P. 53-59. (In Russ.).
4. Bykov RE. Fundamentals of television and video technology [Text]: textbook for universities / RE Bykov. Moscow: Hotline – Telecom, 2006. P. 399. (In Russ.).
5. Vlasenko AV, Kiselev PS, Sklyarova EA. Artificial intelligence and cybersecurity problems. Deepfake technology. Young scientist. 2021;21(363):81-86. (In Russ.).
6. Gonta A. Image sharpness and video surveillance equipment [Electronic resource] / A Gonta, E Sedov. Available from: <http://www.security-bridge.com> [Accessed 2 March 2024]. (In Russ.).
7. Dovgal VA. Application of deep learning for creating and detecting fake images synthesized using artificial intelligence. Bulletin of the Adygea State University. Series 4: Natural, mathematical and technical sciences. 2021;4(291):82-94. (In Russ.).
8. Dogadova DM, Korelin ON. Features of the video compression standard h. 264. Information systems and technologies IST-2017. 2017. P. 471-474. (In Russ.).
9. Dorogov AYu, Kurbanov RG, Razin VV. High-speed algorithm for semantic classification of JPEG images. Neuroinformatics. 2006;1(2):124-145. (In Russ.).
10. Kirilenko AN, Gryzov GYu, Ciobanu MK. Research on the use of graphic processors for solving non-graphical problems. DSPA: Issues in the use of digital signal processing. 2011;1(4):212-214. (In Russ.).
11. Criteria and methods for integrated assessment of image quality in raster graphic formats [Electronic resource]. Available from: <http://www.aiportal.ru/articles/other/evaluation-of-image-quality.html> [Accessed 2 March 2024]. (In Russ.).

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Диана Арсеновна Кушева** – аспирант, Северо-Кавказский федеральный университет, [diksir2009@yandex.ru](mailto:diksir2009@yandex.ru)

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Diana A. Kuzheva** – PhD student, North-Caucasus Federal University, [diksir2009@yandex.ru](mailto:diksir2009@yandex.ru)

**Конфликт интересов:** автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest:** the author declares no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию: 13.03.2024;  
одобрена после рецензирования: 20.04.2024;  
принята к публикации: 09.06.2024.*

*The article was submitted: 13.03.2024;  
approved after reviewing: 20.04.2024;  
accepted for publication: 09.06.2024.*

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 37-47.  
Modern Science and Innovations.  
2024;2(46):37-47.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
TECHNICAL SCIENCE

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

Научная статья / Original article

УДК 004.94 + 546.46

<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.4>

Андрей Владимирович Блинов  
[Andrey V. Blinov]<sup>1\*</sup>,

Алексей Алексеевич Гвозденко  
[Alexey A. Gvozdenko]<sup>2</sup>,

Алексей Борисович Голик  
[Alexey B. Golik]<sup>3</sup>,

Максим Андреевич Колодкин  
[Maxim A. Kolodkin]<sup>4</sup>,

Максим Александрович Пирогов  
[Maxim A. Pirogov]<sup>5</sup>

**Компьютерное квантово-химическое  
моделирование стабилизации основного  
карбоната магния молекулами  
биополимеров**

**The computer quantum chemical modeling of  
basic magnesium carbonate stabilized by  
biopolymers**

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup>Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия /  
North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia

\*Автор, ответственный за переписку: Андрей Владимирович Блинов, [blinov.a@mail.ru](mailto:blinov.a@mail.ru) /  
Corresponding author: Andrey V. Blinov, [blinov.a@mail.ru](mailto:blinov.a@mail.ru)

**Аннотация.** В рамках данной работы проведено компьютерное квантово-химическое моделирование стабилизации основного карбоната магния молекулами биополимеров: гидроксипропилцеллюлозой, метилцеллюлозой, хитозаном и гиалуроновой кислотой. Моделирование проводилось посредством соединения основного карбоната магния и биополимера через атом магния и различные функциональные группы, соответственно. В результате анализа данных, полученных в ходе компьютерного квантово-химического моделирования, установлено, что стабилизация основного карбоната магния биополимерами является энергетически выгодной ( $\Delta E > 736$  ккал/моль) и химически стабильной ( $0,034 \leq \eta \leq 0,075$  эВ). Также определена оптимальная конфигурация взаимодействия основного карбоната магния с каждым биополимером. В результате установлено, что стабилизация основного карбоната магния хитозаном, в случае которой взаимодействие происходит через гидроксильную группу, присоединённую к С<sub>3</sub> остатка глюкозамина, обладает оптимальными значениями разницы энергии ( $\Delta E = 736,224$  ккал/моль) и химической жёсткости ( $\eta = 0,059$  эВ) по сравнению с другими биополимерами.

**Ключевые слова:** основной карбонат магния, биополимеры, компьютерное квантово-химическое моделирование, хитозан

**Финансирование:** исследования проведены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект FSRN-2023-0037).

**Для цитирования:** Блинов А. В., Гвозденко А. А., Голик А. Б., Колодкин М. А., Пирогов М. А. Компьютерное квантово-химическое моделирование стабилизации основного карбоната магния молекулами биополимеров // Современная наука и инновации. 2024. № 2 (46). С. 37-47. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.4>

**Abstract.** As part of this work, computer quantum chemical modeling of the stabilization of basic magnesium carbonate by biopolymer molecules: hydroxyethylcellulose, methylcellulose, chitosan and hyaluronic acid was carried out. The simulation was carried out by combining the basic magnesium carbonate and biopolymer through a magnesium atom and various functional groups, respectively. As a result of the analysis of data obtained during computer quantum chemical modeling, it was found that the stabilization of basic magnesium carbonate by biopolymers is energetically advantageous ( $\Delta E > 736$  kcal/mol) and chemically stable ( $0.034 \leq \eta \leq 0.075$  eV). The optimal configuration of the interaction of the basic magnesium carbonate with each biopolymer has also been determined. As a result, it was found that the stabilization of the basic magnesium carbonate by chitosan, in which the interaction occurs through a hydroxyl group attached to the C<sub>3</sub> of the glucosamine residue, has optimal values of the difference in energy ( $\Delta E = 736.224$  kcal/mol) and chemical hardness ( $\eta = 0.059$  eV) compared with other biopolymers.

**Keywords:** basic magnesium carbonate, biopolymers, computer quantum chemical modeling, chitosan

**Funding:** the research was carried out with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (project FSRN-2023-0037).

**For citation:** Blinov AV, Gvozdenko AA, Golik AB, Kolodkin MA, Pirogov MA. The computer quantum chemical modeling of basic magnesium carbonate stabilized by biopolymers. *Modern Science and Innovations*. 2024;2(46):37-47. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.4>

**Введение.** В настоящее время наноразмерные материалы находят широкое применение в области медицины, косметологии, сельского хозяйства, электроники, химической и пищевой промышленности. Это обусловлено уникальными свойствами материалов в наноразмерном состоянии, такими как увеличение площади поверхности частиц, а вследствие увеличение реакционной способности, вариативность свойств в зависимости от состава, что открывает широкие возможности использования наноматериалов [1].

Одним из перспективных наноразмерных материалов для производства удобрений, имплантатов, пищевых продуктов являются карбонаты эссенциальных микроэлементов. Так, в работе [2] описан биосинтез наноразмерного карбоната магния и карбоната кальция на основе экстракта листьев Моринги масличной (лат. *Moringa oleifera*) и было доказано положительное влияние нанодобровений на основе наночастиц карбоната магния и карбоната кальция на рост биомассы арахиса и его урожайность. Также в работе [3] разработаны гидрогели желатиновой камеди, которые используются в качестве биоматериалов каркаса, способствующих регенерации межпозвоночных дисков. Полученные гидрогели были минерализованы карбонатами кальция и магния. В результате установлено, что минерализация желатиновой камеди карбонатами кальция и магния приводит к повышению адгезии и понижению цитотоксичности.

Структуры, содержащие биополимеры и карбонаты различных микроэлементов улучшают характеристики различных биоматериалов, используемых для регенерации костной ткани [4–7]. В связи с этим перспективным направлением является исследование процесса стабилизации карбонатов различных микроэлементов молекулами биополимеров. К примеру, в работе [8] проведён синтез наночастиц карбонатов кальция и магния в присутствии полиакриловой кислоты. В результате исследования установлено, что полиакриловая кислота оказывает стабилизирующее действие на частицы, уменьшая их размер и замедляя процесс кристаллизации. Также в работе [9] получены осадки карбонатов кальция и магния в растворах полиэтиленгликоля. Установлено, что полиэтиленгликоль приводит к сохранению фазового состава осадка, повышению седиментационной устойчивости дисперсий карбонатов кальция и магния.

Таким образом, целью данной работы является проведение компьютерного квантово-химического моделирования стабилизации основного карбоната магния молекулами биополимеров.

**Материалы и методы исследований. Экспериментальная часть.** Компьютерное квантово-химическое моделирование стабилизации основного карбоната магния

молекулами биополимеров проводилось путём соединения основного карбоната магния через атом металла с биополимером через различные функциональные группы (гидроксильная группа, этилгидроксильная группа, аминогруппа, карбоксильная группа) [10–13]. В качестве биополимеров рассматривали гидроксиэтилцеллюлозу, метилцеллюлозу, хитозан и гиалуроновую кислоту [14–17].

Компьютерное квантово-химическое моделирование проводилось в программном обеспечении *QChem* с использованием молекулярного редактора *IQmol*. Расчёты проводились на оборудовании центра обработки данных (*Schneider Electric*) ФГАОУ ВО Северо-Кавказского федерального университета с использованием следующих параметров построения: расчёт – *Energy*, метод – *B3LYP*, базис – *6-31G\**, *convergence* – 5, силовое поле – *Ghemical* [18–20].

В результате компьютерного квантово-химического моделирования рассчитаны значения полной энергии молекулярной системы ( $E$ ), энергии высшей заселенной молекулярной орбитали ( $E_{HOMO}$ ), энергии низшей свободной молекулярной орбитали ( $E_{LUMO}$ ), разница энергии биополимера и молекулярной системы «основной карбонат магния + биополимер» ( $\Delta E$ ) и химическая жёсткость ( $\eta$ ) [21, 22].

**Результаты исследований и их обсуждение.** В результате компьютерного квантово-химического моделирования стабилизации основного карбоната магния молекулами биополимеров получены квантово-химические расчёты, представленные в таблице 1.

**Таблица 1 – Результаты компьютерного квантово-химического моделирования стабилизации основного карбоната магния молекулами биополимеров**

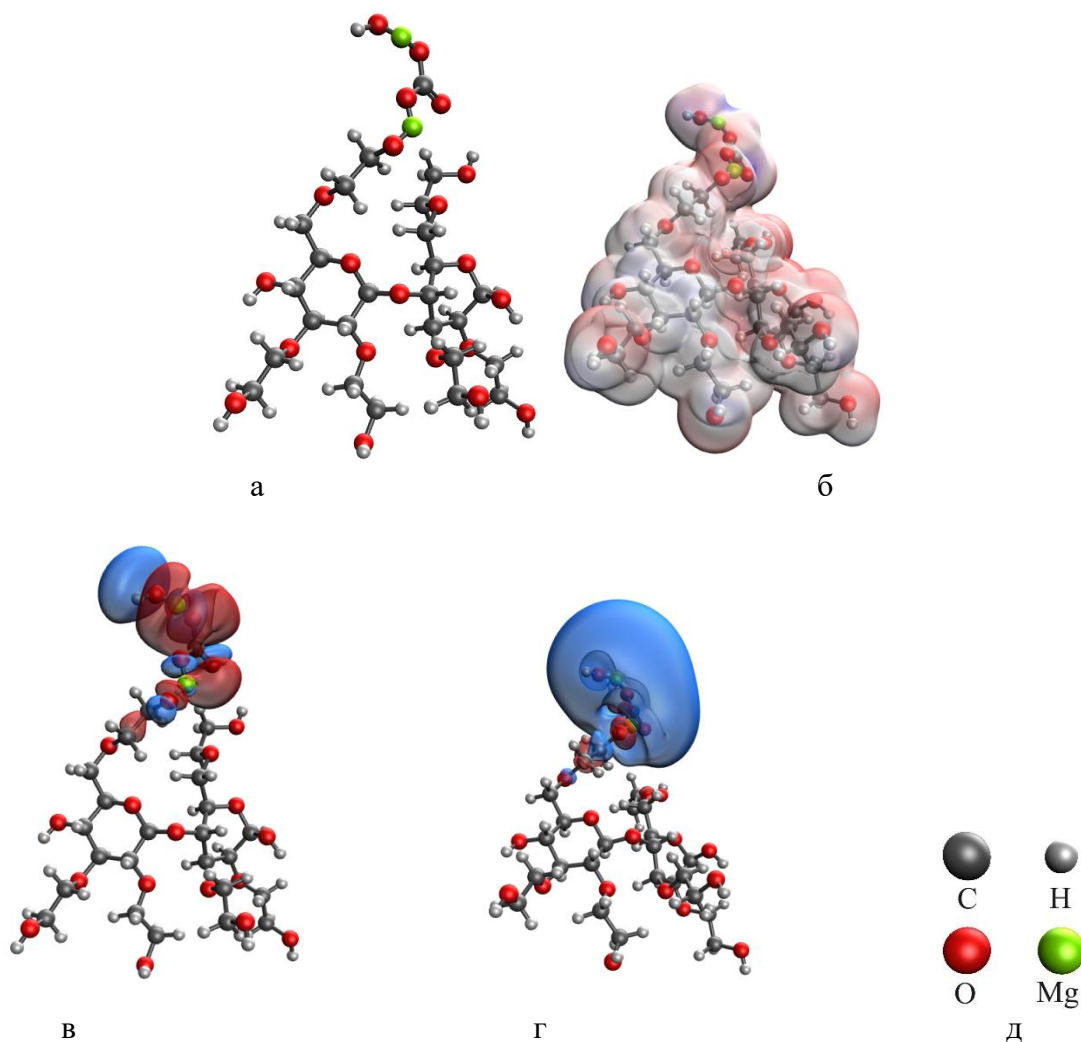
**Table 1 – Results of computer quantum-chemical modeling of the stabilization of basic magnesium carbonate by biopolymer molecules**

Молекулярная система	Взаимодействие с биополимером	$E$ , ккал/моль	$\Delta E$ , ккал/моль	$E_{HOMO}$ , эВ	$E_{LUMO}$ , эВ	$\eta$ , эВ
Гидроксиэтилцеллюлоза	–	-2220,750	–	-0,235	0,041	0,138
Метилцеллюлоза	–	-1455,031	–	-0,229	0,041	0,135
Хитозан	–	-1258,049	–	-0,225	0,030	0,128
Гиалуроновая кислота	–	-1429,434	–	-0,232	-0,002	0,115
Основной карбонат магния + гидроксиэтилцеллюлоза	Через гидроксильную группу, присоединённую к $C_6$ остатка глюкозамина	-2956,923	736,173	-0,174	-0,061	0,057
	Через гидроксильную группу, присоединённую к $C_3$ остатка глюкозамина	-2956,920	736,170	-0,173	-0,057	0,058
	Через аминогруппу, присоединённую к $C_2$ остатка глюкозамина	-2956,923	736,173	-0,166	-0,045	0,061
Основной карбонат магния + метилцеллюлоза	Через гидроксильную группу, присоединённую к $C_3$ остатка глюкопиранозы	-2191,190	736,159	-0,164	-0,047	0,059
	Через гидроксильную группу, присоединённую к $C_4$ остатка глюкопиранозы	-2191,205	736,174	-0,157	-0,058	0,050
Основной карбонат магния + хитозан	Через гидроксильную группу,	-1994,103	736,054	-0,179	-0,111	0,034

Молекулярная система	Взаимодействие с биополимером	$E$ , ккал/моль	$\Delta E$ , ккал/моль	$E_{\text{нomo}}$ , эВ	$E_{\text{лumo}}$ , эВ	$\eta$ , эВ
	присоединённую к $C_6$ остатка глюкозамина					
	Через гидроксильную группу, присоединённую к $C_3$ остатка глюкозамина	-1994,273	736,224	-0,182	-0,064	0,059
	Через аминогруппу, присоединённую к $C_2$ остатка глюкозамина	-1994,104	736,055	-0,156	-0,048	0,054
Основной карбонат магния + гиалуроновая кислота	Через карбоксильную группу, присоединённую к $C_6$ остатка глюкоуроновой кислоты	-2165,622	736,188	-0,162	-0,049	0,057
Основной карбонат магния + гиалуроновая кислота	Через гидроксильную группу, присоединённую к $C_3$ остатка глюкоуроновой кислоты	-2165,591	736,157	-0,173	-0,055	0,059
	Через гидроксильную группу, присоединённую к $C_2$ остатка глюкоуроновой кислоты	-2165,449	736,015	-0,199	-0,050	0,075
	Через гидроксильную группу, присоединённую к $C_4$ остатка N-ацетилглюкозамина	-2165,497	736,063	-0,155	-0,045	0,055
	Через гидроксильную группу, присоединённую к $C_6$ остатка N-ацетилглюкозамина	-2165,499	736,065	-0,164	-0,059	0,053
	Через вторичную аминогруппу в ацетамидном радикале, присоединённом к $C_2$ остатка N-ацетилглюкозамина	-2165,518	736,084	-0,156	-0,040	0,058

На основе полученных данных можно сделать вывод, что стабилизация основного карбоната молекулами биополимеров является энергетически выгодной ( $\Delta E > 736$  ккал/моль), а так же химически стабильными ( $0,034 \leq \eta \leq 0,075$  эВ). Также исходя из полученных результатов определены оптимальные конфигурации взаимодействия основного карбоната магния с биополимерами.

Так, оптимальным взаимодействием гидроксипропилцеллюлозы с основным карбонатом магния ( $\Delta E = 736,173$  ккал/моль,  $\eta = 0,061$  эВ) является соединение через этилгидроксильную группу, присоединённую к  $C_6$  остатка глюкопиранозы, представленное на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Результаты моделирования взаимодействия молекул гидроксиэтилцеллюлозы и основного карбоната магния через этилгидроксильную группу, присоединённую к C<sub>6</sub> остатка глюкопиранозы в гидроксиэтилцеллюлозе**

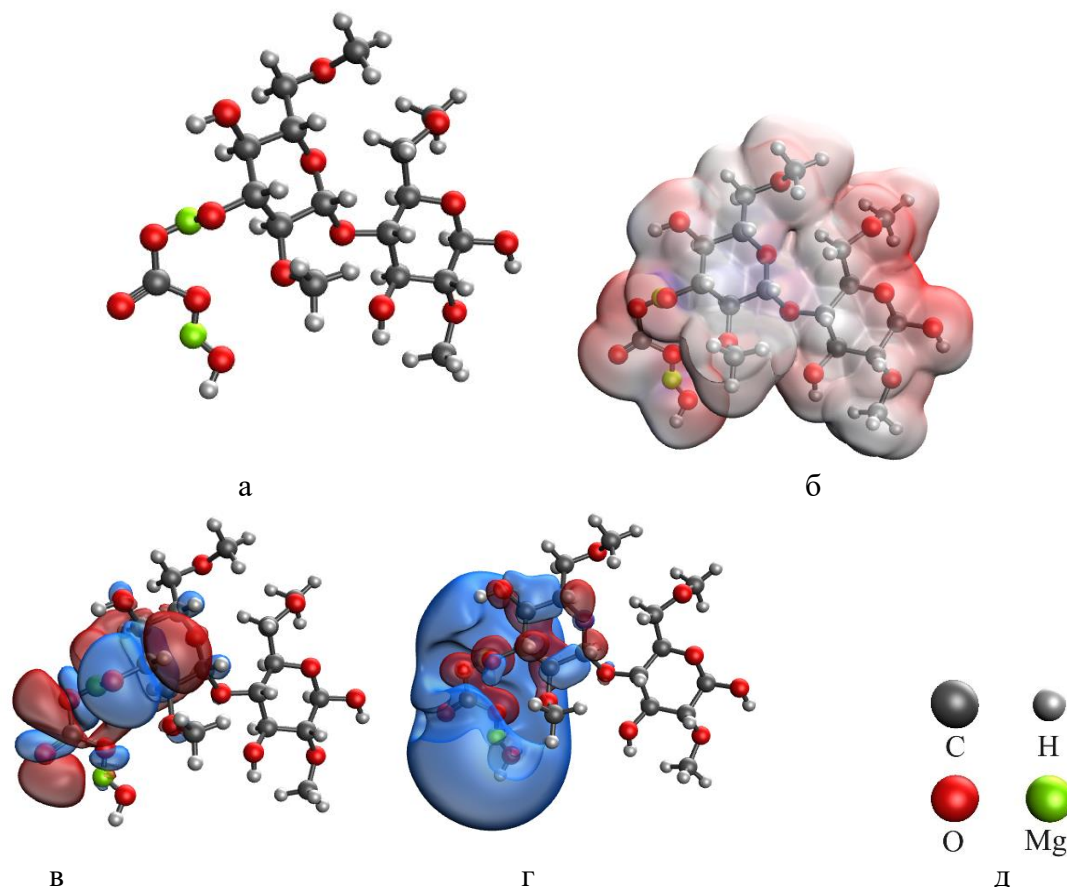
**a – модель молекулярного комплекса; б – распределение электронной плотности; в – высшая заселённая молекулярная орбиталь;**

**г – низшая свободная молекулярная орбиталь; д – расшифровка атомов**

**Figure 1 – Results of modeling the interaction of hydroxyethyl cellulose molecules and basic magnesium carbonate through the ethyl hydroxyl group attached to C<sub>6</sub> of the glucopyranose residue in hydroxyethyl cellulose**

**a – model of the molecular complex; b – electron density distribution; c – highest occupied molecular orbital; d – lowest unoccupied molecular orbital; d – decoding of atoms**

Оптимальным взаимодействием метилцеллюлозы с основным карбонатом магния ( $\Delta E = 736,159$  ккал/моль;  $\eta = 0,059$  эВ) является соединение через гидроксильную группу, присоединённую к C<sub>3</sub> остатка глюкопиранозы, представленное на рисунке 2.

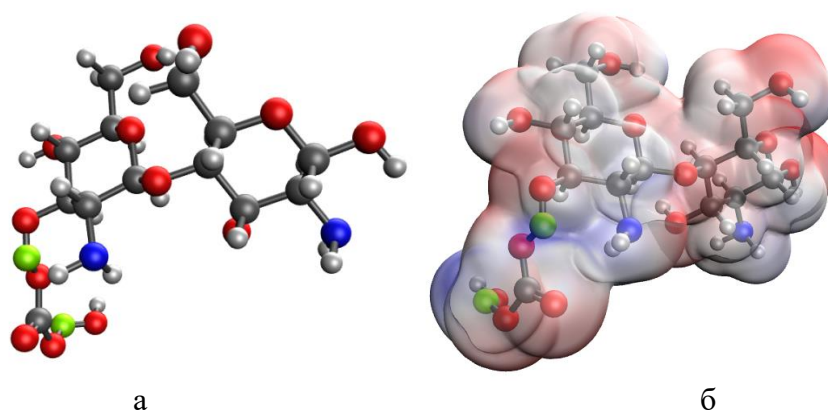


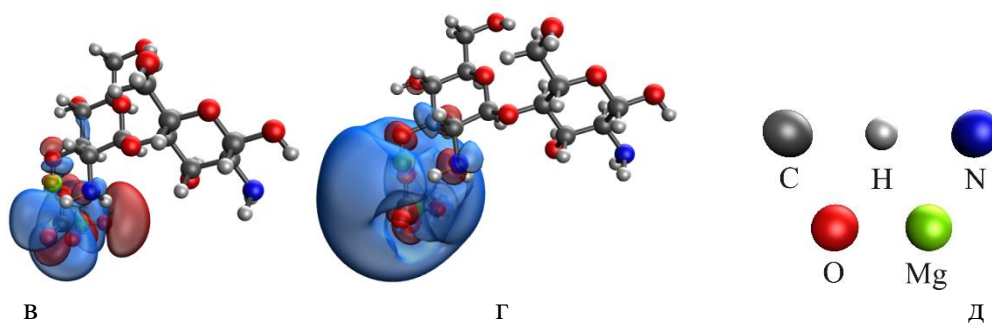
**Рисунок 2 – Результаты моделирования взаимодействия молекул метилцеллюлозы и основного карбоната магния через гидроксильную группу, присоединённую к C<sub>3</sub> остатка глюкопиранозы в метилцеллюлозе**

**а – модель молекулярного комплекса; б – распределение электронной плотности; в – высшая заселённая молекулярная орбиталь; г – низшая свободная молекулярная орбиталь; д – расшифровка атомов**

**Figure 2 – Results of modeling the interaction of methylcellulose molecules and basic magnesium carbonate through the hydroxyl group attached to C<sub>3</sub> of the glucopyranose residue in methylcellulose**  
**a – model of the molecular complex; b – electron density distribution; c – highest occupied molecular orbital; d – lowest unoccupied molecular orbital; e – decoding of atoms**

Оптимальным взаимодействием хитозана с основным карбонатом магния ( $\Delta E = 736,224$  ккал/моль;  $\eta = 0,059$  эВ) является соединение через гидроксильную группу, присоединённую к C<sub>3</sub> остатка глюкозамина, представленное на рисунке 3.

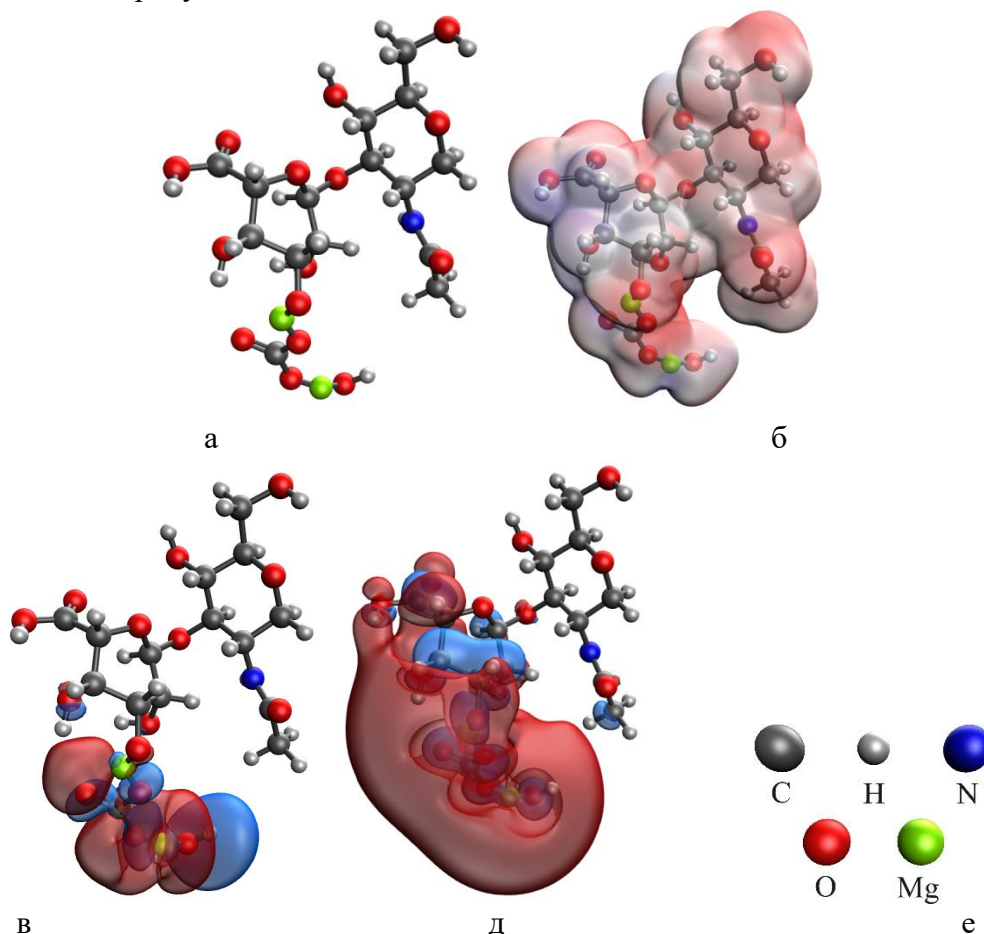




**Рисунок 3 – Результаты моделирования взаимодействия молекул хитозана и основного карбоната магния через гидроксильную группу, присоединённую к  $C_3$  остатка глюкозамина в хитозане**  
 а – модель молекулярного комплекса; б – распределение электронной плотности; в – высшая заселённая молекулярная орбиталь; г – низшая свободная молекулярная орбиталь;  
 е – расшифровка атомов

**Figure 3 – Results of modeling the interaction of chitosan molecules and basic magnesium carbonate through the hydroxyl group attached to  $C_3$  of the glucosamine residue in chitosan**  
 a – model of the molecular complex; b – electron density distribution; c – highest occupied molecular orbital; d – lowest unoccupied molecular orbital; e – decoding of atoms

При взаимодействии основного карбоната магния с гиалуроновой кислотой оптимальным взаимодействием ( $\Delta E = 736,157$  ккал/моль;  $\eta = 0,059$  эВ) является соединение через карбоксильную группу, присоединённую к  $C_3$  остатка глюконовой кислоты, представленное на рисунке 4.



**Рисунок 4 – Результаты моделирования взаимодействия молекул гиалуроновой кислоты и основного карбоната магния через гидроксильную группу, присоединённую к  $C_3$  остатка глюконовой кислоты в гиалуроновой кислоте**  
 а – модель молекулярного комплекса; б – распределение электронной плотности; в – высшая заселённая молекулярная орбиталь; г – низшая свободная молекулярная орбиталь;

## е – расшифровка атомов

**Figure 4 – Results of modeling the interaction of hyaluronic acid molecules and basic magnesium carbonate through the hydroxyl group attached to C3 of the glucuronic acid residue in hyaluronic acid**  
**a – model of the molecular complex; b – electron density distribution; c – highest occupied molecular orbital;**  
**d – lowest unoccupied molecular orbital; e – decoding of atoms**

Также исходя из полученных данных можно сделать вывод, что основной карбонат магния, стабилизированный хитозаном путём взаимодействия атома магния с гидроксильной группой, присоединённой к C<sub>3</sub> остатка глюкозамина в хитозане, обладает оптимальными значениями разницы энергии и химической стабильности.

**Заключение.** В результате компьютерного квантово-химического моделирования стабилизации основного карбоната магния молекулами биополимеров, определены оптимальные конфигурации взаимодействия основного карбоната магния и биополимеров. Также на основе полученных данных установлено, что оптимальным стабилизатором для основного карбоната магния является хитозан.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Gato M. A. et al. Physicochemical properties of nanomaterials: implication in associated toxic manifestations // *BioMed research international*. 2014. Vol. 2014. P. 1–8.
2. Nelwamondo A. M. et. al. Biosynthesis of magnesium oxide and calcium carbonate nanoparticles using *Moringa oleifera* extract and their effectiveness on the growth, yield and photosynthetic performance of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes // *Heliyon*. 2023. No. 9. P. 19419.
3. Douglas T. E. L. et al. Enzymatic, urease-mediated mineralization of gellan gum hydrogel with calcium carbonate, magnesium-enriched calcium carbonate and magnesium carbonate for bone regeneration applications // *Journal of tissue engineering and regenerative medicine*. 2017. Vol. 11. No. 12. P. 3556–3566.
4. Douglas T. E. L. et al. Stabilization of amorphous calcium carbonate with nanofibrillar biopolymers // *Advanced Functional Materials*. 2012. Vol. 22. No. 16. P. 3460–3469.
5. Воробьёв А. Д. и др. Влияние химической структуры карбоксилсодержащих полимеров на морфологию осадков и устойчивость дисперсий карбонатов // *Доклады Национальной академии наук Беларуси*. 2023. Т. 67. № 2. С. 111–118.
6. Butler M. F. et al. Calcium carbonate crystallization in the presence of biopolymers // *Crystal growth & design*. 2006. Vol. 6. No. 3. P. 781–794.
7. Butler M. F. et al. Hollow calcium carbonate microsphere formation in the presence of biopolymers and additives // *Crystal Growth and Design*. 2009. Vol. 9. No. 1. P. 534–545.
8. Шестак И. В. и др. Полиакриловая кислота и композиции на ее основе для ингибирования осадкообразования в водооборотных системах // *Журнал прикладной химии*. 2009. Т. 82. № 10. С. 1742–1745.
9. Шестак И. В. и др. Особенности формирования осадков карбонатов кальция и магния в растворах полиэтиленгликоля // *Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия химических наук*. 2011. № 2. С. 13–18.
10. Stefánsson A. et al. Magnesium bicarbonate and carbonate interactions in aqueous solutions: An infrared spectroscopic and quantum chemical study // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2017. Vol. 198. P. 271–284.
11. Versluis P., Popp A. K., Velikov K. P. Interaction between biopolyelectrolytes and sparingly soluble mineral particles // *Langmuir*. 2011. Vol. 27. No. 1. P. 83–90.
12. Payne S. R., Heppenstall-Butler M., Butler M. F. Formation of thin calcium carbonate films on chitosan biopolymer substrates // *Crystal growth & design*. 2007. Vol. 7. No. 7. P. 1262–1276.
13. Azulay D. N., Abbasi R., Ben Simhon Ktorza I. et al. Biopolymers from a bacterial extracellular matrix affect the morphology and structure of calcium carbonate crystals // *Crystal Growth & Design*. 2018. Vol. 18. No. 9. P. 5582–5591.

14. Проказников М. А. и др. Функционализация хитозана взаимодействием с ароматическими альдегидами // Вестник Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова. Серия Естественные и технические науки. 2012. № 3. С. 72–78.
15. Nasatto P. L., Pignon F., Silveira J. L. Methylcellulose, a cellulose derivative with original physical properties and extended applications // *Polymers*. 2015. Vol. 7. No. (5). P. 777–803.
16. Королевич М. В., Адрианов М. В. Метод и результаты теоретического анализа спектроструктурных корреляций производных моносахаридов и брассиностероидов // Вестник Национальной академии наук Беларуси. Серия физико-математических наук. 2013. № 2. С. 96–103.
17. Сигаева Н. Н., Колесов С. В., Назаров П. В., Вильданова Р. Р. Химическая модификация гиалуроновой кислоты и ее применение в медицине // Вестник Башкирского университета. 2012. Т. 17. № 3. С. 1220–1241.
18. Блинов А. Р. и др. Компьютерное квантово-химическое моделирование взаимодействия наночастиц селена с четвертичными аммониевыми соединениями // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2023. № 15. С. 357–366.
19. Epifanovsky E. et al. Software for the frontiers of quantum chemistry: An overview of developments in the Q-Chem 5 package // *The Journal of Chemical Physics*. 2021. Vol. 155. No. 8.
20. Shao Y. et al. Advances in molecular quantum chemistry contained in the Q-Chem 4 program package // *Molecular Physics*. 2015;113(2):184–215.
21. Блинова А. А. Определение оптимальной конфигурации молекулярной системы «наночастицы силиката марганца-незаменимая аминокислота» // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2023. № 15. С. 940–949.
22. Blinov A. V. et al. Modeling of the formation of triple complexes of the essential trace element iron with riboflavin and essential amino acids // *Modern Science and Innovations*. 2023. No. 3 (43). P. 108–116.

## REFERENCES

1. Gatoo MA et al. Physicochemical properties of nanomaterials: implication in associated toxic manifestations. *BioMed research international*. 2014;2014:1-8.
2. Nelwamondo AM et al. Biosynthesis of magnesium oxide and calcium carbonate nanoparticles using *Moringa oleifera* extract and their effectiveness on the growth, yield and photosynthetic performance of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes. *Heliyon*. 2023;9:19419.
3. Douglas TEL et al. Enzymatic, urease-mediated mineralization of gellan gum hydrogel with calcium carbonate, magnesium-enriched calcium carbonate and magnesium carbonate for bone regeneration applications. *Journal of tissue engineering and regenerative medicine*. 2017;11(12):3556-3566.
4. Bassett DC et al. Stabilization of amorphous calcium carbonate with nanofibrillar biopolymers. *Advanced Functional Materials*. 2012;22(16):3460-3469.
5. Vorobiev AD et al. Effect of the chemical structure of carboxyl-containing polymers on precipitate morphology and carbonate dispersions stability. *Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus*. 2023;67(2):111-118. (In Russ.).
6. Butler MF et al. Calcium carbonate crystallization in the presence of biopolymers. *Crystal growth & design*. 2006;6(3):781-794.
7. Butler MF et al. Hollow calcium carbonate microsphere formation in the presence of biopolymers and additives. *Crystal Growth and Design*. 2009;9(1):534-545.
8. Shestak IV et al. Polyacrylic acid and compositions based on it for inhibiting sedimentation in water circulation systems. *Zhurnal prikladnoi khimii = Journal of Applied Chemistry*. 2009;82(10):1742-1745. (In Russ.).

9. Shestak IV et al. Specific features of CaCO<sub>3</sub> and MgCO<sub>3</sub> deposition in poly(ethylene glycol) solutions. Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemical series. 2011;2:13-18. (In Russ.).
10. Stefánsson A et al. Magnesium bicarbonate and carbonate interactions in aqueous solutions: An infrared spectroscopic and quantum chemical study. Geochimica et Cosmochimica Acta. 2017;198:271-284.
11. Versluis P, Popp AK, Velikov KP. Interaction between biopolyelectrolytes and sparingly soluble mineral particles. Langmuir. 2011;27(1):83-90.
12. Payne SR, Heppenstall-Butler M, Butler MF. Formation of thin calcium carbonate films on chitosan biopolymer substrates. Crystal growth & design. 2007;7(7):1262-1276.
13. Azulay DN, Abbasi R, Ben Simhon Ktorza I et al. Biopolymers from a bacterial extracellular matrix affect the morphology and structure of calcium carbonate crystals. Crystal Growth & Design. 2018;18(9):5582-5591.
14. Prokaznikov MA et al. The function of hitozan by reaction with aromatic aldehydes. Vestnik Yaroslavl'skogo gosudarstvennogo universiteta im. P.G. Demidova. Seriya Estestvennye i tekhnicheskie nauki = Bulletin of Yaroslavl State University named after P.G. Demidov. Natural and technical sciences series. 2012;3:72-78. (In Russ.).
15. Nasatto PL, Pignon F, Silveira JL. Methylcellulose, a cellulose derivative with original physical properties and extended applications. Polymers. 2015;7(5):777-803.
16. Korolevich MV, Andrianov VM. Method and results of the theoretical analysis of spectral and structural correlations of derivatives of monosaccharides and brassinosteroids. Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Physics and Mathematics Series. 2013;2:96-103. (In Russ.).
17. Sigaeva NN, Kolesov SV, Nazarov PV, Vil'danova RR. Chemical modification of hyaluronic acid and its application in medicine. Bulletin of Bashkir University. 2012;17(3):1220-1241. (In Russ.).
18. Blinov et al. Computer quantum-chemical modeling of the interaction of selenium nanoparticles with quaternary ammonium compounds. Physical and chemical aspects of the study of clusters, nanostructures and nanomaterials. 2023;15:357-366. (In Russ.).
19. Epifanovsky E et al. Software for the frontiers of quantum chemistry: An overview of developments in the Q-Chem 5 package. The Journal of Chemical Physics. 2021;155(8).
20. Shao Y. et al Advances in molecular quantum chemistry contained in the Q-Chem 4 program package. Molecular Physics. 2015;113(2):184-215.
21. Blinova AA et al. Determination of the optimal configuration of the molecular system "manganese silicate nanoparticles-an essential amino acid". Physical and chemical aspects of the study of clusters, nanostructures and nanomaterials. 2023;15:940-949. (In Russ.).
22. Blinov AV. Modeling of the formation of triple complexes of the essential trace element iron with riboflavin and essential amino acids. Modern Science and Innovations. 2023;3(43):108-116.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Андрей Владимирович Блинов** – кандидат технических наук, и.о. заведующего кафедрой физики и технологии наноструктур и материалов, физико-технический факультет, Северо-Кавказский федеральный университет, +79887679460, <https://orcid.org/0000-0001-9321-550X>, [blinov.a@mail.ru](mailto:blinov.a@mail.ru)

**Алексей Алексеевич Гвозденко** – ассистент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов, физико-технический факультет, Северо-Кавказский федеральный университет, +79887060469, <https://orcid.org/0000-0001-7763-5520>, [gvozdenko.1999a@gmail.com](mailto:gvozdenko.1999a@gmail.com)

**Алексей Борисович Голик** – ассистент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов, физико-технический факультет, Северо-Кавказский федеральный университет, +79180124774, <https://orcid.org/0000-0003-2580-9474>, [lexgoldman@gmail.com](mailto:lexgoldman@gmail.com)

**Максим Андреевич Колодкин** – заведующий учебно-лабораторным комплексом кафедры физики и технологии наноструктур и материалов, физико-технический факультет, Северо-Кавказский федеральный университет, +79881032147, <https://orcid.org/0009-0004-2045-4787>, [mkolodkin@ncfu.ru](mailto:mkolodkin@ncfu.ru)

**Максим Александрович Пирогов** – студент 4 курса бакалавриата кафедры физики и технологии наноструктур и материалов, физико-технический факультет, Северо-Кавказский федеральный университет, +79614883920, <https://orcid.org/0000-0001-9217-6262>, [pirogov.m.2002@gmail.com](mailto:pirogov.m.2002@gmail.com)

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Andrey V. Blinov** – PhD, Head of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North-Caucasus Federal University, +79887679460, <https://orcid.org/0000-0001-9321-550X>, [blinov.a@mail.ru](mailto:blinov.a@mail.ru)

**Alexey A. Gvozdenko** – Assistant of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North-Caucasus Federal University, +79887060469, <https://orcid.org/0000-0001-7763-5520>, [gvozdenko.1999a@gmail.com](mailto:gvozdenko.1999a@gmail.com)

**Alexey B. Golik** – Assistant of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North-Caucasus Federal University, +79180124774, <https://orcid.org/0000-0003-2580-9474>, [lexgooldman@gmail.com](mailto:lexgooldman@gmail.com)

**Maxim A. Kolodkin** – Head of the Educational and Laboratory Complex of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North-Caucasus Federal University, +79881032147, <https://orcid.org/0009-0004-2045-4787>, [mkolodkin@ncfu.ru](mailto:mkolodkin@ncfu.ru)

**Maxim A. Pirogov** – Student of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North-Caucasus Federal University, +79614883920, <https://orcid.org/0000-0001-9217-6262>, [pirogov.m.2002@gmail.com](mailto:pirogov.m.2002@gmail.com)

**Вклад авторов:** все авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию: 13.03.2024;  
одобрена после рецензирования: 19.04.2024;  
принята к публикации: 10.06.2024.*

*The article was submitted: 13.03.2024;  
approved after reviewing: 19.04.2024;  
accepted for publication: 10.06.2024*

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 48-58.  
Modern Science and Innovations.  
2024;2(46):48-58.

**Иван Митрофанович Першин**  
[Ivan M. Pershin]

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
TECHNICAL SCIENCE

**Исследование характеристик  
пространственных фильтров**

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

**The investigation of the characteristics of  
spatial filters**

Научная статья / Original article

УДК 004.056  
<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.5>

Северо-Кавказский федеральный университет, Пятигорский институт (филиал)  
г. Пятигорск, Россия, [ivmp@yandex.ru](mailto:ivmp@yandex.ru) / North-Caucasus Federal University,  
Pyatigorsk Institute (branch), Pyatigorsk, Russia, [ivmp@yandex.ru](mailto:ivmp@yandex.ru)

**Аннотация.** В работе приводятся результаты исследований пространственных фильтров, используемых для выделения полезной информации из распределенных сигналов, подверженных существенным шумовым воздействиям. Показана настройка пространственного фильтра на выделение заданной пространственной моды, а также приводятся результаты моделирования работы рассматриваемого пространственного фильтра.

**Ключевые слова:** пространственные фильтры, система обработки распределенной информации, методы настройки пространственных фильтров

**Для цитирования:** Першин И. М. Исследование характеристик пространственных фильтров // Современная наука и инновации. 2024. № 2 (46). С. 48-58. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.5>

**Abstract.** The paper presents the results of studies of spatial filters used to extract useful information from distributed signals subject to significant noise influences. The adjustment of the spatial filter to the selection of a given spatial mode is shown, and the results of modeling the operation of the considered spatial filter are also presented.

**Keywords:** distributed filters, distributed information processing system, methods for configuring spatial filters

**For citation:** Pershin IM. The investigation of the characteristics of spatial filters. Modern science and innovations. 2024;2(46):48-58. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.5>

**Введение.**

### **Математические модели пространственных фильтров Описание процесса на физическом уровне**

Известно [1,2], что математическая модель двумерного пространственного фильтра (см. рис.1), записывается в виде:

$$A \cdot \frac{\partial^2 T(x, y, z, \tau)}{\partial x^2} + T(x, y, z, \tau) + \frac{\partial^2 T(x, y, z, \tau)}{\partial z^2} = 0, \quad (1)$$
$$0 < z < Z_L, \quad 0 < y < Y_L, \quad 0 < x < X_L.$$

где:  $A$  – заданное число,  $x, y, z$  – пространственные координаты,  $\tau$  – время,  $T(x, y, z, \tau)$  – фазовая переменная,  $X_L, Y_L, Z_L$  – заданные величины.

Граничные условия, для уравнения (1), заданы в виде:

$$T(x = 0, y, z, \tau) = T(x = X_L, y, z, \tau) = 0,$$

$$\frac{\partial T(x, y, z = Z_L, \tau)}{\partial z} = U(x, y, \tau), \quad \frac{\partial T(x, y, z = 0, \tau)}{\partial z} = 0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial T(x, y = 0, z, \tau)}{\partial z} = \frac{\partial T(x, y = Y_L, z = Z_L, \tau)}{\partial z} = 0,$$

где  $U(x, y, \tau)$  – входное воздействие (см. рис.1).

Начальные условия полагаем нулевыми.

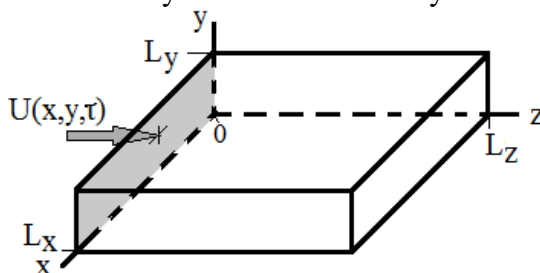


Рисунок 1 – Геометрические параметры объекта  
Figure 1 – Geometric parameters of the object

Уравнения (1), (2) описывают математическую модель двумерного пространственного фильтра [1,2].

Используя пространственный фильтр (1),(2) можно выделить из входного воздействия

$$U(x, y, \tau) = \sum_{i,j=1}^{\infty} \bar{C}_{i,j}(\tau) \cdot \sin(\Psi_i \cdot x) \cdot \sin(\tilde{\Psi}_j \cdot y), \quad \Psi_i = \frac{\pi \cdot i}{X_L}, \quad \tilde{\Psi}_j = \frac{\pi \cdot j}{Y_L}.$$

заданные пространственные моды:  $\bar{C}_{k,v}(\tau) \cdot \sin(\Psi_k \cdot x) \cdot \sin(\Psi_v \cdot y)$ , где  $k, v$  – фиксированные значения.

Сравнение процессов в колебательном контуре и в пространственном фильтре приведено в табл. 1.

Таблица 1 – Сравнение процессов в колебательном контуре и процессов в пространственном фильтре

Table 1 – Comparison of processes in an oscillatory circuit and processes in a spatial filter

Колебательный контур	Пространственный фильтр
<p>Как известно (<a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/">//ru.wikipedia.org/wiki/</a>), открытие электрического колебательного контура связано с трудами многих ученых на протяжении нескольких десятков лет (Феликс Савари (работы 1826г.), Джозеф Генри (работы 1842г.), Уильям Томсон (работы 1853), и др.)</p> <p>Описание процесса колебаний тока в контуре без потерь, получено 1845г. немецким физиком Г. Р. Кирхгофом</p> $\frac{d^2 i(\tau)}{d\tau^2} + \omega^2 \cdot i(\tau) = 0.$ <p>Резонансная циклическая частота колебаний в идеальном контуре Томпсона записывается в виде:</p>	<p><b>Математическая модель пространственного фильтра:</b></p> $A \cdot \frac{\partial^2 T(x, y, z, \tau)}{\partial x^2} + T(x, y, z, \tau) + \frac{\partial^2 T(x, y, z, \tau)}{\partial z^2} = 0$ <p>Граничные условия</p> $T(x = 0, y, z, \tau) = T(x = X_L, y, z, \tau) = 0,$ $\frac{\partial T(x, y, z = Z_L, \tau)}{\partial z} = U(x, y, \tau), \quad \frac{\partial T(x, y, z = 0, \tau)}{\partial z} = 0,$ $\frac{\partial T(x, y = 0, z, \tau)}{\partial z} = \frac{\partial T(x, y = Y_L, z = Z_L, \tau)}{\partial z} = 0,$ <p><b>С помощью пространственного фильтра (выбором значения <math>A</math>), из входного воздействия, содержащего спектр пространственных мод:</b></p>

$\omega = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}},$ <p>L-индуктивность катушки, C-емкость конденсатора</p> <p><i>С помощью колебательного контура выделяется заданная несущая частота электромагнитных колебаний из всего спектра частот, поступающих на вход.</i></p>	$U(x, y, \tau) = \sum_{i,j=1}^{\infty} \bar{C}_{i,j}(\tau) \cdot \sin(\Psi_i \cdot x) \cdot \sin(\tilde{\Psi}_j \cdot y),$ $\Psi_i = \frac{\pi \cdot i}{X_L}, \quad \tilde{\Psi}_j = \frac{\pi \cdot j}{Y_L},$ <p><i>выделяется, заданная (k,γ) пространственная мода:</i>  <math>\bar{C}_{k,\gamma}(\tau) \cdot \sin(\Psi_k \cdot x) \cdot \sin(\Psi_\gamma \cdot y)</math>, где  k,γ-фиксированные значения переменных i, j.</p>
---	--

Математические модели пространственных фильтров различной мерности приведены в [1-6].

**Исследование характеристики одномерного пространственного фильтра.**

Запишем математическую модель одномерного пространственного фильтра.

Полагая в (2)  $L_y=0$ , уравнения объекта могут быть представлены в виде:

$$A \cdot \frac{\partial^2 T(x, z, \tau)}{\partial x^2} + T(x, z, \tau) + \frac{\partial^2 T(x, z, \tau)}{\partial z^2} = 0, \tag{3}$$

$$0 < z < Z_L, \quad 0 < x < X_L.$$

$$T(x=0, z, \tau) = T(x=X_L, z, \tau) = 0,$$

$$\frac{\partial T(x, z=Z_L, \tau)}{\partial z} = U(x, \tau),$$

$$\frac{\partial T(x, z=0, \tau)}{\partial z} = 0, \tag{4}$$

$$\frac{\partial T(x, z, \tau)}{\partial z} \Big|_{z=0} = \frac{\partial T(x, z=Z_L, \tau)}{\partial z} = 0,$$

где  $U(x, \tau)$  – входное воздействие.

Положим, что входное воздействие представлено в виде ряда Фурье по пространственной координате, которое, с учетом граничного условия (3) записывается в виде:

$$U(x, \tau) = \sum_{i=1}^{\infty} \bar{C}_\eta(\tau) \cdot \sin(\Psi_\eta \cdot x), \quad \Psi_\eta = \frac{\pi \cdot \eta}{X_L}, \tag{5}$$

$\bar{C}_\eta(\tau)$  – заданные функции (несущие информацию о полезном сигнале).

Коэффициент передачи ( $K_\eta = T_\eta(x, Z, \tau) / (\bar{C}_\eta(\tau) \cdot \sin(\Psi_\eta \cdot x))$ ) по каждой пространственной моде определяется из следующего соотношения

$$K_\eta = \frac{e^{\beta_\eta \cdot Z} + e^{-\beta_\eta \cdot Z}}{\beta_\eta \cdot (e^{\beta_\eta \cdot Z_L} - e^{-\beta_\eta \cdot Z_L})}, \quad \eta = \overline{1, \infty}, \tag{6}$$

где:  $\beta_\eta = (A \cdot \Psi_\eta^2 - 1)^{1/2}$ .

Если  $A=1/G$  (где G непрерывна функция (названная обобщенной координатой[2,3]). При изменении  $\Psi_1^2 \leq G < \infty$ , охватываются все значения функции  $\Psi_\eta^2$ , ( $\eta = \overline{1, \infty}$ ). Для значений  $G \rightarrow \Psi_\eta^2$ , ( $\eta = \overline{1, \infty}$ )  $abs(K_\eta) \rightarrow \infty$  (см.(5)).

На рис.2 показан график изменения  $abs(K_\eta)$ .

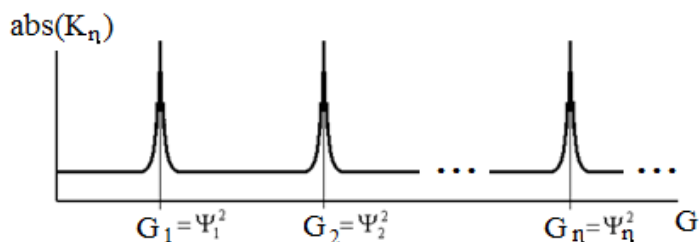


Рисунок 2 – График изменения  $abs(K_n)$  одномерного пространственного фильтра  
 Figure 2 – Graph of changes in the  $abs(K_p)$  of a one-dimensional spatial filter

### Дискретная модель пространственного фильтра

Запишем уравнения (3)–(4) в дискретном виде. Схема дискретизации показана на рис. 3.

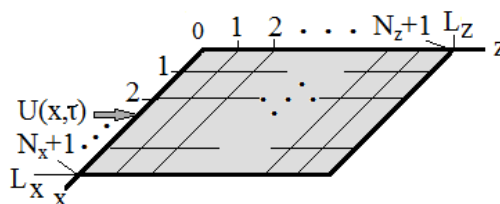


Рисунок 3 – Схема дискретизации  
 Figure 3 – Sampling scheme

Положим, что число точек дискретизации по осям следующее :  
 по оси  $X$  ( $0 \dots N_x+1$ ), граничные точки  $0$  и  $N_x+1$ ;  
 по оси  $z$  ( $0 \dots N_z+1$ ), граничные точки  $0$  и  $N_z+1$ .

Дискретная модель уравнений (3)-(4) может быть представлена в виде:

$$A \cdot \frac{T_{i-1,k} - 2 \cdot T_{i,k} + T_{i+1,k}}{\Delta x^2} + T_{i,k} + \frac{T_{i,k-1} - 2 \cdot T_{i,k} + T_{i,k+1}}{\Delta z^2} = 0, \quad i = \overline{1, N_x}, k = \overline{1, N_z}, \quad (6)$$

Учитывая граничные условия (3), получим:

$$T_{i, N_z+1} = T_{i, N_z}, \quad T_{0,k} = 0, T_{N_x+1,k} = 0,$$

$$\frac{T_{i,0} - T_{i,1}}{\Delta z} = U_i \rightarrow T_{i,0} = U_i \cdot \Delta z + T_{i,1}.$$

Полагая  $k=1$  и преобразуя (6), получим:

$$\frac{A}{\Delta x^2} \cdot (T_{i-1,1} - 2 \cdot T_{i,1} + T_{i+1,1}) + T_{i,1} + \frac{1}{\Delta z^2} \cdot (U_i \cdot \Delta z + T_{i,1} - 2 \cdot T_{i,1} + T_{i,2}) = 0,$$

$$(i = 1 \dots N_x, k = 1),$$

или

$$\frac{A}{\Delta x^2} \cdot T_{i-1,1} + \left(1 - \frac{2A}{\Delta x^2} - \frac{1}{\Delta z^2}\right) \cdot T_{i,1} + \frac{A}{\Delta x^2} \cdot T_{i+1,1} + \frac{1}{\Delta z^2} \cdot T_{i,2} = -\frac{1}{\Delta z} \cdot U_i,$$

$$(i = 1 \dots N_x).$$

Полагая  $1 < k < N_z$  и преобразуя (7), получим:

$$\frac{A}{\Delta x^2} \cdot (T_{i-1,k} - 2 \cdot T_{i,k} + T_{i+1,k}) + T_{i,k} + \frac{1}{\Delta z^2} \cdot (T_{i,k-1} - 2 \cdot T_{i,k} + T_{i,k+1}) = 0,$$

$$(i = 1 \dots N_x, k = 2 \dots N_z - 1),$$

или

$$\frac{A}{\Delta x^2} \cdot T_{i-1,k} + \left(1 - \frac{2A}{\Delta x^2} - \frac{2}{\Delta z^2}\right) \cdot T_{i,k} + \frac{A}{\Delta x^2} \cdot T_{i+1,k} + \frac{1}{\Delta z^2} \cdot T_{i,k-1} + \frac{1}{\Delta z^2} \cdot T_{i,k+1} = 0, \quad (8)$$

(i = 1...Nx, k = 2...Nz - 1).

Для k=Nz, получим:

$$\frac{A}{\Delta x^2} \cdot (T_{i-1,Nz} - 2 \cdot T_{i,Nz} + T_{i+1,Nz}) + T_{i,k} + \frac{1}{\Delta z^2} \cdot (T_{i,Nz-1} - T_{i,Nz}) = 0,$$

Или

$$\frac{A}{\Delta x^2} \cdot T_{i-1,Nz} + \left(1 - \frac{2A}{\Delta x^2} - \frac{1}{\Delta z^2}\right) \cdot T_{i,Nz} + \frac{A}{\Delta x^2} \cdot T_{i+1,Nz} + \frac{1}{\Delta z^2} \cdot T_{i,Nz-1} = 0, \quad (9)$$

i = 1...Nx, k = Nz.

Полученные уравнения (7) – (9) описывают дискретную математическую модель одномерного пространственного фильтра. Представим рассматриваемую модель в матричном виде:

$$D \cdot X = U, \quad (10)$$

где:  $D$  – блочная матрица;  $U$  – вектор входных воздействий;  $X$  – вектор функций выхода.

$$D = \begin{bmatrix} D_1^* & D_2 & 0 & \dots & 0 \\ D_2 & D_1 & D_2 & 0 & \vdots \\ 0 & \ddots & \ddots & \ddots & 0 \\ \vdots & 0 & D_2 & D_1 & D_2 \\ 0 & \dots & 0 & D_2 & D_1^* \end{bmatrix}_{(N_z \cdot N_z)}, \quad X = \begin{bmatrix} T_{1,1} \\ T_{1,2} \\ \vdots \\ \vdots \\ T_{N_z, N_x-1} \\ T_{N_z, N_x} \end{bmatrix}_{(N_x \cdot N_z)}, \quad U = -1/\Delta z \cdot \begin{bmatrix} U_1 \\ \vdots \\ \vdots \\ U_{N_x} \\ 0 \\ \vdots \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}_{(N_x \cdot N_z)}, \quad (11)$$

$$D_1^* = \begin{bmatrix} C_1 & C_2 & 0 & \dots & 0 \\ C_2 & C_1 & C_2 & 0 & \vdots \\ 0 & \ddots & \ddots & \ddots & 0 \\ \vdots & 0 & C_2 & C_1 & C_2 \\ 0 & \dots & 0 & C_2 & C_1 \end{bmatrix}_{(N_x \cdot N_x)}, \quad D_1 = \begin{bmatrix} C_3 & C_2 & 0 & \dots & 0 \\ C_2 & C_3 & C_2 & 0 & \vdots \\ 0 & \ddots & \ddots & \ddots & 0 \\ \vdots & 0 & C_2 & C_3 & C_2 \\ 0 & \dots & 0 & C_2 & C_3 \end{bmatrix}_{(N_x \cdot N_x)} \quad (12)$$

$$D_2 = \begin{bmatrix} C_4 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & C_4 & 0 & 0 & \vdots \\ 0 & \ddots & \ddots & \ddots & 0 \\ \vdots & 0 & & C_4 & 0 \\ 0 & \dots & 0 & 0 & C_4 \end{bmatrix}_{(N_x \cdot N_x)} \quad (13)$$

$$C_1 = \left(1 - \frac{2 \cdot A}{\Delta x^2} - \frac{1}{\Delta z^2}\right), \quad C_2 = \frac{A}{\Delta x^2}, \quad C_3 = \left(1 - \frac{2 \cdot A}{\Delta x^2} - \frac{2}{\Delta z^2}\right), \quad C_4 = \frac{1}{\Delta z^2}.$$

Преобразуя (10), получим:

$$X = D^{-1} \cdot U, \quad (14)$$

Матрица  $D^{-1}$  описывает дискретную модель одномерного *пространственного фильтра*. Этот пространственный фильтр, построенный для фиксированных значений  $A$ , выделяет из вектора входного воздействия  $U$ , дискретные аналоги пространственных мод, для которых  $\Psi_{\eta}^2 = 1/A$  (выделяет магистрали передачи информации [1,2]). Характер изменения определителя матрицы  $D$  в окрестности  $G_{\eta}$  показан на рис. 3.

Как известно[5,6], свойства дискретных моделей распределенных систем отличаются от свойств исходных моделей в частных производных.

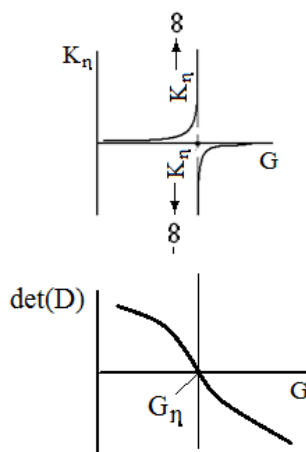


Рисунок 3 – Характер изменения значения определителя в окрестности  $G_{\eta}$   
 Figure 3 – The nature of the change in the value of the determinant in the vicinity of  $G_{\eta}$

Так например, по заданным значениям пространственных мод  $G_{\eta} = \Psi_{\eta}^2$  (см. рис. 2), точно определяется значение параметра  $A$  для которого значение  $abs(K_{\eta}) \rightarrow \infty$ . Результаты исследований показывают, что свойства дискретной модели пространственного фильтра (6)–(9) отличаются от свойств исходной модели, описываемой уравнениями в частных производных. В связи с этим, для обеспечения  $abs(K_{\eta}) \rightarrow \infty$ , будем осуществлять корректировку дискретной модели, путем подстройкой параметров модели (при заданном значении параметра  $A = 1/G_{\eta}$ ), для обеспечения  $det(D) \rightarrow 0$  (см. рис.3). В рассматриваемом случае будем корректировать параметр  $\Delta z$ .

**Постановка задачи:** для заданного входного воздействия (15), поступающего на пространственный фильтр, выделить заданную пространственную моду (магистраль передачи информации [1,2]) и определить «полезную» информацию.

$$U(x, \tau) = \sum_{\eta=1}^7 \bar{C}_{\eta}(\tau) \cdot \sin(\Psi_{\eta} \cdot x), \quad \Psi_{\eta} = \frac{\pi \cdot \eta}{X_L},$$

$$\begin{aligned} \bar{C}_1(\tau) &= \text{abs}(\sin(0.3 \cdot \tau)); \bar{C}_2(\tau) = 1 \text{ if } \sin(\tau) > 0, \text{ else } \bar{C}_2(\tau) = 0; \bar{C}_3(\tau) = 2 - \sin(\tau); \\ \bar{C}_4(\tau) &= \sin(4 \cdot \tau); \bar{C}_5(\tau) = \sin(5 \cdot \tau); \bar{C}_6(\tau) = \sin(6 \cdot \tau); \bar{C}_7(\tau) = \sin(7 \cdot \tau). \end{aligned} \quad (15)$$

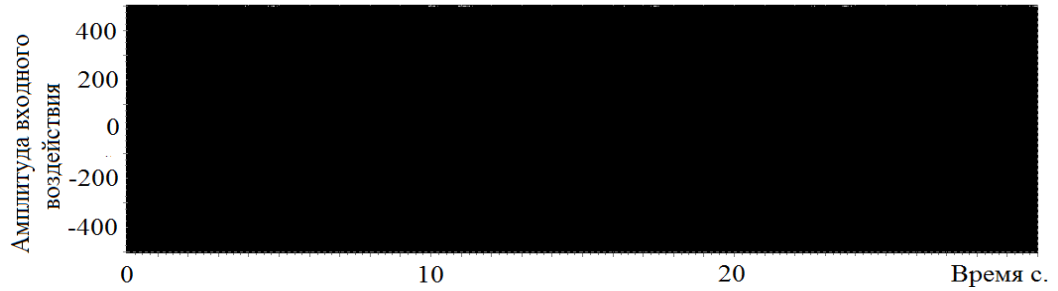


Рисунок 4 – График входного воздействия ( $\hat{U}(x, \tau) = U(x, \tau) + 500 \cdot \sin(500 \cdot \tau)$ )

Figure 4 – Input impact graph ( $\hat{U}(x, \tau) = U(x, \tau) + 500 \cdot \sin(500 \cdot \tau)$ )

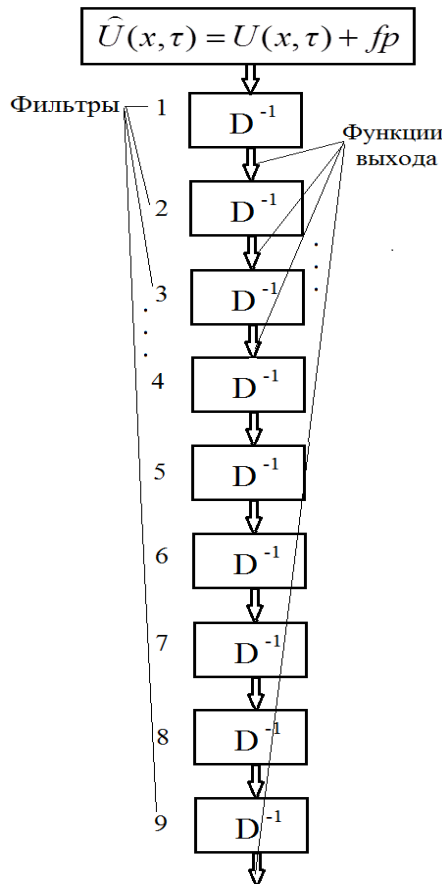


Рисунок 5 – Схема моделирования  
Figure 5 – Simulation diagram

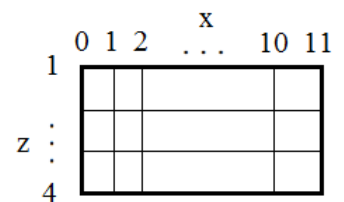
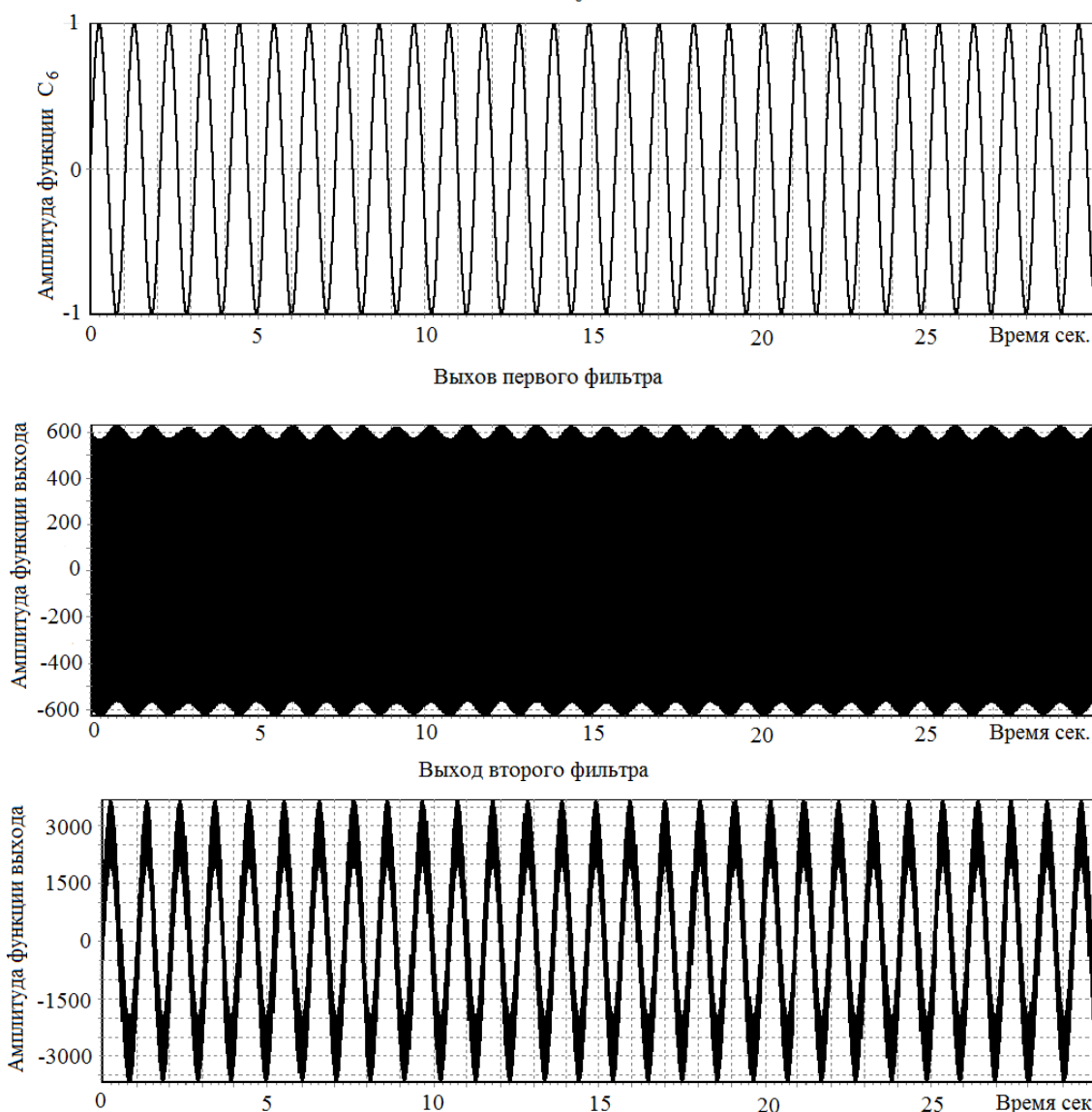


Рисунок 6 – Схема дискретизации  
Figure 6 – Sampling scheme

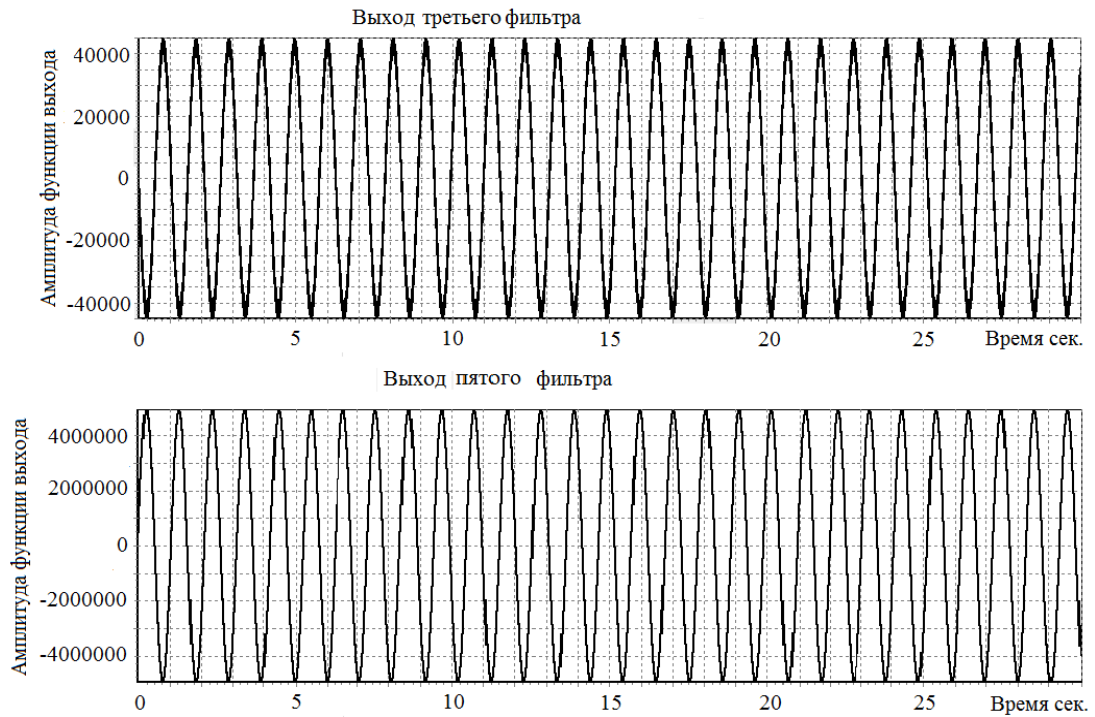
Наложим на входное воздействие помеху ( $fp=500 \cdot \sin(500 \cdot \tau)$ ) и дискретный аналог воздействия, вместе с помехой  $\hat{U}(x, \tau) = U(x, \tau) + fp$  (см. рис.4, рис.5) подадим на вход рассматриваемого пространственного фильтра, схема дискретизации которого приведена на рис. 6.

В качестве примера была выбрана шестая магистраль передачи информации ( $\bar{C}_6(\tau) = \sin(6 \cdot \tau)$ ), при этом параметр  $A = 1/G_6 = 1/(\pi \cdot 6 / (11 \cdot \Delta x))^2$ , ( $L_x = 11$ ,  $\Delta x = 1$ , начальное значение  $\Delta z = 3/4$  (размеры в м.)). Схема дискретизации, используемая при моделировании работы пространственных фильтров, приведена на рис.6. Корректируя значение  $\Delta z$  (при заданном значении параметра  $A = 1/G_6$ ), получим, при  $\Delta z = 0.760500$ ,  $\det(D) = 0.00000030$ .



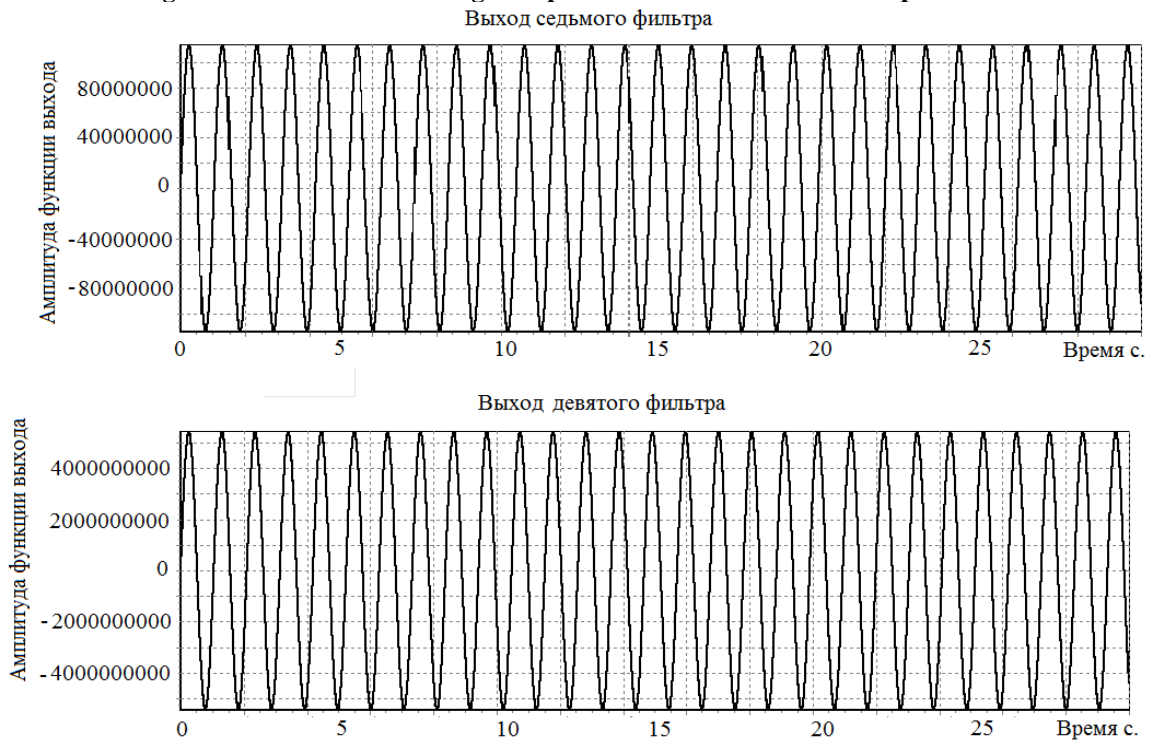
**Рисунок 7 – Результаты моделирования работы функции  $C_6$ , первого и второго пространственных фильтров**  
**Figure 7 – The results of modeling the operation of the function  $C_6$ , the first and second spatial filters**

На рис. 7, 8, 9 показаны график функции  $C_6$  и графики функций выхода пространственных фильтров.



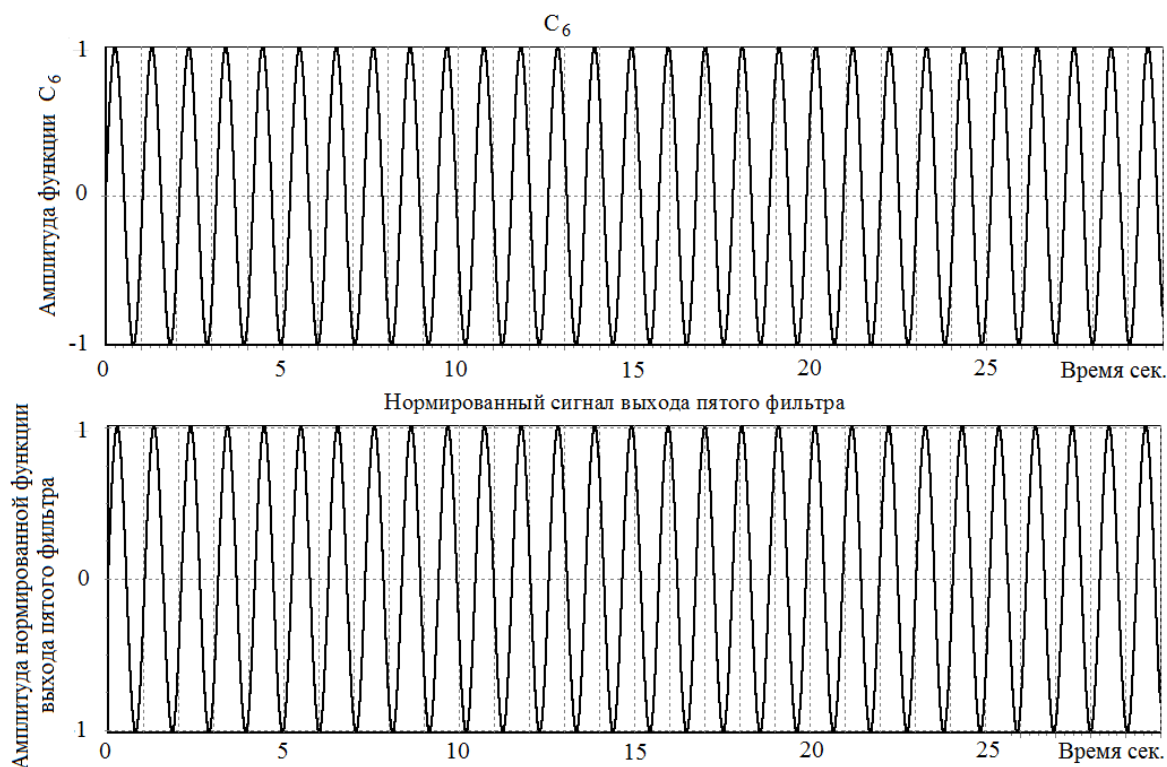
**Рисунок 8 – Результаты моделирования работы третьего и пятого пространственных фильтров**

**Figure 8 – Results of modeling the operation of the third and fifth spatial filters**



**Рисунок 9 – Результаты моделирования работы седьмого и девятого пространственных фильтров**

**Figure 9 – The results of modeling the operation of the seventh and ninth spatial filters**



**Рисунок 10 – Сигнал  $C_6$  и нормированный сигнал выхода пятого фильтра**  
**Figure 10 – The signal from 6 and the normalized output signal of the fifth filter**

**Заключение.** Результаты моделирования показывают эффективность использования пространственных фильтров, при выделении заданной магистрали передачи информации (заданной пространственной моды).

Амплитуда помехи, которая воздействовала на совокупность пространственных мод ( $U(x, \tau)$ ), в 500 раз больше амплитуды полезных сигналов  $\bar{C}_i(\tau)$ ,  $i = 1, \dots, 7$ . Пространственный фильтр вырезает рассматриваемую помеху. В показанном выше примере, для шестой пространственной моды получено, что сигнал на выходе пятого фильтра, деленный на максимальную амплитуду (83000000) (нормированный сигнал, см. рис.10), по сути повторяет сигнал  $\bar{C}_6(\tau) = \sin(6 \cdot \tau)$  (см. (15)). Аналогичным образом могут быть выделены и другие сигналы  $\bar{C}_i(\tau)$ ,  $i = 1, 2, 3, 4, 5, 7$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Першин И. М. Распределенные системы обработки информации. Из-во РИА КМВ. 2008. 148 с.
2. Малков А. В, Першин И. М. Системы с распределенными параметрами. Анализ и синтез. М.: Научный мир, 2012. 476 с.
3. Веселов Г. Е., Першин И. М. Системы передачи и обработки распределенной информации. Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2015. № 5. С. 123–137.
4. Першин И. М., Шестопапов М. Ю. Проектирование распределенных систем. Теория и практика. 2-е издание, переработанное и дополненное. Отпечатано в типографии ФГАОУ ВО «Северо–Кавказский федеральный университет» Пятигорский институт (филиал) СКФУ, 2023. 252 с. 35700, Ставропольский край, г. Пятигорск, ул. Московская, 31.

5. Першин И. М., Русак С. Н., Цаплева В. В. Оценка влияния шага дискретизации математических моделей распределенных объектов на динамические характеристики. IX Всероссийская научная конференция «Системный синтез и прикладная синергетика»: сборник научных трудов. Издательство Южного федерального университета, 2019. 542 с.
6. Першин И. М. Частотная концепция анализа и синтеза систем с распределенными параметрами. Изд-во ФГАОУ ВО «Северо–Кавказский федеральный университет», Институт, сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске. 357500, Ставропольский край, г. Пятигорск, ул. Московская, 31, 08.02.2021 г. 171 с.

#### REFERENCES

1. Pershin IM. Distributed information processing systems, RIA KMV Publishing House; 2008. 148 p. (In Russ.).
2. Malkov AV, Pershin IM. Systems with distributed parameters. Analysis and synthesis. Moscow: Scientific world; 2012. 476 p. (In Russ.).
3. Veselov GE, Pershin IM. Systems for transmission and processing of distributed information. Bulletin of the Southern Federal University. Technical sciences. 2015;5:123-137. (In Russ.).
4. Pershin IM, Shestopalov MYu. Design of distributed systems. Theory and practice. 2nd edition, revised and supplemented. Printed in the printing house of FGAOU VO "North-Caucasus Federal University" Pyatigorsk Institute (branch) of SKFU; 2023. 252 p. 35700, Stavropol Krai, Pyatigorsk, Moskovskaya str., 31. (In Russ.).
5. Pershin IM, Rusak SN, Tsapleva VV. Evaluation of the influence of the discretization step of mathematical models of distributed objects on the dynamic characteristics. IX All-Russian scientific conference "System synthesis and applied synergetics": collection of scientific papers. Southern Federal University Publishing House; 2019. 542 p. (In Russ.).
6. Pershin IM. Frequency concept of analysis and synthesis of systems with distributed parameters. Publishing house of the North-Caucasus Federal University, Institute of Service, Tourism and Design (branch) of NCFU in Pyatigorsk. 357500, Stavropol Krai, Pyatigorsk, Moskovskaya str., 31, 08.02.2021. 171 p. (In Russ.).

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Иван Митрофанович Першин** – доктор технических наук, профессор, Пятигорский институт (филиал), Северо-Кавказский федеральный университет, [ivmp@yandex.ru](mailto:ivmp@yandex.ru)

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Ivan M. Pershin** – Dr. Sci. (Techn.), Professor, Pyatigorsk Institute (branch), North-Caucasus Federal University, [ivmp@yandex.ru](mailto:ivmp@yandex.ru).

**Конфликт интересов:** автор – доктор технических наук, профессор И. М. Першин является членом редакционного совета и редакционной коллегии журнала «Современная наука и инновации». Автору неизвестно о каком-либо другом потенциальном конфликте интересов, связанном с этой рукописью.

**Conflict of interest:** the author IM Pershin, Dr. Sci. (Techn.), Professor, is a member of the Editorial Council and the Editorial Board of the journal "Modern Science and Innovations". The author is unaware of any other potential conflict of interest related to this manuscript.

*Статья поступила в редакцию: 11.03.2024;  
одобрена после рецензирования: 19.04.2024;  
принята к публикации: 10.06.2024.*

*The article was submitted: 11.03.2024;  
approved after reviewing: 19.04.2024;  
accepted for publication: 10.06.2024.*

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 59-68.  
Modern Science and Innovations.  
2024;2(46):59-68.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ  
ПРОДУКТОВ /  
TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS

Научная статья / Original article

УДК 336.76  
<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.6>

## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ | TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS

Ирина Сергеевна Полянская  
[Irina S. Polyanskaya]<sup>1\*</sup>,  
Людмила Михайловна Воропай  
[Lyudmila M. Voropay]<sup>2</sup>,  
Ольга Борисовна Кузнецова  
[Olga B. Kuznetsova]<sup>3</sup>,  
Елена Анатольевна Абакумова  
[Elena A. Abakumova]<sup>4</sup>

Получение инвертного сахара из  
целлюлозы для последующей его  
ферментации кормовыми дрожжами

Production of invert sugar from cellulose for  
subsequent fermentation with feeder yeast

<sup>1</sup>Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещagina, г. Вологда, село Молочное, Россия / Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin, Vologda, Molochnoye village, Russia

<sup>2,3</sup>Вологодский государственный университет, г. Вологда, Россия / Vologda State University, Vologda, Russia

<sup>4</sup>Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия / North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia

\*Автор, ответственный за переписку: Ирина Сергеевна Полянская, [poljanska69@mail.ru](mailto:poljanska69@mail.ru) / Corresponding author: Irina S. Polyanskaya, [poljanska69@mail.ru](mailto:poljanska69@mail.ru)

**Аннотация.** Получение микробияльного белка для животных может быть реализовано с помощью различных технологий, отличающихся по эффективности, экологичности и долгосрочности времени жизни на рынке, в том числе в связи с ограниченностью ресурсов. В настоящем исследовании изучена возможность получения инверсного сахара из древесных опилок методом кавитации, используя ультразвуковую ячейку, при этом были получены образцы гидролизатов с массовой долей инвертных сахаров более 30 % и в лабораторных условиях показана эффективность использования полученных сахаров для получения биомассы кормовых дрожжей, обогащенных биоэлементами, пробиотиком, пребиотиком и другими биологически активными веществами. В качестве основы питательной среды при производстве кормового протеина исследовалась сухая стандартная питательная среда для дрожжей, молочная сыворотка, сухая молочная сыворотка, пермеат, сухой пермеат. Лабораторные данные свидетельствуют, что дальнейшие испытания должны быть переведены на производственный уровень, однако узким местом для реализации такой технологии являлось отсутствие производительного, экологического и эффективного метода получения инвертного сахара из древесных опилок. В качестве научной новизны работы – представленная экологичная технология кавитационного процесса при помощи усовершенствованной проточной ячейки Ч-245 ООО «Новотех-ЭКО» (г. Вологда, Россия), при этом производительность ультразвукового оборудования в таком формате может быть подобрана под конкретную производительность линии переработки молочной сыворотки/пермеата путём параллельного использования нескольких проточных ячеек. Таким образом, с помощью предложенной технологии, одновременно могут быть решены экологические проблемы, связанные с недоиспользованием

© Полянская И. С., Воропай Л. М., Кузнецова О. Б., Абакумова Е. А., 2024

молочного вторичного сырья, получена экономическая выгода от применения древесно-стружечных отходов с помощью экологической биотехнологии. При этом гибкость биотехнологий позволяет получать функциональный кормовой продукт для сельскохозяйственных животных с конкретным набором биологически-активных веществ, в частности биоэлементов.

**Ключевые слова:** кормовой протеин, ультразвуковая кавитация, молочная сыворотка, биотехнология, экология

**Для цитирования:** Полянская И. С., Воронай Л. М., Кузнецова О. Б., Абакумова Е. А. Получение инвертного сахара из целлюлозы для последующей его ферментации кормовыми дрожжами // Современная наука и инновации. 2024. № 2 (46). С. 59-68. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.6>

**Благодарности:** авторы выражают благодарность ООО «Новотех-ЭКО (г. Вологда) за предоставленное УЗ-оборудование

**Abstract.** Microbial protein for animals can be produced by using various technologies that differ in efficiency, environmental friendliness and life on the market, including due to limited resources. The work presents the study dedicated to the possibility of producing inverse sugar from sawdust by the cavitation method using an ultrasonic cell. In the course of the research samples of hydrolysates with a mass fraction of inverse sugars of more than 30% have been produced. The work also shows the effectiveness of using the resulting sugars for developing feed yeast biomass enriched with bioelements, probiotic, prebiotic and other biologically active substances. Dry standard nutrient medium for yeast, whey, dry whey, permeate, dry permeate have been studied as the basis of the nutrient medium for the feed protein production. Laboratory data suggests that further testing should be carried out at the production scale, but the problem point for implementation of such technology has been a lack of a productive, environmentally friendly and efficient method for producing inverse sugar from sawdust. The scientific novelty of the work is presented by environmentally friendly technology of the cavitation process using an improved Ch-245 flow cell (Novotekh-EKO LLC (Vologda, Russia)), while the productive capacity of ultrasonic equipment in this format can be adjusted for the specific performance of the whey processing line /permeate by parallel use of several flow cells. Thus, the proposed technology helps in simultaneous solving environmental problems associated with underutilization of secondary dairy raw materials as well as in gaining economic benefits from using wood chip waste. At the same time, the flexibility of biotechnologies makes it possible to develop a functional feed product for farm animals with a specific set of biologically active substances, bioelements, in particular.

**Keywords:** feed protein, ultrasonic cavitation, whey, biotechnology, ecology

**For citation:** Polyanskaya IS, Voropay LM, Kuznetsova OB, Abakumova EA. Production of invert sugar from cellulose for subsequent fermentation with feeder yeast. Modern Science and Innovations. 2024;2(46):59-68.. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.6>

**Acknowledgments:** the authors express their gratitude to Novotech-EKO LLC (Vologda) for the ultrasound equipment provided

**Introduction.** Qualitatively and quantitatively, protein for farm animals is one of the most expensive items of expenditure, while at the same time being the most important lever for animal productivity. Trends and technologies in the production and use of plant, fungal and microbial proteins for animal feeding are the focus of domestic and world science [1, 2]. This has led to the emergence of a fairly large number of innovations in this area, which are also associated with a critical understanding of the use of natural resources in obtaining proteins using traditional and alternative methods. The shortage of feed protein in the world is estimated at approximately 30 million tons/year, and in Russia – at 2.3 million tons/year. At the same time, there is a close connection between the food industry, biomedicine and feed production, since the effective conversion of feed proteins in the body of productive farm animals ultimately ensures the necessary level of metabolism of humans as the main consumer of the final products obtained from these animals [3].

Operating timber industry enterprises provide only 65% of wood processing. Of these, unclaimed waste makes up from 30 to 50% of the total volume of raw materials used and approaches 10 million m<sup>3</sup> per year. The subject area under study is a technology for obtaining carbohydrate raw materials (inverse sugar) from waste from the wood processing industry

(sawdust, shavings) for its subsequent use in the industrial biotechnology of microbial synthesis of feed protein peptides, or individual essential amino acids, to solve several problems in a complex, taking into account those specifically posed in the region tasks.

For example, simultaneous microbial conversion of secondary dairy raw materials and carbohydrates from wood waste makes it possible to use consortia of the most important microorganisms for specific animal species - probiotics - to increase biomass.

It is known that wood waste is a valuable natural raw material containing fractions of polysaccharides, monosaccharides, lignin, ethers and mineral components. Therefore, the introduction of new technologies for deep wood processing into production cycles is an urgent problem.

One of the methods for deep processing of wood raw materials is hydrolytic technologies, which result in the formation of wood hydrolysates containing soluble fractions of hexosans, pentosans, lignin, essential oils and mineral impurities. The formation of alcohols, glycerol, acetic acid, etc. also occurs. The by-products formed in this case cause a delay in the growth of some strains of feed yeast and belongs to the group of chemical inhibitors [4, 5].

In this regard, the study of the influence of the chemical composition of ultrasonic extracts of wood waste on the adaptation processes of feed yeast strains is relevant.

An analysis of sources on the topic, including a patent search, shows that in industry, to obtain hydrolysates from wood waste, acid hydrolysis using solutions of sulfuric, hydrochloric and nitric acids, and alkaline hydrolysis using solutions of sodium hydrosulfite and sodium hydroxide are used. For example, acid hydrolysis of crushed fractions of wood waste in a solution of sulfuric and hydrochloric acids at a pressure of 1.5-2.0 bar is widely used [6]. Shredded wood waste is loaded into the reactor, a hot acid solution is added and boiled for 3 hours at a pressure of 1.5-2.0 bar. Next, the liquid mixture containing solid fractions is fractionated to separate extracts and solids. The extract is distilled and neutralizers are introduced until a pH value of 6.0 is obtained. Feeding yeast is grown on it. The disadvantage of the proposed method is the high consumption of acids and the complexity of the technological cycle.

To eliminate these shortcomings, an improved acid method for the hydrolysis of wood waste using a hydrochloric acid solution has been developed [7]. In order to activate hydrolysis and extraction, the wood is crushed to a flour fraction, steamed in bunkers with steam to soften the cellulose fibers, and a solution of hydrochloric acid with a concentration of 2.5 mol/l is added. The mixture is stirred for 40 - 45 minutes at temperatures below 100 °C and hydrated cellulose is obtained, which is washed and fungal micelles are cultivated on it. The efficiency of sugar extraction is 21-22%, however, hydrochloric acid causes corrosion fatigue of the equipment, the process itself is lengthy, which is a significant drawback of this technology.

There is a known method for producing hydrolysates in alkaline media using a solution of sodium hydrosulfite with a concentration of 0.5 – 5.0% when processing crushed birch waste [8]. Hydrolysis is carried out with constant stirring, maintaining a hydromodulus of 1:100 for 24 hours at a temperature of 25-28 °C with the addition of microorganisms. Under these conditions, enzymatic hydrolysis of cellulose occurs to form dextrans, which are extracted and the same type of consortium of microorganisms is added to the extract. The result is solid protein supplements and extracts that are added to animal feed. Lignin content is allowed up to 2.4%. However, this technology is of limited use, as it requires expensive equipment and compliance with temperature conditions and air humidity during storage and transportation of additives.

Currently, the integrated processing of plant waste - the technology of biotransformation of cellulose-containing waste - has become widely used. The technology includes the stages of treating sawdust with unipolar water, followed by the addition of acidic or alkaline solutions, fractionating the mixture and isolating the solid fraction, which is cultivated with yeast strains and fungal micelles. The disadvantage of this method is the high cost and high consumption of unipolar water and reagents [9].

In recent years, ultrasonic technologies have been used to activate hydrolysis and extraction processes in technological cycles [10,11]. According to work [10], the use of ultrasound for pre-treatment of lignocellulosic substrates in a heterogeneous environment leads to an increase in their reactivity during bioconversion into sugars with the help of cellulolytic enzymes. The disadvantage of the technology is the duration of ultrasonic activation with the simultaneous use of enzymatic hydrolysis.

Ultrasonic technology for producing protein feed is known, which includes treating wood with an alkali solution of 1-2% concentration while sonicating for 3 hours [12]. The activated mass of sawdust is crushed in a mill to a size of 50-100 microns and microorganisms are introduced. A significant disadvantage of this technology is the high consumption of sodium hydroxide and the problem of recycling alkaline waste. Remaining alkali impurities in treated wood slow down the growth of feed yeast strains.

Unlike known methods, the work proposes to use a sodium acetate solution with a concentration of 0.005 mol/l, which provides a pH value of 8.0-8.5.

To achieve this goal, the following research questions are being solved: experimental selection of environmentally friendly technological conditions for ultrasonic sonication of different types of wood waste to obtain nutrient media for the production of feed protein; study of the influence of the chemical composition of extracts on the adaptation processes of feed yeast strains. The research empirical part reflects the search for solutions to these problems.

**Materials and research methods.** To solve the above problems and test the hypothesis of the possibility of using our proposed production technology, the experiment was carried out according to the following scheme: obtaining ultrasonic extracts from wood waste, cultivating fodder yeast strains on a factory nutrient medium, transplanting them into the resulting extracts, studying the influence of the chemical composition of nutrient media on yeast adaptation processes by changing their growth rate.

When performing the experiment, gravimetric, titrimetric, spectrophotometric, ionometric and biotechnological methods of analysis were used. An extract of sugary fractions of wood waste is obtained from spruce and birch sawdust using a low-frequency ultrasonic contact-type reactor, which ensures deep penetration of the solvent into the structure of wood particles and, due to cavitation effects, causes an increase in temperature by 60-65<sup>0</sup>C, acidification of the environment, and an increase in the rate of hydrolysis of wood components with their subsequent extraction. As a solvent, in contrast to existing technologies, a weakly alkaline solution of sodium acetate was used, during the hydrolysis of which the medium is alkalized to pH values of 8.0 - 8.5. The preparation of wood waste (spruce and birch sawdust) was carried out according to the following method: samples of sawdust were taken, placed in a container and a solution of sodium acetate with a molar concentration of 0.005 mol/l was added, maintaining a hydromodulus of 1:10. Subjected to ultrasonic sounding for 45 minutes and left after stopping sounding for 3 hours to stabilize the system. After adaptation, the mixture was filtered and the extract was selected, which is a nutrient medium for growing feed yeast. The solid residue of sawdust was further used as a filler in the production of wood concrete.

To assess the content of reducing substances in the extracts, a method that complies with the requirements of GOST 19222-84 was used. Toxicity of grown yeast strains and extract - biotechnologically using the BIOLAT device. Ciliates were used as a standard when studying the toxicity of media: if the toxicity index is  $T < 0.4$ , the media is acceptable toxic; if  $0.4 < T < 0.7$  – the environment is moderately toxic;  $T > 0.7$  – toxic environment.

The work design can be classified as a case study, which consists of an in-depth study of a specific research problem.

**Research results and their discussion.** At the first stage of the work, ultrasonic extracts were obtained for growing strains of feed yeast. The best results were obtained when using sawdust stabilization in a sodium acetate solution. In this case, after fractionating the sawdust, they were placed in an ultrasonic reactor, a solution of sodium acetate was added at a hydromodulus of 1:10, and sonication was carried out for 45 minutes at a cavitation number of 800-1000. To increase the

degree of extraction and hydrolysis of sugar fractions, stabilization was carried out in the same solution of sodium acetate at a temperature of 30-350C. The conditions for obtaining a nutrient medium from various wood wastes are presented in Table 1.

**Table 1 – Conditions for obtaining hydrolysates**

Column header	Number sample	Column header				Percentage of sugary substances	
		Temperature, °C	Number cavitation	pH	Stabilization time, hour.		
<b>Birch sawdust</b>	1	85	800-900	8.2	1	19.8	
	2	98	900-1000	7.9	2	24.3	
	3	98	800-900	7.9	3	35.8	
	4	90	800-900	7.9	4	35.9	
<b>Spruce sawdust</b>	5	85	800-900	8.4	1	15.5	
	6	95	800-950	8.2	2	21.8	
	7	95	800-950	8.2	3	29.8	
	8	95	850-950	8.2	4	29.9	

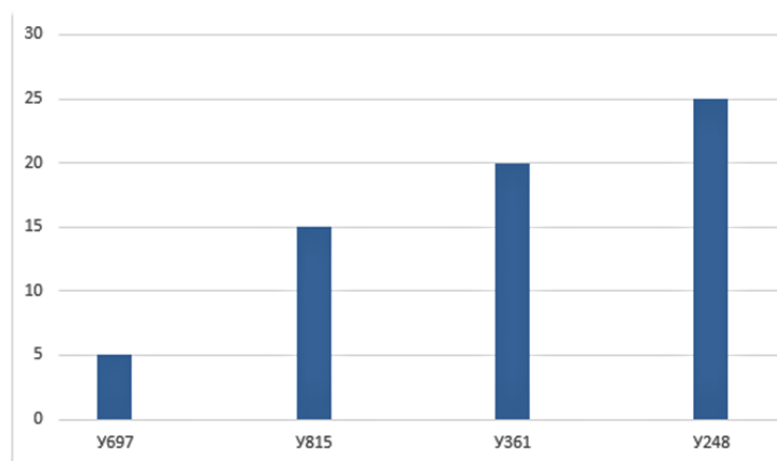
Source: compiled by authors

The results indicate that the efficiency of extraction of sugar fractions depends on the type of sawdust, stabilization time, and cavitation number. When using birch sawdust, the sugar content in hydrolysates is always higher than the content of sugar fractions in hydrolysates obtained from spruce sawdust. Probably, the resinous substances present in spruce sawdust interfere with the processes of extraction and hydrolysis of polysaccharides due to the formation of internal plugs. A relationship has also been established between sugar content and stabilization time after ultrasonic sonication. The optimal time is three hours at a wood extract temperature of 35-40 °C, which ensures a sugar content of up to 35.8% in birch sawdust hydrolysates and 29.8% in spruce sawdust hydrolysates. A further increase in stabilization time does not cause a change in the sugar content in the extracts. To confirm the completeness of extraction of sugar fractions from wood waste, sawdust is re-treated in an ultrasonic reactor in a sodium acetate solution for 45 minutes. After processing, sugars are not detected, which indicates complete extraction of sugar fractions from wood after stabilization.

From the extracts obtained, samples No. 3 and 7 with a high content of sugar fractions and pH values of 7.9 and 8.2 were selected, which are used as a nutrient medium for growing different strains of feed yeast.

At the second stage of the experiment, 8 strains of feed yeast U248, U697, U815, U361, U251, U192, U428, U731 are cultivated on a standard nutrient medium for 7 days in a thermostat at a temperature of 300C. It was found that after 36-48 hours of cultivation, strains U815, U251, U192, U428 die. In the first two days there is no increase in biomass. Therefore, the standard culture medium is not adapted to these strains. To prove the impossibility of using ultrasonic extracts for cultivating these strains of feed yeast, they were cultivated on the obtained wood extracts. The experiment shows that the death of the four strains studied is observed within a day and this excludes the possibility of their use.

The standard nutrient medium is most adapted for strains U248, U697, U361, U731, for which an increase in their biomass is observed (Figure 1).



**Figure 1 – Change in the mass of yeast strains in the factory nutrient medium, % Horizontal - names of feed yeast strains**

Source: compiled by authors

At the next stage of the experiment, observations were made over the course of nine days on the adaptation of different strains of feed yeast to the ultrasonic extract. Adaptation was determined by changes in the concentration of sugars in the extracts and was calculated as % relative to the initial concentration. The results are presented in Table 2.

**Table 2. Determination of adaptation of feed yeast to ultrasonic extract of birch sawdust by changes in sugar concentration**

% change in the concentration of sugar fractions within 1-9 days							
2	3	4	5	6	7	8	9
9.3	10.3	11.2	11.2	12.0	12.2	13.1	13.2
9.7	10.9	11.4	11.1	12.8	13.7	14.1	14.9
9.3	13.9	14.2	11.4	14.5	14.5	15.3	15.8

Source: compiled by the authors

The change in sugar concentration during cultivation of strain U361 after seven days is 12.2%. For strain U697, the concentration changes by 13.7%, and for strain U815 by 15%. A sample of strain U248, which was adapted to a standard nutrient medium, dies after three days when placed in an ultrasonic extract. Thus, the most adapted strain to the ultrasonic extract obtained by sonicating birch sawdust is strain U815.

Research also shows that when cultivating a nutrient medium obtained from pine extracts, strains U361, U697, U815, U248 die after 2-3 days.

Thus, the ultrasonic extract obtained from birch sawdust based on sodium acetate can be used as a nutrient medium for growing strains of feed yeast U361, U687, U815.

Next, the toxicity of fodder yeast strains grown on an ultrasonic extract of birch sawdust was determined. A sample of strain U697 has a toxicity index of 5.30 and belongs to the second toxicity class - moderately toxic. For samples of strains U815, the toxicity index is 0.12; for strain U361, the toxicity index is 0.30. Therefore, these two yeast strains are classified as toxicity class 1 and are acceptably toxic. They can be used as dietary supplements for animal feed.

**Conclusion.** Compared with predecessor studies, including with the participation of a number of authors of this study [13], the presented study obtained new results to substantiate the choice of environmentally friendly technological conditions for ultrasonic sonication of various types of wood waste to obtain nutrient media for the production of feed protein. These new data relate to the use of new adapted equipment (cavitation cell) to obtain sugary substances from sawdust, as well as to the design of the preparation of wood waste, including the use of a solution of sodium acetate with a concentration of 0.005 mol/l, which allows obtaining a higher yield of

sugary substances, according to compared with prototype options using an ecological method, while strains of feed yeast were found, with the help of which the protein obtained using ultrasonic hydrolyzate of wood waste, as shown by the biological research method, has a low toxicity index.

In this case, the solid residue of sawdust is used as a filler in the production of wood concrete. Thus, the investigated method of using ultrasonic extracts of wood waste to grow fodder yeast is not only environmentally friendly and low-waste.

According to the results of the presented study on the selection of environmentally friendly technological conditions for ultrasonic sonication of different types of wood waste to obtain nutrient media for the production of feed protein:

1. The technological conditions for obtaining ultrasonic extracts from unclaimed birch and spruce waste were selected experimentally.

2. To determine the adaptation of different strains of feed yeast U248, U697, U815, U361, U251, U192, U428, U731, they were cultivated on a standard nutrient medium. Based on changes in the concentrations of sugar fractions and pH values of the nutrient medium, features and adaptations to the nutrient medium were studied. It was established that strains U251, U192, U428, U731 are not adapted to the nutrient medium and die during cultivation.

3. When studying the processes of adaptation of feed yeast strains (U248, U697, U815, U361) to ultrasonic extracts obtained from birch and spruce sawdust, it was found that strains U697, U815, U361 are adapted to birch extracts and not adapted to extracts from pine sawdust.

4. It has been established by biological methods that when cultivating strains U815, U361, the resulting protein belongs to the class of permissibly toxic and can be used for feed purposes for farm animals.

5. The developed technology for cultivating strains of feed yeast on waste birch sawdust can further reduce the environmental load on the environment if whey or permeate is used in the nutrient medium.

The practical significance of the study lies in the development of laboratory tests with a view to industrial scale production of microbial feed protein using sugary substances of sawdust. In this study, the possibility of obtaining inverse sugar from sawdust by the cavitation method using an ultrasonic cell was studied, samples of hydrolysates with a mass fraction of inverse sugars of more than 30% were obtained, and the effectiveness of using the resulting sugars to obtain biomass of fodder yeast enriched with bioelements was shown under laboratory conditions. probiotic, prebiotic and other biologically active substances.

A patent was received for a method for producing a functional feed product for farm animals, which uses cavitation treatment of sawdust [14].

Laboratory data indicates that testing must be transferred to the production level, which becomes possible using a line of ultrasonic flow cells.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Троицкая Е. В., Артамонов И. В. Пути получения кормового белка методами биотехнологии // АгроЗооТехника, 2021. Т. 4. № 1. С. 1–14.
2. Рябцева С. А., Котова А. А., Скрипнюк А. А. Дрожжи в переработке молочного сырья. СПб: Лань, 2023. 120 с.
3. Борзенкова И. С. Использование кормовой дрожжевой добавки в молочном скотоводстве // Научный журнал молодых ученых. 2020. № 4 (21). С. 3–6. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-kormovoy-drozhzhevoy-dobavki-v-molochnom-skotovodstve> (дата обращения: 13.04.2024).
4. Донцов А. Г., Карманов А. П., Кочева Л. С., Рудковский А. В. и др. Влияние ультразвуковой кавитации на реакционную способность лигноцеллюлозных субстратов при биоконверсии растительной биомассы // Бутлеровские чтения. 2014. Т. 39. № 9. С. 52–57. [Электронный ресурс]. URL: <http://butlerov.com/readings/> (дата обращения: 03.11.2023).

5. Осипов Ю. Р., Воропай Л. М., Сеничев В. П. Эффективность применения ультразвуковой технологии в процессе структурообразования древесно-цементного композита // Экология и промышленность России. 2016. № 2. С. 4–8. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ecology-kalvis.ru/jour/article/view/695> (дата обращения: 13.03.2023). <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2016-2-4-8>
6. Пат. 2447674 РФ, МПК51 С23К 1/00. Способ получения биологически полной кормовой добавки / Сидоров А. В., Ковалев А. В., Мошкучело И. И.; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Ковикорм» № 2010135931/10; заяв. 31.08.2010; опубл. 20.04.2012. – Б.и.– 2012 № 11.
7. Пат. 57195101 РФ, МПК51 С08В 1/00. Способ получения кристаллической целлюлозы / Кимио Танэо, Асахи касэй коге; заявитель и патентообладатель Кагаку Гидзюцу те Мукидзайсицу Кэнкюсе № 5679387670/04; заявл. 27.05.1981; опубл. 30.11.1982. – Б. и –1982 № 12.
8. Пат. 2064275 РФ, МПК8 С23К 1/06. Способ производства кормовых дрожжей из растительного сырья / Лагутина Т. Б.; заявитель и патентообладатель Лагутина Т. Б. №2012147098/12; заяв. 01.07.1993; опубл. 27.07.1996. – Б.и. – 1993 № 16.
9. Пат. 2186071 РФ, МПК51 D08С 1/00. Способ получения порошкообразной целлюлозы / Гребенкин А. Н., Бармин М. И., Королев Е. А., Павличенко В. В., Мельников В. В., Буринская А. А., Пармузина Ю. Ю.; заявитель и патентообладатель Санкт Петербургский государственный университет технологии и дизайна №2010144861/10; заявл. 30.05.2000; опубл. 27.07.2002. – Б.и. – 2002 № 13.
10. Карманов А. П. Влияние ультразвуковой кавитации на реакционную способность лигноцеллюлозных субстратов при биоконверсии растительной биомассы // Бутлеровские чтения. 2014. Т. 39. № 9. С. 52–57.
11. Салманова Д. А., Брацихин А. А., Евдокимов И. А., Блинова А. А. Исследование стабильности молочных систем, восстановленных с использованием кавитационной дезинтеграции // Современная наука и инновации. 2023. № 2 (42). С. 86–96. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.10>
12. Акопян В. Б., Ершов Ю. А. Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами. Ультразвук в медицине, ветеринарии и экспериментальной биологии. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2005. 224 с.
13. Воропай Л. М., Фокичева Е. А., Полянская И. С. Технология выращивания кормовых дрожжей на ультразвуковых экстрактах отходов древесины. Актуальные проблемы развития лесного комплекса. Материалы XIX Международной научно-технической конференции. 2021. С. 287–294.
14. Пат. 2786910 РФ, МПК51 D08С 1/00. Способ производства функционального кормового продукта для сельскохозяйственных животных / Полянская И. С., Куренкова Л. А., Воропай Л. М., Кузнецова О. Б.; заявитель и патентообладатель Вологодская молочнохозяйственная академия №2022103910; заявл. 16.02.2022; опубл. 26.12.2022. – Б.и. – 2002 № 36.

#### REFERENCES

1. Troitskaya EV, Artamonov IV. Ways of obtaining feed protein using biotechnology. Agricultural and Livestock Technology. 2021;4(1):1-14. (In Russ.).
2. Ryabtseva SA, Kotova AA, Skripnyuk AA. Yeast in the processing of dairy raw materials. SPb: Lan'; 2023. 120 p. (In Russ.).
3. Borzenkova IS. Use of feed yeast additive in dairy cattle breeding. Nauchnyi zhurnal molodykh uchenykh = Scientific journal of young scientists. 2020;4(21):3-6. [Electronic resource]. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-kormovoy-drozhzhevoy-dobavki-v-molochnom-skotovodstve> [Accessed 13 April 2024]. (In Russ.).
4. Dontsov AG, Karmanov AP, Kocheva LS, Rudkovskii AV et al. The effect of ultrasonic cavitation on the reactivity of lignocellulose substrates during bioconversion of plant biomass.

- Butlerov communications. 2014;39(9):52-57. [Electronic resource]. Available from: <http://butlerov.com/readings/> [Accessed 3 November 2023]. (In Russ.).
5. Osipov YuR, Voropai LM, Senichev VP. The efficiency of ultrasonic technology in the process of structure formation of wood-cement composite. Ecology and Industry of Russia. 2016;2:4-8. [Electronic resource]. Available from: <https://www.ecology-kalvis.ru/jour/article/view/695> [Accessed 13 March 2023]. (In Russ.). <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2016-2-4-8>
  6. Patent 2447674 Russian Federation, IPC 51 C23K 1/00. Method for producing a biologically complete feed additive / Sidorov AV, Kovalev AV, Moshkutelo II.; applicant and patent holder Limited Liability Company "Kovikorm" No. 2010135931/10; appl. 31.08.2010; published 20.04.2012. - Bi.i. - 2012 No. 11. 7. (In Russ.).
  7. Patent 57195101 Russian Federation, IPC 51 C08B 1/00. Method for producing crystalline cellulose / Kimio Taneo, Asahi Kasei Koge; applicant and patent holder Kagaku Gijutsu te Mukizaishitsu Kenkyuse No. 5679387670/04; declared 27.05.1981; published 30.11.1982. – B. i –1982 No. 12. (In Russ.).
  8. Patent 2064275 RF, IPC8 C23K 1/06. Method for producing fodder yeast from plant materials / Lagutina TB; applicant and patent holder Lagutina TB. No. 2012147098/12; declared 01.07.1993; published 27.07.1996. – B. i – 1993 No. 16. (In Russ.).
  9. Patent 2186071 RF, IPC51 D08C 1/00. Method for producing powdered cellulose / Grebenkin AN, Barmin MI, Korolev EA, Pavlichenko VV, Melnikov VV, Burinskaya AA, Parmuzina YuYu; applicant and patent holder St. Petersburg State University of Technology and Design No. 2010144861/10; declared 30.05.2000; publ. 27.07.2002. – Bi. – 2002 No. 13. (In Russ.).
  10. Karmanov A. P. Effect of ultrasonic cavitation on reactivity of lignocellulosic substrates during the bioconversion of plant biomass. Butlerov Communications. 2014;39(9):52-57. (In Russ.).
  11. Salmanova DA, Bratsikhin AA, Evdokimov IA, Blinova AA. Investigation of the stability of dairy systems, rehydrated using cavitation disintegration. Modern Science and Innovations. 2023;2(42):86-96. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.10>
  12. Akopyan VB, Ershov YuA. Fundamentals of the interaction of ultrasound with biological objects. Ultrasound in medicine, veterinary science and experimental biology. Moscow: Bauman Moscow State Technical University; 2005. 224 p. (In Russ.).
  13. Voropai LM, Fokicheva EA, Polyanskaya IS. Technology of growing fodder yeast on ultrasonic extracts of wood waste. Actual problems of forestry complex development. Proceedings of the XIX International Scientific and Technical Conference. 2021;287-294. (In Russ.).
  14. Patent 2786910 RF, IPC51 D08C 1/00. Method for producing a functional feed product for farm animals / Polyanskaya IS, Kurenkova LA, Voropay LM, Kuznetsova OB; applicant and patent holder Vologda Dairy Farming Academy No. 2022103910; declared 16.02.2022; published 26.12.2022. - B.i. - 2002 No. 36. (In Russ.).

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Ирина Сергеевна Полянская** – кандидат технических наук, преподаватель, доцент кафедры технологии молока и молочных продуктов, Вологодская молочнохозяйственная академия, Scopus ID: 57194587980, <https://orcid.org/0000-0001-6338-1734>, SPIN-код: 8670-3069, РИНЦ AuthorID: 57194587980, AuthorID: 415795, [poljanska69@mail.ru](mailto:poljanska69@mail.ru)

**Людмила Михайловна Воропай** – кандидат химических наук, доцент кафедры биологии и химии, Вологодский государственный университет, [marina\\_voropai@mail.ru](mailto:marina_voropai@mail.ru)

**Ольга Борисовна Кузнецова** – кандидат химических наук, доцент кафедры биологии и химии Вологодского государственного университета, [kuz.ob@mail.ru](mailto:kuz.ob@mail.ru)

**Елена Анатольевна Абакумова** – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной биотехнологии факультета пищевой инженерии и биотехнологий имени

академика А.Г. Храмцова, Северо-Кавказский федеральный университет,  
[abacumOffa@yandex.ru](mailto:abacumOffa@yandex.ru)

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Irina S. Polyanskaya** – Cand. Sci. (Techn.), Lecturer, Associate Professor of the Department of Milk and Dairy Products Technology, Vologda Dairy Academy, Scopus ID: 57194587980, <https://orcid.org/0000-0001-6338-1734>, SPIN code: 8670-3069, RSCI AuthorID: 57194587980, AuthorID: 415795, [poljanska69@mail.ru](mailto:poljanska69@mail.ru)

**Lyudmila M. Voropay** – Cand. Sci. (Chemic.), Associate Professor of the Department of Biology and Chemistry, Vologda State University, [marina\\_voropai@mail.ru](mailto:marina_voropai@mail.ru)

**Olga B. Kuznetsova** – Cand. Sci. (Chemic.), Associate Professor of the Department of Biology and Chemistry, Vologda State University, [kuz.ob@mail.ru](mailto:kuz.ob@mail.ru)

**Elena A. Abakumova** – Cand. Sci. (Techn.), Associate Professor of the Department of Applied Biotechnology, Faculty of Food Engineering and Biotechnology named after Academician A.G. Khrantsov, North-Caucasus Federal University, [abacumOffa@yandex.ru](mailto:abacumOffa@yandex.ru)

**Вклад авторов:** все авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию: 14.03.2024;  
одобрена после рецензирования: 17.04.2024;  
принята к публикации: 10.06.2024.*

*The article was submitted: 14.03.2024;  
approved after reviewing: 17.04.2024;  
accepted for publication: 10.06.2024.*

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 69-75.  
Modern Science and Innovations.  
2024;2(46):69-75.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ  
ПРОДУКТОВ /  
TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS

Научная статья / Original article

УДК 546.23 + 004.94

<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.7>

**Зафар Абдулович Рехман**

[Zafar A. Rekhman]<sup>1\*</sup>,

**Максим Александрович Пирогов**

[Maxim A. Pirogov]<sup>2</sup>,

**Александр Владимирович Серов**

[Alexander V. Serov]<sup>3</sup>,

**Ирина Михайловна Шевченко**

[Irina M. Shevchenko]<sup>4</sup>,

**Андрей Владимирович Блинов**

[Andrey V. Blinov]<sup>5</sup>

**Квантово-химическое обоснование  
обогащения молочных продуктов  
селенсодержащими наноразмерными  
системами**

**The Quantum chemical substantiation of  
the enrichment of dairy products with  
selenium-containing nanoscale systems**

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup>Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия /  
North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia

\*Автор, ответственный за переписку: Зафар Абдулович Рехман, [zafrehman1027@gmail.com](mailto:zafrehman1027@gmail.com) /  
Corresponding author: Zafar A. Rekhman, [zafrehman1027@gmail.com](mailto:zafrehman1027@gmail.com)

**Аннотация.** В рамках данной работы с помощью метода квантово-химического моделирования в молекулярном редакторе IQmol с использованием программы QChem проведено квантово-химическое обоснование обогащения молочных продуктов селенсодержащими наноразмерными системами. Квантово-химическое моделирование проводилось посредством взаимодействия атома селена с различными функциональными группами аминокислот в C-терминальном участке к-казеина. В качестве основных анализируемых параметров рассматривали разницу полной энергии последовательности аминокислот в C-терминальном участке к-казеина с полной энергией взаимодействия атома селена с данной молекулярной структурой ( $\Delta E$ ), а также химическую жёсткость ( $\eta$ ). В результате установлено, что обогащение молочных продуктов селенсодержащими наноразмерными системами является энергетически выгодным ( $\Delta E \geq 2399,650$  ккал/моль) и химически стабильным ( $0,053 \leq \eta \leq 0,070$  эВ), а оптимальной конфигурацией взаимодействия является соединение атома селена с C-терминальным участком к-казеина через гидроксильную группу серина, связанного пептидной связью с глутаминовой кислотой ( $\Delta E = 2400,139$  ккал/моль,  $\eta = 0,070$  эВ).

**Ключевые слова:** селенсодержащие наноразмерные системы, молочный продукт, к-казеин, квантово-химическое моделирование, серин

**Для цитирования:** Рехман З. А., Пирогов М. А., Серов А. В., Шевченко И. М., Блинов А. В. Квантово-химическое обоснование обогащения молочных продуктов селенсодержащими наноразмерными системами // Современная наука и инновации. 2024. № 2 (46). С. 69-75. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.7>

**Финансирование:** исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-16-00120, <https://rscf.ru/project/23-16-00120/>.

© Рехман З. А., Пирогов М. А., Серов А. В., Шевченко И. М., Блинов А. В., 2024

**Abstract.** Within the framework of this work, a quantum chemical substantiation of the enrichment of dairy products with selenium-containing nanoscale systems was carried out using the quantum chemical modeling method in the IQmol molecular editor using the QChem program. Quantum chemical modeling was carried out through the interaction of the selenium atom with various functional groups of amino acids in the C-terminal region of the K-casein. The main parameters analyzed were the difference in the total energy of the amino acid sequence in the C-terminal section of the K-casein with the total energy of the interaction of the selenium atom with a given molecular structure ( $\Delta E$ ), as well as chemical rigidity ( $\eta$ ). As a result, it was found that the enrichment of dairy products with selenium-containing nanoscale systems is energetically advantageous ( $\Delta E \geq 2399.650$  kcal/mol) and chemically stable ( $0.053 \leq \eta \leq 0.070$  eV), and the optimal interaction configuration is the connection of a selenium atom with the C-terminal site of K-casein through the hydroxyl group of serine bound by a peptide bond with glutamic acid ( $\Delta E = 2400.139$  kcal/mol,  $\eta = 0.070$  eV).

**Keywords:** selenium-containing nanoscale systems, dairy product, k-casein, quantum chemical modeling, serine

**Funding:** the research was carried out at the expense of a grant from the Russian Science Foundation No. 23-16-00120, <https://rscf.ru/project/23-16-00120/>.

**For citation:** Rekhman ZA, Pirogov MA, Serov AV, Shevchenko IM, Blinov AV. The Quantum chemical substantiation of the enrichment of dairy products with selenium-containing nanoscale systems. *Modern Science and Innovations*. 2024;2(46):69-75. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.7>

**Введение.** В настоящее время люди находятся под действием факторов, которые приводят к образованию свободных радикалов в клетках организма человека [1, 2]. Одним из следствий свободнорадикального окисления является появление онкологических заболеваний. В связи с этим, организм нуждается в дополнительной антиокислительной защите [3, 4].

Эссенциальный микроэлемент селен является известным антиоксидантом и входит в состав фермента глутатионпероксидазы, которая ингибирует образование свободных радикалов [5, 6]. Однако стоит отметить, что наноразмерная форма селена проявляет аналогичные свойства и является более предпочтительной, благодаря большей биодоступности и низкой токсичности [7], а также позволяет увеличить эффективность всасывания организмом данного соединения, повышая при этом ферментативный уровень защиты организма от окислительного стресса [8-10].

Согласно рекомендациям ГУ НИ питания РАМН, суточный уровень потребления селена составляет 70 мкг [11]. Мониторинг состояния здоровья населения показывает, что практически на всей территории РФ наблюдается дефицит данного микроэлемента [12]. Более 80 % населения России обеспечены селеном ниже оптимального уровня потребления [13]. Источником селена являются различные продукты животного и растительного происхождения – мясо, молоко, каши [14, 15]. Одним из актуальных способов борьбы с этим является обогащение селенсодержащими наноразмерными системами продуктов пищевой промышленности, в частности, молока и молочных продуктов [16, 17].

Таким образом, в целях прогнозирования механизмов взаимодействия наночастиц селена с компонентами молочного сырья (мицелл казеина) [18], было проведено компьютерное квантово-химическое моделирование.

**Материалы и методы исследований. Экспериментальная часть.** Квантово-химическое обоснование обогащения молочных продуктов селенсодержащими наноразмерными системами проводилось с помощью метода квантово-химического моделирования, в рамках которого рассматривалось взаимодействие атома селена с различными функциональными группами в последовательности аминокислот (серин, глутаминовая кислота, изолейцин, валин, глутаминовая кислота, пролин) в С-терминальном участке к-казеина. Моделирование проводилось в молекулярном редакторе IQmol. Расчёты проводились с помощью программы QChem на оборудовании центра обработки данных (Schneider Electric) ФГАОУ ВО Северо-Кавказского федерального университета. В качестве анализируемых данных рассматривали значения полной энергии

молекулярного комплекса (E), энергий высшей заселённой ( $E_{НОМО}$ ) и низшей свободных молекулярных орбиталей ( $E_{ЛУМО}$ ). На основе полученных данных были рассчитаны значения разницы полной энергии последовательности аминокислот в С-терминальном участке к-казеина с полной энергией взаимодействия атома селена с данной молекулярной структурой ( $\Delta E$ ), а также химическая жёсткость ( $\eta$ ), характеризующая химическую стабильность соединения, рассчитываемая по формуле 1:

$$\eta = \frac{E_{ЛУМО} - E_{НОМО}}{2} \quad (1)$$

**Результаты исследований и их обсуждение.** В результате квантово-химического обоснования обогащения молочных продуктов селенсодержащими наноразмерными системами с помощью метода квантово-химического моделирования получены квантово-химические расчёты, представленные в таблице 1.

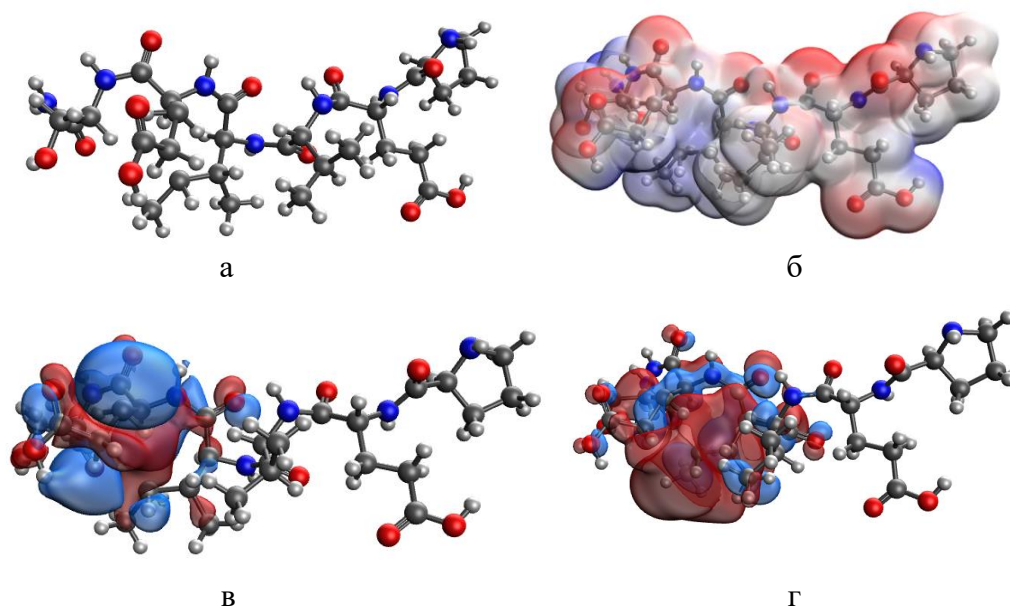
**Таблица 1 – Результаты квантово-химического моделирования взаимодействия атома селена с С-терминальным участком к-казеина**

**Table 1 – Results of quantum chemical modeling of the interaction of the selenium atom with the C-terminal site of K-casein**

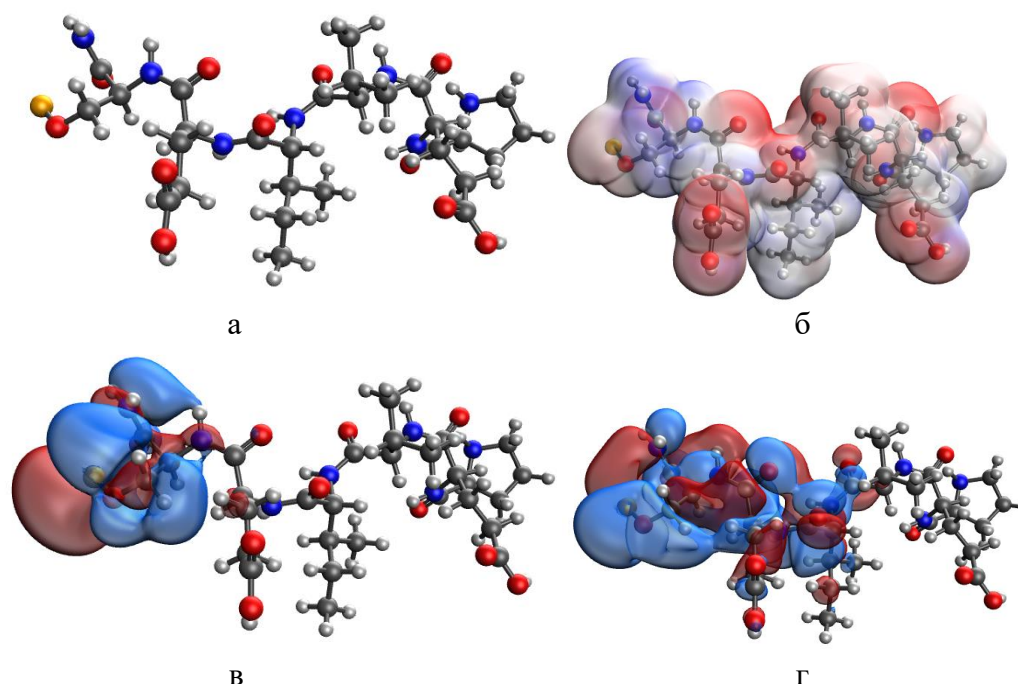
Молекулярная система	Взаимодействие с к-казеином	E, ккал/моль	$\Delta E$ , ккал/моль	$E_{НОМО}$ , эВ	$E_{ЛУМО}$ , эВ	$\eta$ , эВ
С-терминальный участок к-казеина	–	-2344,772	–	-0,179	-0,074	0,053
Атом селена + С-терминальный участок к-казеина	Через гидроксильную группу серина, связанного пептидной связью с глутаминовой кислотой	-4744,911	2400,139	-0,164	-0,025	0,070
	Через $\delta$ -карбоксильную группу глутаминовой кислоты, связанной пептидной связью с серином и изолейцином	-4744,857	2400,085	-0,178	-0,073	0,053
	Через $\delta$ -карбоксильную группу глутаминовой кислоты, связанной пептидной связью с валином и пролином	-4744,422	2399,650	-0,167	-0,062	0,053

Исходя из анализа полученных данных можно сделать вывод, что обогащение молочных продуктов селенсодержащими наноразмерными системами приводит к формированию энергетически выгодной ( $\Delta E \geq 2399,650$  ккал/моль) и химически стабильной системы ( $0,053 \leq \eta \leq 0,070$  эВ).

Оптимальной конфигурацией взаимодействия атома селена с С-терминальным участком к-казеина является взаимодействие через гидроксильную группу серина, связанного пептидной связью с глутаминовой кислотой, так как является наиболее энергетически выгодной ( $\Delta E = 2400,139$  ккал/моль) и химически стабильной ( $\eta = 0,070$  эВ превышает химическую жёсткость С-терминальным участком к-казеина  $\eta = 0,053$  эВ), что свидетельствует о большей вероятности формирования взаимодействия атома селена с С-терминальным участком к-казеина именно через данную функциональную группу. На рисунках 1, 2 представлены модели молекулярных комплексов С-терминального участка к-казеина и взаимодействия атома селена с С-терминальным участком к-казеина через гидроксильную группу серина, связанного пептидной связью с глутаминовой кислотой, модели распределения электронной плотности и модели высшей заселённой и низшей свободной молекулярных орбиталей.



**Рисунок 1 – Результаты моделирования С-терминального участка к-казеина**  
 а – модель молекулярного комплекса; б – распределение электронной плотности; в – высшая заселённая молекулярная орбиталь; г – низшая свободная молекулярная орбиталь (LUMO)  
**Figure 1 – Simulation results of the C-terminal section of k-casein**  
 a – model of the molecular complex; b – electron density distribution; c – highest populated molecular orbital; d – lowest free molecular orbital (LUMO)



**Рисунок 2 – Результаты моделирования взаимодействия атома селена с С-терминальным участком к-казеина через гидроксильную группу серина, связанного пептидной связью с глутаминовой кислотой**  
 а – модель молекулярного комплекса; б – распределение электронной плотности; в – высшая заселённая молекулярная орбиталь; г – низшая свободная молекулярная орбиталь (LUMO)  
**Figure 2 – Results of modeling the interaction of the selenium atom with the C-terminal site of k-casein through the hydroxyl group of serine bound by a peptide bond with glutamic acid**  
 a – model of the molecular complex; b – electron density distribution; c – the highest populated molecular orbital; d – the lowest free molecular orbital (LUMO)

При взаимодействии атома селена с С-терминальным участком к-казеина через гидроксильную группу серина, связанного пептидной связью с глутаминовой кислотой наблюдается смещение отрицательного заряда с молекулы глутаминовой кислоты к серину.

Также наблюдается изменение высшей заселённой и низшей свободной молекулярных орбиталей, что свидетельствует о формировании химического взаимодействия между атомом селена и С-терминального участка к-казеина.

**Заключение.** В результате работы с помощью квантово-химического моделирования было обосновано положительное влияние процесса обогащения молочных продуктов селенсодержащими наноразмерными системами. При взаимодействии молочного продукта с селенсодержащими наноразмерными системами наблюдается уменьшение полной энергии молекулярного комплекса и увеличение химической жёсткости, что свидетельствует о энергетической выгоде и химической стабильности данного взаимодействия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Цейликман В. Э., Лукин А. А. Влияние окислительного стресса на организм человека // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 3–1 (117). С. 206–211.
2. Martemucci G. et al. Free radical properties, source and targets, antioxidant consumption and health // Oxygen. 2022. Vol. 2. No. 2. P. 48–78.
3. Demirci-Cekic S. et al. Biomarkers of oxidative stress and antioxidant defense // Journal of pharmaceutical and biomedical analysis. 2022. Vol. 209. P. 114477.
4. Воробьева Е. Н. и др. Свободно-радикальное окисление и атеросклероз // Атеросклероз. 2022. Т. 6. № 2. С. 20–27.
5. Flohé L., Toppo S., Orian L. The glutathione peroxidase family: Discoveries and mechanism // Free Radical Biology and Medicine. 2022. Т. 187. С. 113–122.
6. Громова О. А. Селен – впечатляющие итоги и перспективы применения // Трудный пациент. 2007. Т. 5. № 14. С. 25–30.
7. Hadrup N., Ravn-Haren G. Toxicity of repeated oral intake of organic selenium, inorganic selenium, and selenium nanoparticles: A review // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 2023. P. 127235.
8. Шурыгина И. А. и др. Селен в наноформе: токсичность и безопасность // Байкальский медицинский журнал. 2022. Т. 1. № 1. С. 24–32.
9. Pandiyan I. et al. Antioxidant, anti-inflammatory activity of Thymus vulgaris-mediated selenium nanoparticles: An in vitro study // Journal of Conservative Dentistry and Endodontics. 2022. Т. 25. № 3. С. 241–245.
10. Nayak V. et al. Potentialities of selenium nanoparticles in biomedical science // New Journal of Chemistry. 2021. Т. 45. № 6. С. 2849–2878.
11. Рекомендательные уровни потребления пищевых и биологически активных веществ: методические рекомендации. МР 2.3.1915-04. М.: ГУ НИИ питания, 2004. 22 с.
12. Дедов Д. В. Анемия: эпидемиология, клинико-патогенетические ассоциации, риск развития, дефицит селена, профилактика, селенсодержащие препараты // Врач. 2023. Т. 34. № 11. С. 63–66.
13. Мазилина А. Н. и др. Коррекция обеспеченности организма селеном как инструмент профилактической медицины // Здоровоохранение Российской Федерации. 2021. Т. 65. № 5. С. 447–453.
14. Елисеева Т. Селен (Se)–значение для организма и здоровья+ 30 лучших источников // Журнал здорового питания и диетологии. 2022. Т. 1. № 19. С. 55–64.
15. Chen N., Zhao C., Zhang T. Selenium transformation and selenium-rich foods // Food bioscience. 2021. Т. 40. С. 100875.
16. Храмов А. Г., Серов А. В., Тимченко В. П., Мирошниченко М. В. Новый биологически активный препарат на основе наночастиц селена // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. 2010. № 4. С. 122–125.
17. Храмов А. Г. Нульвалентный селен в технологии молочных продуктов // Молочная промышленность. 2012. № 6. С. 78–79.

18. Храпцов А. Г. Технологическая платформа КННС для функциональных продуктов // Переработка молока. 2015. № 5 (187). С. 54–57.

#### REFERENCES

1. Tseilikman VE, Lukin AA. On the effect of oxidative stress on the human body. *Meždunarodnyj naučno-issledovatel'skij žurnal (International Research Journal)*. 2022;3-1(117):206-211. (In Russ.).
2. Martemucci G et al. Free radical properties, source and targets, antioxidant consumption and health. *Oxygen*. 202;2(2):48-78.
3. Demirci-Cekic S et al. Biomarkers of oxidative stress and antioxidant defense. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*. 2022;209:114477.
4. Vorobiova EN et al. Free-radical oxidation and atherosclerosis. *Ateroskleroz*. 2022;6(2):20-27. (In Russ.).
5. Flohé L, Toppo S, Orian L. The glutathione peroxidase family: Discoveries and mechanism. *Free Radical Biology and Medicine*. 2022;187:113-122.
6. Gromova OA. Selenium - impressive results and application prospects. *Trudnyi patsient = Difficult patient*. 2007;5(14):25-30. (In Russ.).
7. Hadrup N, Ravn-Haren G. Toxicity of repeated oral intake of organic selenium, inorganic selenium, and selenium nanoparticles: A review. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 2023:127235.
8. Shurygina IA et al. Selenium in nanoform: Toxicity and safety. *Baikal Medical Journal*. 2022;1(1):24-32. (In Russ.).
9. Pandiyan I et al. Antioxidant, anti-inflammatory activity of *Thymus vulgaris*-mediated selenium nanoparticles: An: in vitro: study. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*. 2022;25(3):241-245.
10. Nayak V et al. Potentialities of selenium nanoparticles in biomedical science // *New Journal of Chemistry*. 2021;45(6):2849-2878.
11. Recommended levels of consumption of food and biologically active substances: guidelines. MR 2.3.1915-04. Moscow: State Research Institute of Nutrition, 2004. 22 p. (In Russ.).
12. Dedov DV. Anemia: epidemiology, clinical-pathogenetic associations, risk of development, selenium deficiency, prevention, selenium-containing drugs. *Vrach (The Doctor)*. 2023;34(11):63-66. (In Russ.).
13. Mazilina AN et al. Correction of Selenium status as a tool for preventive medicine. *Health care of the Russian Federation*. Correction of Selenium status as a tool for preventive medicine. *Health care of the Russian Federation*. 2021;65(5):447-453. (In Russ.).
14. Eliseeva T. Selenium (Se) –Body & Health Importance + Top 30 Sources. *Journal of Healthy Nutrition and Dietetics*. 2022;1(19):55-64. (In Russ.).
15. Chen N, Zhao C, Zhang T. Selenium transformation and selenium-rich foods. *Food bioscience*. 2021;40:100875.
16. Khrantsov AG, Serov AV, Timchenko VP, Miroshnichenko MV. New biologically active drug based on selenium nanoparticles. *Vestnik Severo-Kavkazskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Bulletin of the North Caucasian State Technical University*. 2010;4:122-125. (In Russ.).
17. Khrantsov AG. Zero valent selenium in the technology of milk products. *Dairy Industry*. 2012;6:78-79. (In Russ.).
18. Khrantsov AG. KNNS technology platform for functional products. *Pererabotka moloka = Milk processing*. 2015;5(187):54-57. (In Russ.).

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Зафар Абдулович Рехман** – ассистент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов, физико-технический факультет, Северо-Кавказский федеральный

университет, +79624073291, <https://orcid.org/0000-0003-2809-4945>,  
[zafrehman1027@gmail.com](mailto:zafrehman1027@gmail.com)

**Максим Александрович Пирогов** – студент 4 курса бакалавриата кафедры физики и технологии наноструктур и материалов, физико-технический факультет, Северо-Кавказский федеральный университет, +79614883920, <https://orcid.org/0000-0001-9217-6262>, [pirogov.m.2002@gmail.com](mailto:pirogov.m.2002@gmail.com)

**Александр Владимирович Серов** – доктор технических наук, доцент кафедры неорганической и физической химии, химический факультет, Северо-Кавказский федеральный университет, +79187409135, [aserov@ncfu.ru](mailto:aserov@ncfu.ru)

**Шевченко Ирина Михайловна** – кандидат технических наук, доцент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов, физико-технический факультет, Северо-Кавказский федеральный университет, +79187873330, <https://orcid.org/0009-0005-9113-9335>, [imshevchenko@ncfu.ru](mailto:imshevchenko@ncfu.ru)

**Андрей Владимирович Блинов** – кандидат технических наук, и.о. заведующего кафедрой физики и технологии наноструктур и материалов, физико-технический факультет, Северо-Кавказский федеральный университет, +79887679460, <https://orcid.org/0000-0001-9321-550X>, [blinov.a@mail.ru](mailto:blinov.a@mail.ru)

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Zafar A. Rekhman** – Assistant at the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North-Caucasus Federal University, +79624073291, <https://orcid.org/0000-0003-2809-4945>, [zafrehman1027@gmail.com](mailto:zafrehman1027@gmail.com)

**Maxim A. Pirogov** – Student of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North-Caucasus Federal University, +79614883920, <https://orcid.org/0000-0001-9217-6262>, [pirogov.m.2002@gmail.com](mailto:pirogov.m.2002@gmail.com)

**Alexander V. Serov** – Dr. Sci. (Techn.), Associate Professor of the Department of Inorganic and Physical Chemistry, Faculty of Chemistry, North-Caucasus Federal University, +79187409135, [aserov@ncfu.ru](mailto:aserov@ncfu.ru)

**Irina M. Shevchenko** – PhD, Associate Professor of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North-Caucasus Federal University, +79187873330, <https://orcid.org/0009-0005-9113-9335>, [imshevchenko@ncfu.ru](mailto:imshevchenko@ncfu.ru)

**Andrey V. Blinov** – PhD, Head of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North-Caucasus Federal University, +79887679460, <https://orcid.org/0000-0001-9321-550X>, [blinov.a@mail.ru](mailto:blinov.a@mail.ru)

**Вклад авторов:** все авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию: 12.03.2024;  
одобрена после рецензирования: 21.04.2024;  
принята к публикации: 11.06.2024.*

*The article was submitted: 12.03.2024;  
approved after reviewing: 21.04.2024;  
accepted for publication: 11.06.2024.*

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 76-85.  
Modern Science and Innovations.  
2023;2(46):76-85.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ  
ПРОДУКТОВ /  
TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS

Научная статья / Original article

УДК 637.345; 663.15  
<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.8>

Мария Александровна Шпак  
[Maria A. Shpak]<sup>1\*</sup>  
Светлана Андреевна Рябцева  
[Svetlana A. Ryabtseva]<sup>2</sup>,  
Алексей Дмитриевич Лодыгин  
[Alexey D. Lodygin]<sup>3</sup>,  
Полина Ивановна Корниенко  
[Polina I. Kornienko]<sup>4</sup>,  
Полина Сергеевна Колядина  
[Polina S. Kolyadina]<sup>5</sup>

**Определение оптимальных условий действия  
бета–галактозидаз продуцентов с разными  
свойствами**

**Determination of optimal conditions of action of  
beta-galactosidases of producers with different  
properties**

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup>Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия /  
North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia

\*Автор, ответственный за переписку: Мария Александровна Шпак, [Imaria.bratsikhina@yandex.ru](mailto:Imaria.bratsikhina@yandex.ru) /  
Corresponding author: Maria A. Shpak, [Imaria.bratsikhina@yandex.ru](mailto:Imaria.bratsikhina@yandex.ru)

**Аннотация.** В работе проведены исследования влияния pH и температуры на активность ферментных препаратов дрожжей и молочнокислых бактерий, выделенных в результате их раздельного и совместного культивирования. Установлено, что оптимум действия фермента зависит в первую очередь от вида его продуцента. В случае раздельного культивирования максимальная активность бета-галактозидаз дрожжей была отмечена для вида *K. lactis*, которая в 4 раза превышала показатель *K. marxianus*. При чем для штаммов *K. lactis* Y-1333 и *K. lactis* Y-1339 были выявлены схожие результаты и оптимум действия при pH 5,0 и температуре 60°C. В экспериментах с молочнокислыми бактериями активность бета-галактозидазы ацидофильной палочки в 2 превышала активность фермента термофильного стрептококка, обладала большей устойчивостью к действию температур и сохраняла стабильность практически во всем диапазоне pH. Максимальная активность лактазы *Lb. acidophilus* B была выявлена при температуре 60°C и pH 5,0, а *St. thermophilus* B при 40°C и pH 5,0. Кроме того, было выявлено, что совместное культивирование дрожжей и молочнокислых микроорганизмов оказывает положительное влияние на активность бета-галактозидаз. Максимальная лактазная активность *K. marxianus* Y-1333 + *St. thermophilus* B оказалась на 45% больше, чем отдельно *K. marxianus* Y-1333 и практически в 3 раза превысила активность *St. thermophilus* B. Наибольшая активность (на уровне 1,42 МЕ/см<sup>3</sup>) была получена для комбинации *K. lactis* Y-1333 + *Lb. acidophilus* B. В случае бета-галактозидаз, полученных в результате совместного культивирования дрожжей и вязких культур молочнокислых микроорганизмов, оптимальными условиями можно считать pH 5,0 и 60°C для сочетания культур *K. lactis* Y-1333 + *St. thermophilus* B и *K. lactis* Y-1339 + *St. thermophilus* B, pH 7,0÷7,5 и 60°C для *K. lactis* Y-1333 + *Lb. acidophilus* B, pH 6,0÷6,6 и 60°C при использовании фермента *K. marxianus* Y-1338 + *Lb. acidophilus* B.

**Ключевые слова:** бета-галактозидаза, активность фермента, оптимальные условия, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, *Kluyveromyces marxianus*, *Kluyveromyces lactis*

**Для цитирования:** Шпак М. А., Рябцева С. А., Лодыгин А. Д., Корниенко П. И., Колядина П. С. Определение оптимальных условий действия бета–галактозидаз продуцентов с разными свойствами // Современная наука и инновации. 2024. № 2 (46). С. 76-85. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.8>

**Финансирование:** 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».

**Abstract.** The synthesis of beta-galactosidase is observed in microorganisms of various taxonomic groups, including some strains of yeast fungi and lactic acid bacteria. The present work considers the study of optimal conditions of beta-galactosidase activity obtained as a result of separate and co-cultivation of domestic yeast strains *Kluyveromyces marxianus* Y-1338, *Kluyveromyces lactis* Y-1333, *Kluyveromyces lactis* Y-1339 and starter cultures *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*. Studies of the pH and temperature effect on the activity of yeast and lactic acid bacteria enzymes received as a result of their separate and co-cultivation were carried out in the work. It has been established that the optimum of the enzyme activity depends primarily on the type of its producer. In the case of separate cultivation, the maximum activity of yeast beta-galactosidases was observed for the species *K. lactis* and was 4 times higher than *K. marxianus*. Moreover, for the *K. lactis* Y-1333 and *K. lactis* Y-1339 strains, similar results and optimal conditions were found at pH 5.0 and temperature 60°C. In experiments with lactic acid bacteria, the activity of beta-galactosidase of acidophilic bacillus was twice higher than the thermophilic streptococcus enzyme activity, had greater resistance to temperatures and stability over almost the entire pH range. Maximum lactase activity of *Lb. acidophilus* B was observed at 60°C and pH 5.0, and *St. thermophilus* B at 40°C and pH 5.0. It was found that the activity of combined enzymes of yeast and lactic acid microorganisms was significantly higher than the activity of beta-galactosidase after their separate cultivation. The maximum lactase activity of *K. marxianus* Y-1333 + *St. thermophilus* B was higher by 45% than *K. marxianus* Y-1333 and almost 3 times higher than value of *St. thermophilus* B. The greatest activity (~1.42 IU/cm<sup>3</sup>) was obtained for the combination of *K. lactis* Y-1333 + *Lb. acidophilus* B. In the case of beta-galactosidases obtained by co-cultivation of yeast and viscous cultures of lactic acid microorganisms, optimal conditions include pH 5.0 and 60°C for the combination of cultures *K. lactis* Y-1333 + *St. thermophilus* B and *K. lactis* Y-1339 + *St. thermophilus* B, pH 7.0÷7.5 and 60°C for *K. lactis* Y-1333 + *Lb. acidophilus* B, pH 6.0÷6.6 and 60°C using the enzyme *K. marxianus* Y-1338 + *Lb. acidophilus* B.

**Keywords:** beta-galactosidase, enzyme activity, optimal conditions, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, *Kluyveromyces marxianus*, *Kluyveromyces lactis*

**For citation:** Shpak MA, Ryabtseva SA, Lodygin AD, Kornienko PI, Kolyadina PS. Determination of optimal conditions of action of beta-galactosidases of producers with different properties. *Modern Science and Innovations*. 2024;2(46):76-85. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.8>

**Funding:** the work was financially supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation as part of a comprehensive project to create a high-tech production on the topic: "Creation of the first high-tech production in Russia of lactulose prebiotic and functional dairy ingredients for import substitution in medicine, veterinary medicine, baby food, production of medical preventive products for humans and animals" (Agreement on the provision of subsidies from the federal budget for the development of cooperation between a state scientific institution and an organization of the real sector of the economy in order to implement a comprehensive project for the creation of high-tech production No. 075-11-2022-021 of 04/07/2022) in the framework of the Decree of the Government of the Russian Federation of April 9, 2010 No. 218 on the basis of the North-Caucasus Federal University.

**Введение.** Реакции под действием ферментов в условиях промышленного производства могут протекать в экстремальных условиях с точки зрения температуры, pH, присутствия солей, поверхностно-активных веществ и органических растворителей. Перечисленные факторы оказывают существенное влияние на эффективность ферментных препаратов, именно поэтому с технологической и экономической точки зрения так важно обеспечить их стабильность.

На активность и стабильность бета-галактозидазы (β-галактозидазы) оказывает влияние ряд факторов: вид её продуцента, состав питательной среды, состояние фермента (природный, иммобилизованный, рекомбинантный), кинетические величины, в том числе,

концентрация лактозы в субстрате, содержание воды и присутствие возможных ингибиторов (галактозы/глюкозы). Среди перечисленных параметров решающую роль в активности и стабильности фермента играют рН и температура, которые определяют не только его пригодность для промышленного применения, но и возможность участия в синтезе ди- и олигосахаридов [1]. От оптимального для активности бета-галактозидазы значения рН зависит выбор субстрата для проведения реакции с её участием. Так, например, ферменты, проявляющие максимальную активность при  $\text{pH} < 7$ , могут быть использованы для гидролиза лактозы в ферментированных молочных продуктах и творожной сыворотке, а при нейтральных значениях рН подходят для применения в молоке и подсырной сыворотке [2].

Среди продуцентов бета-галактозидазы наибольшее распространение получили признанные безопасными дрожжи рода *Kluyveromyces* и молочнокислые бактерии, стабильность и оптимум действия которых определяется видом продуцента фермента, а также в значительной степени зависит от показателей рН и температуры. Считается, что дрожжевые и бактериальные бета-галактозидазы проявляют наиболее высокую активность в диапазоне рН 6,0÷7,5 и температуре (30÷60) °С, причем оптимум действия фермента определяется в первую очередь видом его продуцента [3-7].

В исследованиях, проведенных ранее, установлено, что использование двухэтапного совместного культивирования лактозосбраживающих дрожжей и термофильных молочнокислых бактерий позволяет повысить эффективность дальнейшего автолиза клеток и выделения бета-галактозидазы [8]. Это объясняется накоплением в среде культивирования этилового спирта и других продуктов метаболизма молочнокислых бактерий и дрожжей, которые могут способствовать пермеабиллизации клеток, интенсификации их разрушения и получению более активного ферментного препарата. Однако данные по оптимальным условиям действия такого фермента отсутствуют.

В связи с этим задачей данной работы было исследование влияния рН и температуры на активность ферментных препаратов, полученных в результате отдельного и совместного культивирования дрожжей и термофильных молочнокислых бактерий.

**Материалы и методы исследований.** В качестве продуцентов бета-галактозидаз были выбраны штаммы лактозосбраживающих дрожжей *Kluyveromyces lactis* ВКМ У-1333 и У-1339, *Kluyveromyces marxianus* У-1338 (Всероссийская коллекция микроорганизмов, г. Пущино), а также вязкие штаммы *Lactobacillus acidophilus* (БК-Углич-АВ, оптимальная температура 37-38°С) и *Streptococcus thermophilus* (БК-Углич-ТВ, оптимальная температура 40-45°С) производства ФГУП «Экспериментальная биофабрика» Россельхозакадемии, г. Углич. Для получения среды культивирования продуцентов использовали сывороточный продукт сухой (пермеат) (ПАО Молочный комбинат «Воронежский» филиал «Калачеевский сырзавод») с массовой долей влаги 1,38%, белка 3,44%, золы 4,1%, рН восстановленного продукта 6,5.

Для получения неочищенных ферментных препаратов на первом этапе культивирование выбранных продуцентов проводили отдельно. Дрожжи активизировали путем пересева из коллекционных культур на плотную питательную среду Сабуро (скошенный агар) и инкубации в течение 24 ч при оптимальной температуре 30°С, после чего готовили суспензию клеток в фосфатном буфере с оптической плотностью  $D_{460} = (0,15 \pm 0,02)$ . Далее 1 см<sup>3</sup> полученной суспензии вносили в коническую колбу со 150 см<sup>3</sup> стерилизованного восстановленного УФ-пермеата с массовой долей сухих веществ 6,5%, тщательно перемешивали и инкубировали в условиях аэрации в шейкер-инкубаторе при температуре 30°С и перемешивании при 100 об/мин в течение 24 ч для накопления биомассы.

Активизацию молочнокислых бактерий проводили в обезжиренном молоке в течение 24 ч при оптимальной температуре, после чего 5% полученной закваски вносили в стерилизованный восстановленный пермеат, тщательно перемешивали и инкубировали при оптимальной температуре в течение 24 ч для накопления биомассы.

На втором этапе проводили совместное культивирование дрожжей и молочнокислых бактерий. Для этого ферментированный дрожжами пермеат смешивали в соотношении 1:1

с пермеатом, ферментированным молочнокислыми микроорганизмами, полученную смесь выдерживали в анаэробных условиях в инкубаторе с углекислой средой при температуре 30°C, концентрации CO<sub>2</sub> 6% в течение 24 ч для дополнительного накопления биомассы культур и продуктов их метаболизма. Для инактивации клеток и получения неочищенных ферментных препаратов полученные образцы подвергали тепловой обработке при 50°C в течение 24 ч, после чего проводили их охлаждение до температуры 22°C и исследование влияния различных значений pH и температуры на активность полученной бета-галактозидазы.

Активность бета-галактозидаз определяли общепринятым методом с о-нитрофенил-β-D-галактопиранозидом, основанном на измерении интенсивности окраски о-нитрофенола, образующегося при гидролизе бета-галактозидазой синтетического субстрата о-нитрофенил-β-D-галактопиранозид (о-НФГ) [9]. К 50 мкл раствора бета-галактозидазы (суспензия с дезинтегрированными клетками) добавляли 2 см<sup>3</sup> 1,25 мМ раствора о-НФГ в буфере (50мМ КН<sub>2</sub>РO<sub>4</sub>, pH 6,6-6,8), смесь инкубировали при температуре (38±2)°C в течение 5 мин. Реакцию останавливали добавлением 0,5 см<sup>3</sup> 1М раствора Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Образующийся в ходе реакции о-нитрофенол имеет желтый цвет. Измерение оптической плотности полученной пробы проводили при длине волны 420 нм. Активность бета-галактозидазы А рассчитывали по формуле:

$$A = \frac{D \cdot V}{\varepsilon \cdot t \cdot V_{\text{пр}}}, \quad (1)$$

где  $D$  – оптическая плотность раствора при 420 нм;  $\varepsilon$  – коэффициент молекулярной экстинкции о-нитрофенола, л/ммоль·см ( $\varepsilon=4,5$ );  $t$  – время инкубации, мин;  $V$  – объем реакционной смеси, см<sup>3</sup>;  $V_{\text{пр}}$  – объем ферментного препарата, см<sup>3</sup>.

Эксперименты проводили в трех-пяти повторностях, для обработки результатов использовали стандартные методы статистической обработки и программу Microsoft Office Excel.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Результаты влияния pH и температуры на активность бета-галактозидаз *K. lactis* Y-1333 и *St. thermophilus* в после их раздельного и совместного культивирования представлены на диаграммах (рисунок 1). Полученные результаты позволяют говорить о том, что бета-галактозидаза вязкого термофильного стрептококка показала достаточно низкую активность, максимальное её значение было получено при pH 5,0 и температуре 40°C и составило (0,26±0,01) МЕ/см<sup>3</sup>. Дальнейшее повышение температуры при том же pH привело к снижению активности фермента и, вероятно, его инактивации. Активность бета-галактозидазы при pH 6,0 и 7,5 была примерно одинаковой, достигая максимума при 50°C, но снижалась в 1,5-2 раза при температуре 60°C.

Активность бета-галактозидазы *K. lactis* Y-1333 была выше, по сравнению с *St. thermophilus* В, однако, оставалась невысокой и достигала максимального значения (0,42±0,02) МЕ/см<sup>3</sup> при pH 5,0 и температуре 60°C. Данный факт можно объяснить тем, что клетки молочнокислых бактерий, обладая меньшим размером, сложнее, чем дрожжи, поддаются разрушению и, как следствие, высвобождению фермента в среду культивирования [10]. В целом независимо от pH при 60°C фермент проявлял большую активность, чем при остальных температурных режимах.

Активность бета-галактозидазы, полученной в ходе совместного культивирования *St. thermophilus* В и *K. marxianus* Y-1333 была существенно выше, чем фермента после их раздельной ферментации. Так, например, максимальная активность бета-галактозидазы *St. thermophilus* + *K. marxianus* Y-1333 оказалась на 45% больше, чем отдельно *K. marxianus* Y-1333 и практически в 3 раза превысила активность *St. thermophilus*. Данное наблюдение можно объяснить тем, что выделение спирта дрожжами *K. marxianus* Y-1333 в ходе двухстадийной ферментации запускает процесс автолиза клеток вязкого *St. thermophilus* и способствует более эффективному выделению бета-галактозидазы в среду культивирования. Оптимальными условиями для действия такого фермента можно считать pH 5,0 и температуру 60°C.

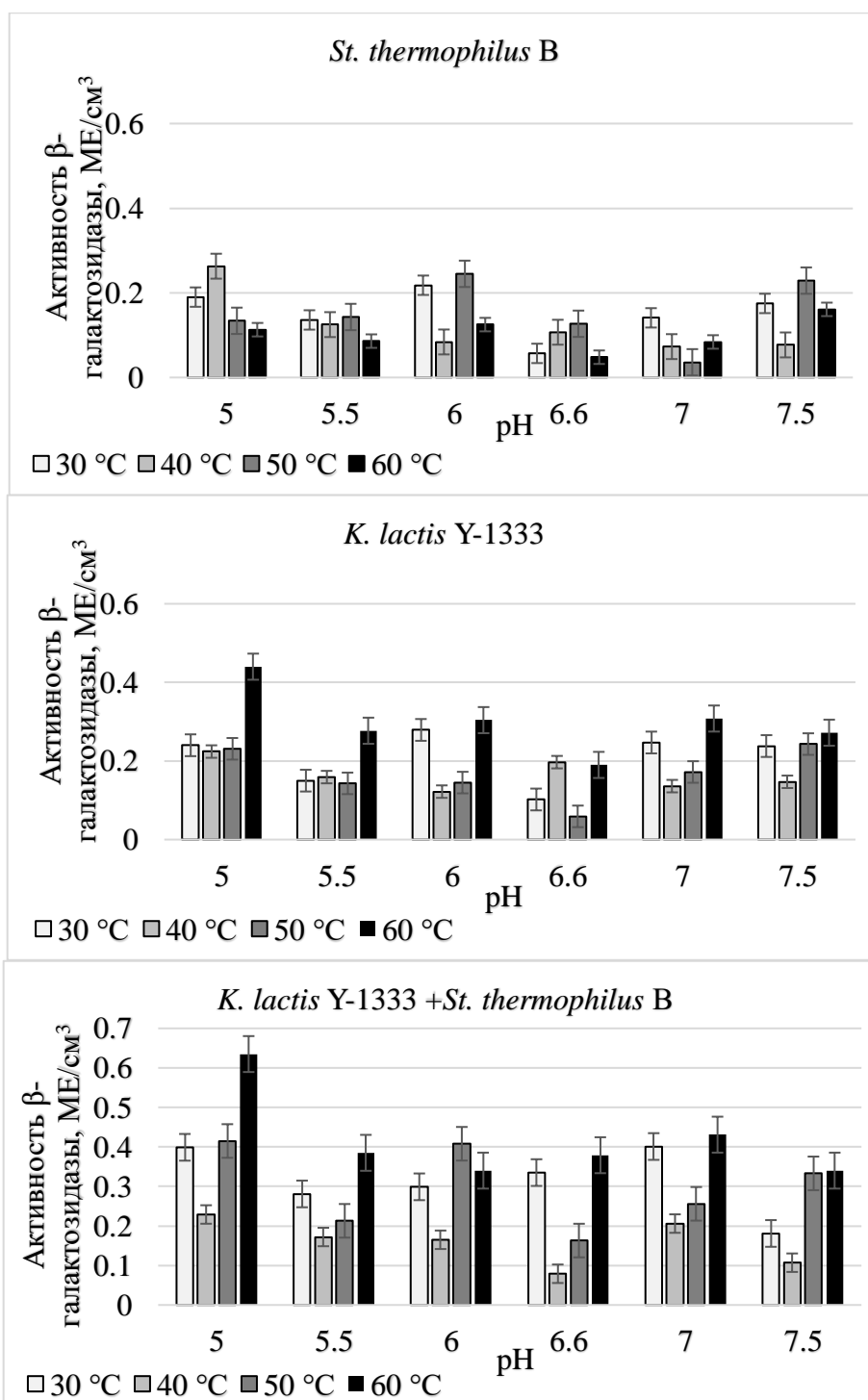


Рисунок 1 – Зависимость активности бета-галактозидаз *K. lactis* Y-1333 и *St. thermophilus* B после их раздельного и совместного культивирования от pH и температуры

Figure 1 – Dependence of beta-galactosidase activity of *K. lactis* Y-1333 and *St. thermophilus* after their separate and co-cultivation on pH and temperature

Источник: составлено авторами

Source: compiled by authors

Результаты влияния pH и температуры на активность бета-галактозидаз *K. lactis* Y-1339 и *St. thermophilus* B после раздельного и совместного культивирования представлены на диаграммах (рисунок 2).

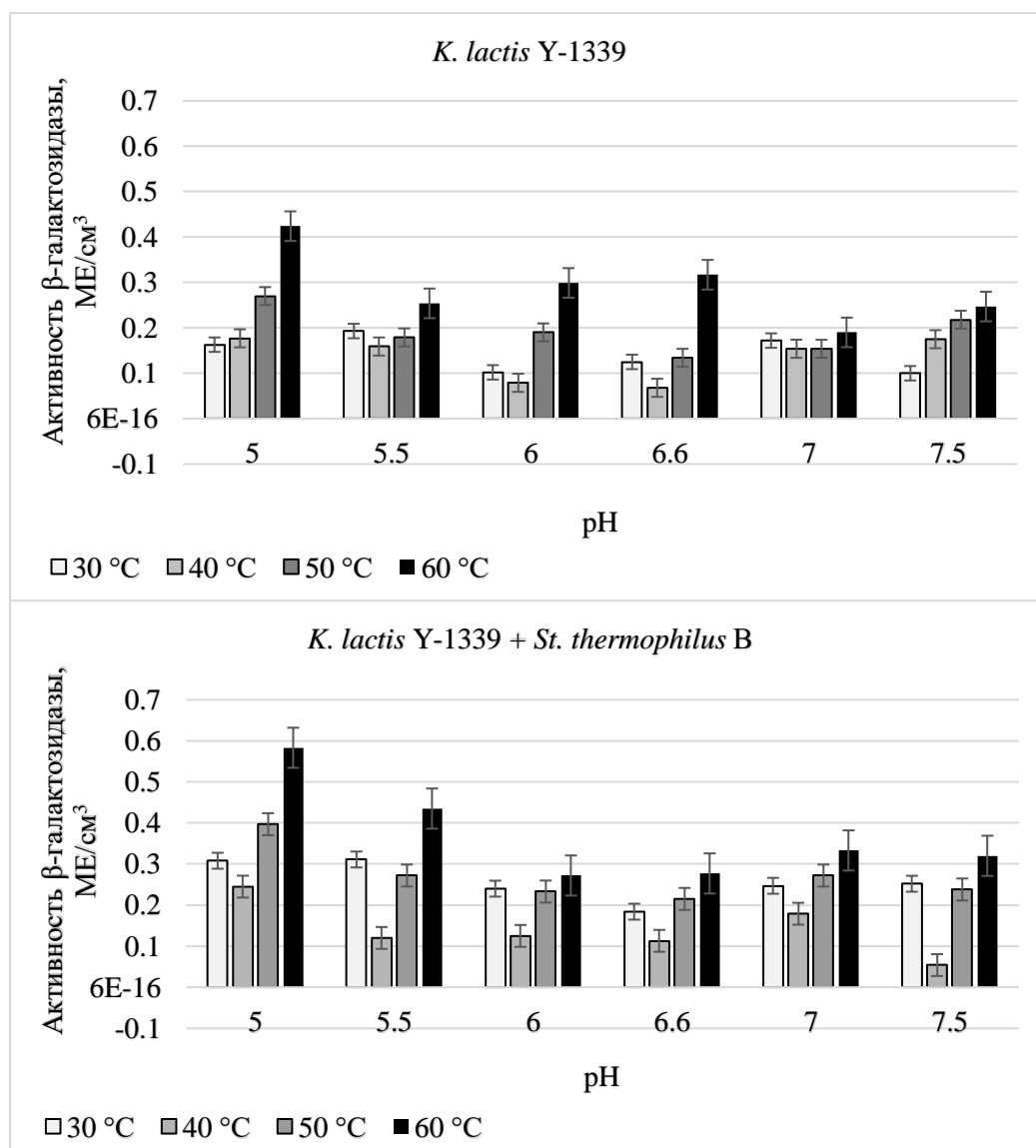


Рисунок 2 – Зависимость активности бета-галактозидаз *K. lactis* Y-1339 и *St. thermophilus* B после их раздельного и совместного культивирования от pH и температуры.

Figure 2 – Dependence of beta-galactosidase activity of *K. lactis* Y-1339 and *St. thermophilus* B after their separate and co-cultivation on pH and temperature

Источник: составлено авторами

Source: compiled by authors

Для обоих штаммов *K. lactis* Y-1339 и Y-1333 активность бета-галактозидазы находилась в пределах  $0,06 \div 0,44$  ME/cm<sup>3</sup>. В случае *K. lactis* Y-1339, также, как и при использовании *K. lactis* Y-1333, оптимальными условиями для получения максимального её значения ( $0,42 \div 0,44$  ME/cm<sup>3</sup>) стали pH 5,0 и температура 60°C. Следует также отметить, что при значениях pH 5,5÷7,0 и повышении температуры до 40°C, наблюдалось снижение активности бета-галактозидазы, однако дальнейшее увеличение температуры до 50°C приводило к её росту. При pH 5,0 и 7,5 выявлена прямая зависимость: чем выше температура, тем выше ферментативная активность. Так, например, в образцах с pH 5,0 увеличение температуры с 30°C до 40°C способствовало росту активности бета-галактозидазы на 8%, с 30°C до 50°C на 66% и с 30°C до 60°C практически в 3 раза.

Бета-галактозидаза, полученная в результате совместного культивирования *K. lactis* Y-1339 и вязкого *St. thermophilus*, обладала оптимумом действия при pH 5,0÷5,5 и температуре 50°C. Для всего диапазона pH отмечена схожая закономерность: снижение ферментативной активности при 40°C и последующее её увеличение при повышении температуры до 50°C. Сравнивая бета-галактозидазы *K. lactis* Y-1339 + *St. thermophilus* B и

*K. lactis* Y-1333 + *St. thermophilus* B можно отметить схожие показатели активности и одинаковый оптимум их действия.

Результаты влияния pH и температуры на активность бета-галактозидаз *Lb. acidophilus* B и *K. lactis* Y-1333 после отдельного и совместного культивирования представлены на диаграммах (рисунок 3).

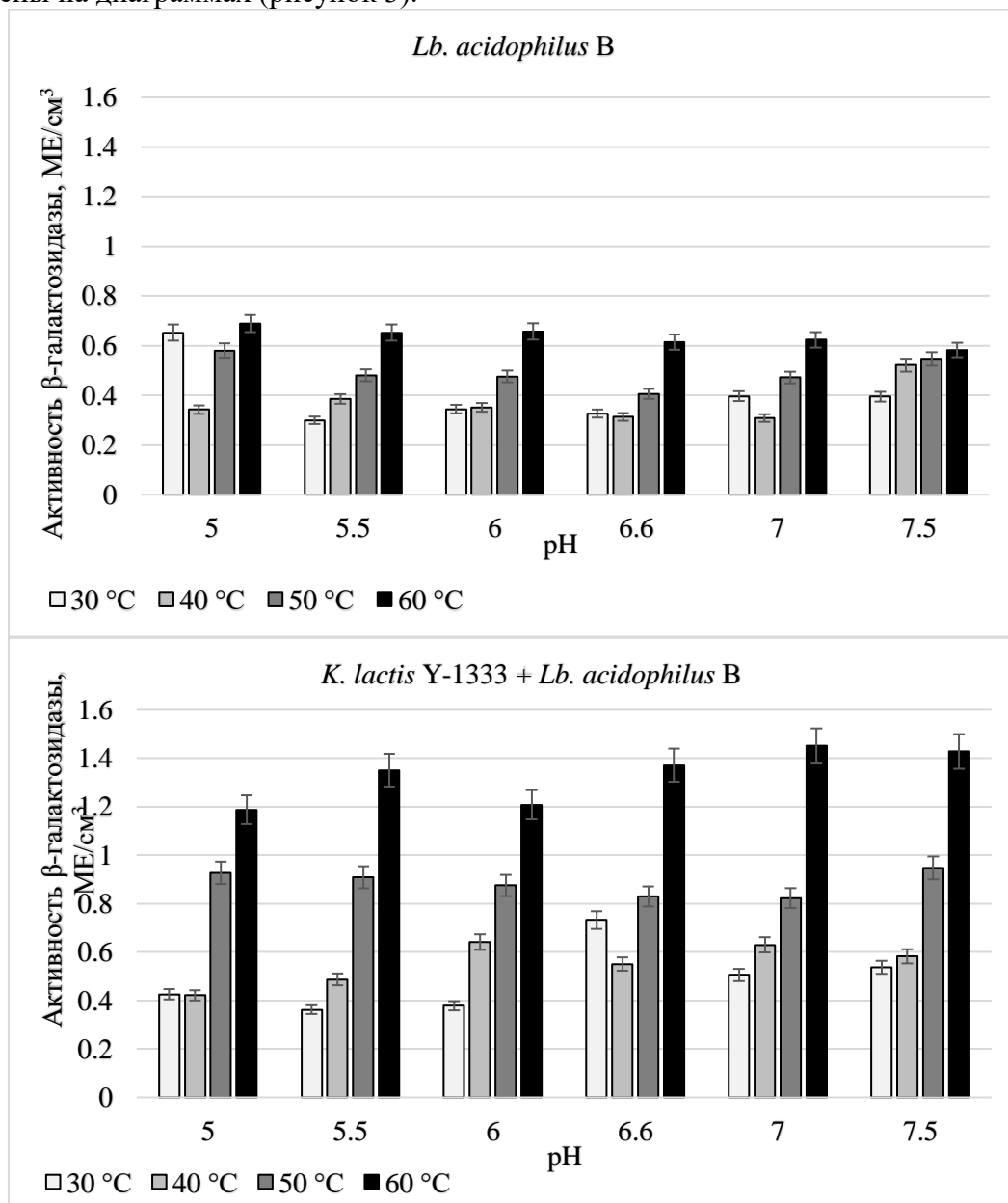


Рисунок 3 – Зависимость активности бета-галактозидаз *K. lactis* Y-1333 и *Lb. acidophilus* B после их отдельного и совместного культивирования от pH и температуры.

Figure 3 – Dependence of beta-galactosidase activity of *K. lactis* Y-1333 and *Lb. acidophilus* B after their separate and co-cultivation on pH and temperature.

Источник: составлено авторами

Source: compiled by authors

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что среди исследованных молочнокислых бактерий наибольшей активностью обладала бета-галактозидаза вязкой ацидофильной палочки. Максимальное её значение ( $0,69 \pm 0,02$ ) ME/cm<sup>3</sup> было получено при pH 5,0, температуре 60°C и превышало наибольшую активность фермента вязкого термофильного стрептококка ( $0,26 \pm 0,01$ ) ME/cm<sup>3</sup> практически в 3 раза. В случае бета-галактозидазы *Lb. acidophilus* наблюдалась прямая зависимость: чем выше температура, тем больше её активность независимо от значения pH. Исключение составил

лишь опыт со значением рН 5,0 и температурой 30°C, активность фермента была лишь на 5% ниже, чем при 60°C.

Похожая зависимость была обнаружена и в случае бета-галактозидазы, полученной после совместного культивирования *K. lactis* Y-1333 и *Lb. acidophilus* В. Практически во всем диапазоне рН повышение температуры способствовало увеличению активности фермента. Максимальное её значение наблюдалось при рН 7,0 ÷ 7,5 и температуре 60°C. Однако при этой же температуре, но рН 5,0 ÷ 6,6 активность бета-галактозидазы оставалась высокой и была лишь на 18 % ниже максимума. Температура 50°C обеспечила примерно одинаковый уровень активности фермента 0,8 ÷ 0,9 МЕ/см<sup>3</sup>, который незначительно зависел от значения рН, расхождение в данных не превышало 13%.

Результаты влияния рН и температуры на активность бета-галактозидаз *K. marxianus* Y-1338 и *Lb. acidophilus* в после их отдельного и совместного культивирования представлены на диаграммах (рисунок 4).

Полученные данные позволяют говорить о том, что среди исследованных штаммов дрожжей наименьшей активностью обладала бета-галактозидаза *K. marxianus* Y-1338, при чем максимальное её значение находилось на уровне (0,11±0,01) МЕ/см<sup>3</sup> и было получено при нейтральном значении рН 7,0 ÷ 7,5 и температуре 60°C. Минимальная активность наблюдалась в области пониженного рН 5,0 ÷ 6,0, и не превышала (0,07±0,01) МЕ/см<sup>3</sup>. Активность фермента после совместного культивирования *K. marxianus* Y-1338 и *Lb. acidophilus* В была практически в 8 раз выше, чем бета-галактозидазы отдельно дрожжей и продемонстрировала оптимум действия при температуре 60°C и рН 6,0 ÷ 6,6.

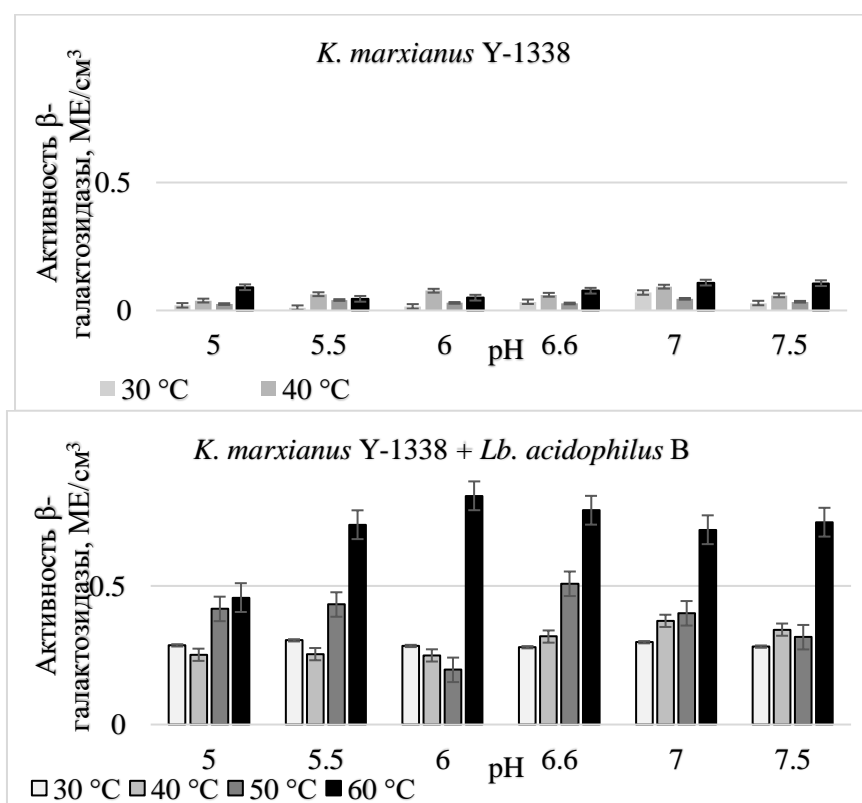


Рисунок 4 – Зависимость активности бета-галактозидаз *K. marxianus* Y-1338 и *Lb. acidophilus* В после их отдельного и совместного культивирования от рН и температуры.

Figure 4 – Dependence of beta-galactosidase activity of *K. marxianus* Y-1338 and *Lb. acidophilus* B after their separate and co-cultivation on pH and temperature.

Источник: составлено авторами

Source: compiled by authors

**Заключение.** Таким образом, полученные результаты подтверждают имеющуюся в литературных источниках информацию о том, что на активность и стабильность бета-галактозидазы оказывают влияние: её продуцент, активная кислотность и температура.

Установлено, что фермент *Lb. acidophilus* В проявлял максимальную активность при температуре 60°C и pH 5,0, а бета-галактозидаза *St. thermophilus* В при 40°C и pH 5,0. Активность лактазы вязкой ацидофильной палочки в 2 раза превышала активность фермента вязкого термофильного стрептококка, обладала большей устойчивостью к действию температур и сохраняла стабильность практически во всем диапазоне pH. Среди дрожжевых ферментов лучшие результаты показал вид *K. lactis*, активность бета-галактозидазы которого в 4 раза превышала показатель *K. marxianus*. Для ферментов штаммов *K. lactis* Y-1333 и *K. lactis* Y-1339 были выявлены схожие результаты и оптимум действия при pH 5,0 и температуре 60°C.

Установлено также, что активность комбинированных ферментных препаратов дрожжей и молочнокислых микроорганизмов существенно превышала активность бета-галактозидазы после их отдельного культивирования, что может быть следствием влияния продуктов метаболизма (этилового спирта и молочной кислоты), накопленных в ходе двухэтапного процесса культивирования. В случае бета-галактозидазы, полученной в результате совместного культивирования дрожжей и молочнокислых микроорганизмов, оптимальными условиями можно считать pH 5,0 и 60°C в случае *K. lactis* Y-1333 + *St. thermophilus* В и *K. lactis* Y-1339 + *St. thermophilus* В, pH 7,0÷7,5 и 60°C для *K. lactis* Y-1333 + *Lb. acidophilus* В, pH 6,0÷6,6 и 60°C при использовании фермента *K. marxianus* Y-1338 + *Lb. acidophilus* В.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Ramirez S. R., Flores R. J. Properties of  $\beta$ -Galactosidases derived from Lactobacillaceae species and its capacity for galacto-oligosaccharides production. J Dairy Sci. 2023. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23392>
- Bhalla T. C., Devi A., Angmo K. et al.  $\beta$ -Galactosidase from Lactobacillus brevis PLA28: Purification, Characterization and Synthesis of Galacto-oligosaccharides. Journal of Food & Industrial Microbiology. 2015. Vol. 1. Issue 1. P. 1000104.
- Lee Y. J., Kim C. S., Oh D. K. Lactulose production by beta-galactosidase in permeabilized cells of Kluyveromyces lactis // Appl Microbiol Biot. 2004. Vol. 64. P. 787–793.
- Song Y. S., Shin H. Y., Lee J. Y. et al. b-galactosidase immobilised microreactor fabricated using a novel technique for enzyme immobilisation and its application for continuous synthesis of lactulose // Food Chem. 2012. Vol. 133(3). P. 611–617.
- Guerrero C., Vera C., Plou F. et al. Influence of reaction conditions on the selectivity of the synthesis of lactulose with microbial b-galactosidases // J Mol Catal B Enzym. 2011. Vol. 72(3–4). P. 206–212.
- Guerrero C., Vera C., Conejeros R. et al. Transgalactosylation and hydrolytic activities of commercial preparations of  $\beta$ -galactosidase for the synthesis of prebiotic carbohydrates // Enzyme Microb Technol. 2015. Vol. 70. P. 9-17. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2014.12.006>
- Hasem A., Ismail S., Helmy W. et al. Factors affecting the production of lactulose by Lactobacillus acidophilus NRRL 4495 b-galactosidase and its biological activity. Malays J Microbiol. 2013. Vol. 11(3). P. 1–6.
- Патент RU 2622078 С1, МПК С12N 9/14. Способ получения комбинированного ферментного препарата бета-галактозидаз / Рябцева С. А., Скрипнюк А. А., Котова А. А., Храпцов А. Г., Родная А. Б., Лодыгин А. Д., Мартак А. А. // приор. 12.01.2016, опубл. 9.06.2017, бюл. № 16.
- Inchaurredo V. A., Yantorno O. M., Voget C. E. Yeast growth and beta-galactosidase production during aerobic batch cultures in lactose-limited synthetic medium. Process biochemistry. 1994. Vol. 29. Issue 1. P. 47–54. [https://doi.org/10.1016/0032-9592\(94\)80058-8](https://doi.org/10.1016/0032-9592(94)80058-8)
- Muñoz R., Viveros N., Bevilacqua A., Pérez M.S., Arévalo-Villena M. Effects of ultrasound treatment on wine microorganisms // Ultrasonics Sonochemistry. 2021. Vol. 79. P. 1057–1075. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2021.105775>

#### REFERENCES

- Ramirez SR, Flores RJ. Properties of  $\beta$ -Galactosidases derived from Lactobacillaceae species and its capacity for galacto-oligosaccharides production. J Dairy Sci. 2023. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23392>
- Bhalla TC, Devi A, Angmo K et al.  $\beta$ -Galactosidase from Lactobacillus brevis PLA28: Purification, Characterization and Synthesis of Galacto-oligosaccharides. Journal of Food & Industrial Microbiology. 2015;1(1):1000104.
- Lee YJ, Kim CS, Oh DK. Lactulose production by beta-galactosidase in permeabilized cells of Kluyveromyces lactis. Appl Microbiol Biot. 2004;64:787-793.
- Song YS, Shin HY, Lee JY et al. b-galactosidase immobilised microreactor fabricated using a novel technique for enzyme immobilisation and its application for continuous synthesis of lactulose. Food Chem. 2012;133(3):611-617.
- Guerrero C, Vera C, Plou F et al. Influence of reaction conditions on the selectivity of the synthesis of lactulose with microbial b-galactosidases. J Mol Catal B Enzym. 2011;72(3-4):206-212.

6. Guerrero C, Vera C, Conejeros R et al. Transgalactosylation and hydrolytic activities of commercial preparations of  $\beta$ -galactosidase for the synthesis of prebiotic carbohydrates. *Enzyme Microb Technol.* 2015;70:9-17. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2014.12.006>
7. Haseem A, Ismail S, Helmy W et al. Factors affecting the production of lactulose by *Lactobacillus acidophilus* NRRL 4495  $\beta$ -galactosidase and its biological activity. *Malays J Microbiol.* 2013;11(3):1-6.
8. Patent RU 2622078 C1, IPC C12N 9/14. Method for producing a combined enzyme preparation of beta-galactosidases / Ryabtseva S. A., Skripnyuk A. A., Kotova A. A., Khramtsov A. G., Rodnaya A. B., Lodygin A. D., Martak A. A. // prior. 12.01.2016, published 9.06.2017, bulletin No. 16. (In Russ.).
9. Inchaurredo VA, Yantorno OM, Voget CE. Yeast growth and beta-galactosidase production during aerobic batch cultures in lactose-limited synthetic medium. *Process biochemistry.* 1994;29(1):47-54. [https://doi.org/10.1016/0032-9592\(94\)80058-8](https://doi.org/10.1016/0032-9592(94)80058-8)
10. Muñoz R, Viveros N, Bevilacqua A, Pérez MS, Arévalo-Villena M. Effects of ultrasound treatment on wine microorganisms. *Ultrasonics Sonochemistry.* 2021;79:1057-1075. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2021.105775>

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Мария Александровна Шпак** – доцент кафедры технологии машиностроения и техносферной безопасности, инженерный институт, Северо-Кавказский федеральный университет, Scopus ID: 57222360209, <https://orcid.org/0000-0002-0119-9061>, [Imaria.bratsikhina@yandex.ru](mailto:Imaria.bratsikhina@yandex.ru)

**Светлана Андреевна Рябцева** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры прикладной биотехнологии, факультет пищевой инженерии и биотехнологий имени академика А.Г. Храмцова, Северо-Кавказский федеральный университет, Scopus ID: 57201977346

**Алексей Дмитриевич Лодыгин** – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой прикладной биотехнологии факультета пищевой инженерии и биотехнологий имени академика А.Г. Храмцова, Северо-Кавказский федеральный университета, Scopus ID: 57021535400

**Полина Ивановна Корниенко** – студент кафедры прикладной биотехнологии, факультет пищевой инженерии и биотехнологий имени академика А.Г. Храмцова, Северо-Кавказский федеральный университет

**Полина Сергеевна Колядина** – студент кафедры прикладной биотехнологии, факультет пищевой инженерии и биотехнологий имени академика А.Г. Храмцова, Северо-Кавказский федеральный университет

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Maria A. Shpak** – Associate Professor of the Department of Engineering Technology and Technosphere Safety, Engineering Institute, North-Caucasus Federal University, Scopus ID: 57222360209, <https://orcid.org/0000-0002-0119-9061>, [Imaria.bratsikhina@yandex.ru](mailto:Imaria.bratsikhina@yandex.ru)

**Svetlana A. Ryabtseva** – Dr. Sci. (Techn.), Professor, Professor of the Department of Applied Biotechnology, Faculty of Food Engineering and Biotechnology named after Academician A.G. Khramtsov, North-Caucasus Federal University, Scopus ID: 57201977346

**Aleksey D. Lodygin** – Head of Applied Biotechnology Department, Faculty of Food Engineering and Biotechnology named after Academician A.G. Khramtsov, North-Caucasus Federal University, Dr. Sc. (Techn.), Associate Professor; Scopus ID: 57021535400

**Polina I. Kornienko** – Student of Applied Biotechnology Department, Faculty of Food Engineering and Biotechnology named after Academician A.G. Khramtsov, North-Caucasus Federal University

**Polina S. Kolyadina** – Student of Applied Biotechnology Department, Faculty of Food Engineering and Biotechnology named after Academician A.G. Khramtsov, North-Caucasus Federal University

**Вклад авторов:** все авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию: 13.03.2024;  
одобрена после рецензирования: 19.04.2024;  
принята к публикации: 12.06.2024.*

*The article was submitted: 13.03.2024;  
approved after reviewing: 19.04.2024;  
accepted for publication: 12.06.2024.*

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 86-98.  
Modern Science and Innovations.  
2024;2(46):86-98.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ  
ПРОДУКТОВ /  
TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS

Научная статья / Original article

УДК 637.522  
<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.9>

Андрей Леонидович Алексеев  
[Andrey L. Alekseev]<sup>1\*</sup>,

Ольга Евгеньевна Кротова  
[Olga E. Krotova]<sup>2</sup>,

Оксана Николаевна Кониева  
[Oksana N. Konieva]<sup>3</sup>,

Сергей Николаевич Дудченко  
[Sergey N. Dudchenko]<sup>4</sup>,

Анастасия Романовна Каплуненко  
[Anastasia R. Kaplunenko]<sup>5</sup>,

Анетта Романовна Стрельченко  
[Anetta R. Strelchenko]<sup>6</sup>

### Использование биологически активных добавок растительного происхождения в колбасном производстве

### The use of biologically active additives of plant origin in sausage production

<sup>1, 2, 4, 5, 6</sup>Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия /  
Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

<sup>3</sup>Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, г. Элиста, Россия /  
Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, Elista, Russia

\*Автор, ответственный за переписку: Андрей Леонидович Алексеев, [donen@mail.ru](mailto:donen@mail.ru) /  
Corresponding author: Andrey L. Alekseev, [donen@mail.ru](mailto:donen@mail.ru)

**Аннотация.** Пищевые добавки, позволяющие регулировать функционально-технологические свойства, обеспечивать качественные и количественные характеристики готовых изделий имеют существенное значение в мясных технологиях. Продукты переработки семян льна, вследствие высокой концентрации функционально ценных компонентов и выраженным технологическим свойствам белка и полисахаридов, являются идеальным компонентом для замещения мясного сырья в колбасных изделиях. Цель работы – разработка технологии мясных продуктов, обогащенных биологически активными добавками растительного происхождения на основе семян льна. Теоретическая часть исследований проведена на базе кафедры пищевых технологий ДонГАУ, выработка опытных партий продуктов - в производственных условиях ООО «Мясокомбинат», с. Развильное, Песчанокопский р-н, Ростовская область. Цель исследований – изучить возможность использования семян льна в качестве белковой добавки в технологии производства колбасных изделий. Установлено, что введение в рецептуры мясопродуктов добавки семян льна улучшает органолептические и физико-химические характеристики готовых изделий. Опытные образцы отличались более нежной консистенцией и более высокой однородностью фарша на разрезе, отмечено также увеличение массовой доли белка и уменьшение доли жира. Разработана технология производства колбас с биологической активной добавкой на основе семян льна, функциональные свойства и пищевая ценность которого в сочетании с экономической целесообразностью позволяют использовать его в качестве белкового ингредиента при производстве комбинированных колбас.

**Ключевые слова:** биологически активная добавка, функционально-технологические свойства, пищевая ценность, колбасы, органолептические характеристики

© Алексеев А. Л., Кротова О. Е., Кониева О. Н., Дудченко С. Н., Каплуненко А. Р., Стрельченко А. Р., 2024

**Для цитирования:** Алексеев А. Л., Кротова О. Е., Кониева О. Н., Дудченко С. Н., Каплуненко А. Р., Стрельченко А. Р. Использование биологически активных добавок растительного происхождения в колбасном производстве // Современная наука и инновации. 2024. № 2 (46). С. 86-98. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.9>

**Abstract.** Food additives that allow regulating functional and technological properties, providing qualitative and quantitative characteristics of finished products are essential in meat technologies. Flax seed processing products, due to the high concentration of functionally valuable components and pronounced technological properties of protein and polysaccharides, are an ideal component for replacing meat raw materials in sausage products. The purpose of the work is to develop the technology of meat products enriched with biologically active additives of plant origin based on flax seeds. The theoretical part of the research was carried out on the basis of the Department of Food Technologies of DonGAU, the development of experimental batches of products was carried out in the production conditions of LLC "Meat Processing Plant", Razvilnoye village, Peschanokopsky district, Rostov region. The purpose of the research is to study the possibility of using flax seeds as a protein additive in sausage production technology. It has been established that the introduction of flax seed additives into the formulations of meat products improves the organoleptic and physico-chemical characteristics of finished products. The prototypes were distinguished by a more delicate consistency and higher uniformity of minced meat on the cut, an increase in the mass fraction of protein and a decrease in the proportion of fat were also noted. A technology for the production of sausages with a biologically active additive based on flax seeds has been developed, the functional properties and nutritional value of which, combined with economic feasibility, allow it to be used as a protein ingredient in the production of combined sausages.

**Keywords:** biologically active additive, functional and technological properties, nutritional value, sausages, organoleptic characteristics

**For citation:** Alekseev AL, Krotova OE, Konieva ON, Dudchenko SN, Kaplunenko AR, Strelchenko AR. The use of biologically active additives of plant origin in sausage production. *Modern Science and Innovations*. 2024;2(6):86-98. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.9>

**Introduction.** The development of recipes for new types of meat products should be based, first of all, on medical and biological aspects; the products being developed must comply with physiological nutritional standards in terms of biological and nutritional value or be close to them [1, 4].

Proteins constitute the most expensive and scarce component of food diets, and therefore it is absolutely necessary to justify acceptable and realistic ways of directly using in nutrition that part of plant protein, which until recently has been used with low efficiency [9, 13].

Plant raw materials, unlike meat, are rich in micro and macroelements, vitamins, including fiber, pectin substances, i.e. is a source of biologically active substances that are lacking in meat. The use of plant raw materials in the production of meat products allows not only to enrich them with functional ingredients and increase digestibility, but also to obtain products that meet physiological nutritional standards [3, 11, 16].

Of particular interest is the production of protein preparations based on flax and its processed products, as a promising source of protein and vegetable raw materials. Flax seeds contain various organic compounds and nutrients: complete plant protein, mineral elements, fiber, vitamins A, B, E, F [2, 10].

**Materials and research methods.** These studies were carried out at the Department of Food Technologies of the Don State Agrarian University. The purpose of the research is to study the possibility of using flax seeds as a protein additive in sausage production technology.

The following research objects were used: flaxseed flour produced by the Research and Production Association "Siberian Oil Company" LLC and meat raw materials - first grade trimmed beef, low-fat trimmed pork, semi-fat trimmed pork, pork belly.

Experimental studies included the use of modern physicochemical, structural-mechanical, functional-technological, microbiological and organoleptic research methods, according to GOST [5, 6, 7, 8].

**Research results and their discussion.** The many valuable properties of flaxseeds and their processed products make this production promising all over the world. 100 g of flaxseed contains 24% of the daily protein intake, fats - 50% and carbohydrates - 9%. The nutritional value of flax seeds is presented in Table 1.

**Table 1 – Nutritional value of flax seeds**

Indicators	Squirrels	Fats	Carbohydrates
Quantity	18.29 G	42.16 G	1.58 G
Calorie content	~ 73.16 kcal	~ 379.44 kcal	~ 6.32 kcal
Energy ratio	13%	71%	1%

Of the fat-soluble vitamins, flaxseed contains E and K. Of the water-soluble vitamins, there are vitamins C, B1, B2, B3 (PP), B4, B5, B6 and B9 (Table 2).

**Table 2 – Chemical compound seeds flax**

Magnitude	Quantity per 100 grams
Water	6.96 grams
Alimentary fiber	27.3 grams
Mono- and disaccharides	1.55 grams
Vitamins	B1, B2, B3, B5, B6, B9, C, E, K, PP, Choline
Minerals	Potassium (813 mg.), Calcium (255 mg.), Magnesium (392 mg.), Sodium (30 mg.), Phosphorus (642 mg.), Iron (5.73 mg.), Copper (1220 mcg.) and etc.

The presence of magnesium and potassium helps strengthen the heart muscle, improve hematopoietic processes and maintain normal functioning of the nervous system [15].

Table 3 shows the amino acid composition of flax seeds.

**Table 3 – Amino acid composition of flax seeds**

Name	Content per 100 grams
<b>Essential amino acids</b>	
threonine	0.77 g
valine	1.07 g
methionine	0.37 g
isoleucine	0.9 g
leucine	1.24 g
phenylalanine	0.96 g
tryptophan	0.3 g
lysine	0.87 g
<b>Nonessential amino acids</b>	
asparagine	2.05 g
serine	0.97 g
glutamic acid	4.04 g
proline	0.81 g
glycine	1.25 g
cysteine	0.34 g
tyrosine	0.49 g
histidine	0.47 g
arginine	1.93 g

When assessing the prospects for using flax seeds in the technology of meat products as components that impart functional properties to new products, it is important to know the level of their safety. The content of toxic elements, aflatoxin, nitrosamines, hormonal drugs and pesticides in seeds should not exceed the maximum permissible levels established by the hygienic

requirements for the quality and safety of food raw materials and food products SanPiN 2.3.2.560-96 [12].

Microbiological safety indicators of flax seeds are presented in table. 4.

**Table 4 – Microbiological safety indicators of flax seeds**

Indicator name	Indicator value	
	Flax seeds	GOST 31645-2012
<b>KMAFAnM, CFU/g</b>	$3.2 \cdot 10^3$	No more than $5 \cdot 10^4$
<b>Yeast, CFU/g</b>	Not detected	No more than 100
<b>Mold, CFU/g</b>	Not detected	No more than 200
<b>Coliforms in 0.1 g of product</b>	Not detected	Not allowed

The data obtained indicate that for all safety indicators according to SanPin 2.3.2.1078–01, no excesses of established standards were found, which characterizes the studied flax seed samples as a safe raw material suitable for use as food components in food products.

Requirements for the permissible level of toxic substances in food products are regulated by Sanitary and Epidemiological Rules and Standards SanPin 2.3.2.1078-01. The content of toxic elements in flax seeds does not exceed the permissible level regulated by SanPin 2.3.2.1078-01 (Table 5).

**Table 5 – Content of toxic elements in flax seeds**

Toxic element	Content	Acceptable level according to SanPiN
<b>Lead</b>	$0.34 \pm 0.028$	1.0
<b>Cadmium</b>	$0.06 \pm 0.007$	0.1
<b>Copper</b>	$10.1 \pm 0.11$	Not standardized
<b>Zinc</b>	$48.7 \pm 0.18$	Not standardized

The lead content in flax seeds does not exceed 30%, and the cadmium content does not exceed 65% of the permissible level in oilseeds. Content of copper and zinc in food products since 2001. SanPiN does not regulate, however, according to the international trade rules approved by the FAO/WHO commission, seven heavy metals, including copper and zinc, are controlled in food products. In the studied samples of flax seeds, the content of these elements does not exceed the level that was established for oilseeds according to SanPiN of 1996 (for copper - 10 mg/kg, for zinc - 50 mg/kg).

Flaxseed flour is made from flaxseed by grinding and cleaning the flaxseed, and the resulting raw material is then defatted and dried. Defatting is an important step in the flour preparation process, so flour and ground flaxseed are completely different products [14].

Flaxseed flour is a free-flowing brown powder with dark inclusions of undestroyed seed shells, sweetish in taste, with a slight bitterness, and has a faint herbaceous odor (Fig. 1).



**Figure 1 – Flaxseed flour**

The amount of protein in flaxseed flour reaches 50% of the total mass of the product; the content of fat and carbohydrates is lower. About 30% comes from fiber and dietary fiber (Table 6).

**Table 6 – Nutritional value of flax seeds and flaxseed flour (g/100 g of product)**

Index	Flax seeds	Flaxseed flour
Protein	18.29	40.5
Fat	42.16	10.2
Carbohydrates	28.9	9.0
Alimentary fiber	27.3	33.7
Calorie content	534 kcal	270 kcal
Ash	3.72	5.79

Dietary fiber in flax flour is 33.7 g, which significantly exceeds this figure in wheat flour. A distinctive feature of flaxseed flour is that all vitamins and minerals are easily absorbed by the body. The nutritional value of low-fat flaxseed meal is presented in table. 7.

**Table 7 – Nutritional value of flaxseed flour**

Indicator name	Meaning
Moisture content, %	5.0
Mass fraction of fat (per a.s.v.), %	1.5
Mass fraction of crude protein (at dry weight), %	49.6
Mass fraction of crude fiber (on a.s.v. basis), %	5.0
Ash content, %	2.9

A significant amount of protein contained in flaxseed flour allows this product to be used as an additive to products with low nutritional value. Flaxseed flour proteins have high biological value, as they have a fairly balanced amino acid composition. The completeness of the amino acid composition is characterized by an adequate content of essential amino acids, sufficient to maintain the growth of the body (Table 8).

**Table 8 – Biological value of flaxseed flour**

Essential amino acids	Flaxseed flour/100g product	Amino acid score
Isoleucine	2.78	1.42
Leucine	4.78	1.40
Lysine	2.12	0.79
Methionine + Cystine	2.06	1.20
Phenylalanine + Tyrosine	7.80	2.65
Threonine	3.01	1.54
Tryptophan	1.67	3.41
Valin	4.01	1.64

The only limiting amino acid in flaxseed flour is lysine. Flaxseed flour is characterized by a high content of sulfur-containing acids.

The beneficial properties and nutritional value of flax seed flour allow it to be used as a dietary supplement of plant origin. in the technology of production of meat products.

To study the effect of flax flour on the FTS of model minced meat systems, we used the recipe for the Armavir sausage (category B), produced in accordance with GOST 31785-2012 "Semi-smoked sausages. Technical specifications" without additives (control) and using flaxseed flour instead lean raw meat - trimmed beef (test samples).

Based on an analysis of literary sources, it was established that in the production technology of meat-and-vegetable sausages, the share of herbal preparations is within limits not exceeding 20%. When preparing a hydrated herbal preparation, the ratio of dry preparation: water was 1:2. Recipes for experimental minced meats with different levels of substitution are presented in Table. 9.

**Table 9 – Recipes of experimental minced meat**

Name of ingredients	Control	Prototypes		
		10%	15%	20%

Unsalted raw materials, kg (per 100 kg of raw materials)				
Trimmed beef 1st grade	20.0	18.0	17.0	16.0
Pork, trimmed, lean	20.0	20.0	20.0	20.0
Pork, trimmed, semi-fat	30.0	30.0	30.0	30.0
Pork belly	30.0	30.0	30.0	30.0
Hydrated flax meal	-	2.0	3.0	4.0
Total	100.0		100.0	100.0

With an increase in the amount of additive based on flax seed flour in model minced meat systems, the moisture-binding capacity of minced meat increases; the increase in WSS when adding a protein additive to a meat emulsion is associated with the biochemical properties of the additive, capable of binding water and forming a water-protein matrix (Fig. 2).

The emulsifying ability and stability of minced meat emulsion characterize the interaction of fat, protein and water. The system consists of a dispersed phase - hydrated protein micelles, fat granules and a dispersion medium - an aqueous solution of proteins and low molecular weight substances. An additive based on flax seed flour helps create a stable meat emulsion and is involved in regulating the properties of the protein component of minced meat (Fig. 3).

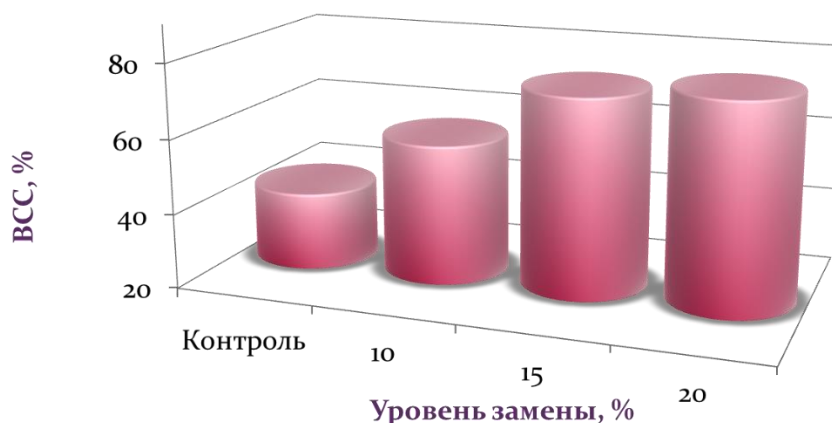


Figure 2 – The effect of the amount of flax flour additive on the moisture binding capacity of minced meat

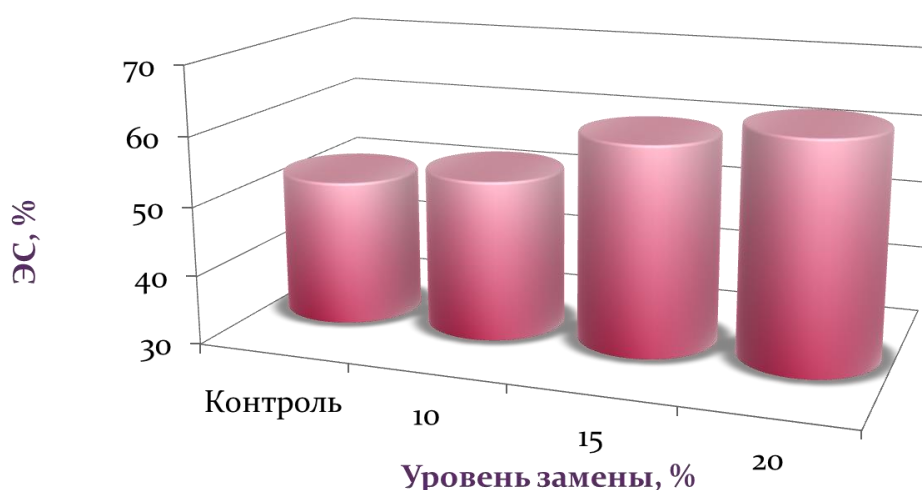


Figure 3 – The effect of the amount of flaxseed flour additive on the emulsifying ability of minced meat

As a result of a study of the influence of an additive based on flax flour on the structural and mechanical characteristics of finished products, it was found that at a replacement level of up to

15%, flax flour effectively improves elastic-plastic properties, increasing the density and juiciness of meat products. Flax flour at a 20% replacement level does not cause significant changes in rheological parameters, but contributes to the deterioration of the organoleptic properties that characterize the consistency of sausage products.

Analysis of research results indicates that the optimal level of replacement of meat raw materials is a mass fraction of flaxseed flour of 15 %. The research methodology involved the production of semi-smoked sausage with the replacement of 15% of ground beef with flax seed flour, based on the recipe for Armavir sausage (GOST 31785-2012 Semi-smoked sausages). The recipe for semi-smoked sausages without the use (control sample) and with the use (test sample) of a protein additive based on flaxseed flour instead of raw meat is presented in Table 10.

**Table 10 – Formulation of semi-smoked sausages**

name of raw materials	Control sample	Prototype
<b>Unsalted raw materials, kg (per 100 kg of raw materials)</b>		
Trimmed beef 1st grade	20.0	17.0
Pork, trimmed, lean	20.0	20.0
Pork, trimmed, semi-fat	30.0	30.0
Pork belly	30.0	30.0
Hydrated flax seed meal	-	3.0
<b>Food additives, spices, materials, kg (per 100 kg of unsalted raw materials)</b>		
Sugar	0.135	0.135
Table salt	3.000	3.000
Sodium nitrite	0.008	0.008
Black pepper ground	0.100	0.100
Before fragrant ground	0.090	0.090
Fresh garlic	0.200	0.200

One of the technological risks when fortifying food products, which is accompanied by modification of the recipe composition, is a change in their organoleptic properties. This becomes a critical control point in the development of functional foods. Therefore, special attention was paid to preserving the organoleptic characteristics of sausage samples when replacing raw meat with flour. A comparative assessment of the organoleptic characteristics of the control and experimental sample of semi-smoked sausages in accordance with the requirements of GOST 31785–2012 is presented in Table 11.

**Table 11 – Organoleptic assessment of the quality indicators of the developed semi-smoked sausages**

Indicator name	Characteristics of the indicator		
	Control sample	Prototype	Requirements GOST 31785–2012
Appearance	Loaves with a clean, dry surface, without stains, slips, shell damage, minced meat deposits		
Consistency	Dense		Dense
Color and type of minced meat	Red	Rose red	Pink to dark red
Smell and taste	Characteristic for this type of product, without foreign tastes and odors, the taste is slightly spicy, moderately salty with a pronounced aroma of spices		Characteristic for this type of product, without foreign tastes and odors, the taste is slightly spicy, moderately salty with a pronounced aroma of spices

The organoleptic assessment of the samples and the consumer properties of the sausage were assessed on a 5-point scale, taking into account the following indicators: taste and aroma, cut color, appearance, consistency. Organoleptic evaluation of prototypes and consumer properties of sausages are presented in Table 12.

**Table 12 – Comparative assessment of consumer properties of semi-smoked sausages (points)**

Index	Control sample	Prototype
<b>Taste and aroma</b>	4.7	4.5
<b>Color on the section</b>	5.0	5.0
<b>Appearance</b>	5.0	5.0
<b>Consistency</b>	5.0	4.9
<b>Average score</b>	4.9	4.8

The use of a protein additive based on flaxseed flour improves to a greater extent the plastic properties and juiciness, without affecting the elasticity and density of meat products. It should be noted that the experimental sample, produced with the addition of flaxseed flour as a vegetable additive, was practically not inferior to the control sample.

There were minor differences in the commission's assessment of such indicators as taste and aroma (0.2 points), consistency (0.1 points). The addition of herbal additive enriches prototypes of boiled sausages with vitamins, macro- and microelements, and other biologically active substances, which increases their biological value and transforms them into a range of functional food products.

Sausages, like other meat products, are the main sources of protein, so their nutritional value should be determined by both the total protein content and the amount of complete proteins. The amount of fat should be within the limits at which the quality indicators of sausages improve (taste, consistency), since in excessive quantities fat impairs the taste of products and their digestibility. The main physical and chemical parameters of semi-smoked sausages are presented in Table 13.

**Table 13 – Physico-chemical parameters of semi-smoked sausages**

Index	Requirements GOST 31785-2012	Sample data	
		Control	Experienced
<b>Mass fraction of moisture, %, no more</b>	44	43.0±0.16	42.3±0.12
<b>Mass fraction of protein, %, not less</b>	14	14.3±0.08	14.6±0.10
<b>Mass fraction of fat, %, no more</b>	42	39.7±0.19	39.5±0.03
<b>Mass fraction of sodium chloride, %, no more</b>	3.2	3.1±0.02	2.9±0.03
<b>Mass fraction of sodium nitrite, %, no more</b>	0.005	0.005	0.005

The research results indicate that the experimental and control samples of sausages met the requirements of GOST 31785-2012 in terms of physical and chemical indicators, however, in the experimental sample, compared to the control sample, there was a decrease in the mass fraction of moisture by 0.7% ( $p \geq 0.95$ ), fat by 0.2% and an increase in the proportion of protein by 0.3%.

The concept of quality of meat products implies not only the presence of the desired sensory characteristics, but also ensuring its safety. The research methodology included determining the total bacterial contamination of the finished product (QMAFAnM), the presence of opportunistic microorganisms - coagulase-positive staphylococcus (*S. aureus*), sulfite-reducing clostridia (*C.*

perfringens), bacteria of the genus *Proteus* (*P. vulgaris*) and pathogenic microorganisms of the genus *Salmonella*. Microbiological parameters of sausage products are presented in Table 14.

**Table 14 – Microbiological parameters of boiled sausages**

Name of product samples, ND standardizing safety indicators	Microbiological safety indicators	Permissible levels, mg/kg, no more	Numbers of RD regulating test methods	Detected concentration, mg/kg
Sowing time: 3 days	KMAFAnM, CFU/g, no more	$1 \times 10^3$	GOST 10444.15-94	$1.2 \times 10^2$
Sowing time: 6 days	KMAFAnM, CFU/g, no more	$1 \times 10^3$	GOST 10444.15-94	$1.7 \times 10^2$
Sowing time: 9 days	KMAFAnM, CFU/g, no more	$1 \times 10^3$	GOST 10444.15-94	$2.4 \times 10^2$
Sowing time: 12 days	KMAFAnM, CFU/g, no more	$1 \times 10^3$	GOST 10444.15-94	$3.6 \times 10^2$
Sowing time: 15 days	KMAFAnM, CFU/g, no more	$1 \times 10^3$	GOST 10444.15-94	$5.2 \times 10^2$
Sowing time: 18 days	KMAFAnM, CFU/g, no more	$1 \times 10^3$	GOST 10444.15-94	$6.5 \times 10^2$
Sowing time: 21 days	KMAFAnM, CFU/g, no more	$1 \times 10^3$	GOST 10444.15-94	$7.9 \times 10^2$

It should be noted that all samples of sausages with protein additives meet the requirements of SanPiN according to microbiological safety indicators. The results of bacteriological studies of samples of cooked sausages are presented in table. 15.

**Table 15 – Results of bacteriological studies of sausage samples during 21 days of storage**

Indicator name	Acceptable levels, no more than:	Time, day	Control 1	Replacement level	
				10%	20%
Coliform bacteria, <i>S. aureus</i> , are not allowed in (g) of the product	1.0	3-21		not found in 1.0 g	
Sulfite-reducing clostridia are not allowed in (d) product	0.1	3-21		not found in 0.1 g	
Pathogenic microorganisms, including salmonella, are not allowed in the product	25.0	3-21		not detected in 25.0g	

According to biometric processing data, the total number of microorganisms was within acceptable limits, which indicates the positive effect of the protein additive on reducing the total microbial contamination of the meat product.

To substantiate the economic feasibility and efficiency of the production of semi-smoked sausages with a protein additive based on flaxseed flour, calculations were made of the costs of main and auxiliary raw materials for the production of 100 kg semi-smoked sausages according to the traditional recipe and according to the developed one, using flaxseed flour (Tables 16 and 17).

**Table 16 – Calculation of the cost of basic raw materials for the production of semi-smoked sausages**

Name of main raw materials	Price 1 kg, rub.	Control sample		Prototype	
		Consumption, kg	Price	Consumption, kg	Price
Trimmed beef 1st grade	460.00	20.0	9200.00	17.0	7820.00
Pork, trimmed, lean	210.00	20.0	4200.00	20.0	4200.00
Pork, trimmed, semi-fat		30.0		30.0	

	230.00		6900.00		6900.00
<b>Pork belly</b>	270.00	30.0	8100.00	30.0	8100.00
<b>Hydrated flaxseed meal</b>	40.00	-	-	3.0	120.00
<b>Total:</b>	-	100.0	28400.00	100.0	27140.00

From the data presented it is clear that the cost of the main raw materials for the production of prototypes is lower than for the control, since the cost of flaxseed flour is 40 rubles. per 1 kg, which is significantly lower than the cost of raw meat.

**Table 17 – Calculation of the cost of auxiliary raw materials for the production of semi-smoked sausages**

Name of main raw materials	Price 1 kg, rub.	Control sample		Prototype	
		Consumption, g	Cost, rub.	Consumption, g	Cost, rub.
<b>Table salt</b>	10.00	2475.0	24.75	2475.0	24.75
<b>Sodium nitrite</b>	68.00	7.4	0.50	7.4	0.50
<b>Granulated sugar</b>	27.00	150.0	4.05	150.0	4.05
<b>Ground black pepper</b>	145.00	100.0	14.50	100.0	14.50
<b>Allspice</b>	170.00	100.0	17.00	100.0	17.00
<b>Fresh garlic</b>	137.00	120.0	16.44	120.0	16.44
<b>Total:</b>			77.24		77.24

These economic efficiency assessments indicate that the costs of the main raw materials for the production of prototypes with an additive based on flax seed flour are lower than for the control. The economic effect at a 15% level of replacement of lean meat raw materials with a protein vegetable additive amounted to 1260 rubles.

**Conclusion.** The conducted research allows us to recommend flaxseed flour as a protein additive in sausage production technology to increase their nutritional value, as well as to develop a range of functional products based on them. In comparison with the control, in the test samples there was a decrease in the mass fraction of fat, an increase in the total content of protein and carbohydrates, formulations containing from 15% to 20% flaxseed flour have a fairly high biological value. An organoleptic assessment of model minced meat systems showed that the use of a protein additive at a replacement level of up to 15% of raw meat effectively improves elastic-plastic properties, increasing the density and juiciness of meat products. Flax flour at a 20% replacement level does not cause significant changes in rheological parameters, but contributes to the deterioration of organoleptic properties.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Dorn G. A., Savenkova T. V., Sidorova O. S., Golub O. V. Confectionary goods for healthy diet // Foods and Raw Materials. 2015. Vol. 3. No. 1. P. 70–76.
2. Inglett G. E., Chen D., Lee S. Rheological properties of Barley and Flaxseed composites // Food and Nutrition Sciences, 2013. № 4. P. 41–48.
3. Алексеев А. Л., Кротова О. Е., Очирова Е. Н., Петренко В. С., Коломейченко А. И., Гладчук Т. Е., Кутыга М. А. Технологические особенности и перспективы использования растительно-белковых добавок при создании комбинированных мясных продуктов // Проблемы развития АПК региона. 2022. № 1 (49). С. 102–109.
4. Горлов И.Ф., Сложенкина М. И., Бушуева И. С. Улучшение потребительских свойств мясных продуктов за счет биологически активных веществ // Хранение и переработка сельхозсырья. 2013. № 5. С. 32–33.
5. ГОСТ 25011-2017 Мясо и мясные продукты. Методы определения белка. М.: Изд-во стандартов, 2017 -7с.

6. ГОСТ 31785 – 2012 Колбасы полукопченые, технические условия. М.: Изд-во стандартов, 2017 -6с.
7. ГОСТ 9793-2016. Мясо и мясные продукты. Методы определения влаги. М.: Изд-во стандартов, 2017 -6с.
8. ГОСТ 9959-2015 Продукты мясные. Общие условия проведения органолептической оценки. М: Изд-во стандартов, 2016. 18 с.
9. Исригова Т. А., Джамбулатов З. М., Салманов М. М. и др. Продукты питания – главный фактор здоровья // Известия Дагестанского ГАУ. 2019. № 3. С. 49–54.
10. Курдюков Е. Е., Семенова Е. Ф., Гаврилова Н. А. и др. Особенности химического состава льна семян // Вестник Пензенского государственного университета. 2019. № 4. С. 81–84.
11. Меренкова С. П., Савостина Т. В. Практические аспекты использования растительных белковых добавок в технологии мясных продуктов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2014. № 1. С. 23–29.
12. Наумова Н. Л., Бец Ю. А. Безопасность растительного сырья, применяемого в пищевых системах // Инновации и продовольственная безопасность. 2020. № 4. С. 65–70.
13. Рогов И. А., Орешкин Е. Н., Сергеев В. Н. Медико-технологические аспекты разработки и производства функциональных пищевых продуктов // Пищевая промышленность. 2017. № 1. С. 33–35.
14. Alekseev A., Krotova O., Tupolskikh T. et al. The Use of Pumpkin Plants as a Natural Biocorrector in the Technology of Functional Meat Products // Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East (AFE-2022): Agricultural Cyber-Physical Systems, Tashkent, 25–28 января 2023 года. Vol. 733–1. Zug: Springer Cham, 2024. P. 1119–1129. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-37978-9\\_108](https://doi.org/10.1007/978-3-031-37978-9_108)
15. Timofeenko T. I., Loboda A. S., Nikonovich S. N., Birbasova A. S. The Lioness and the amaranth mask-stands for biological activities for the new bad ones // Izvestiya vuzov. Food Technology. 2012. No. 1. P. 10–12.
16. Krotova O., Alekseev A., Ochirova E., Avetisyan E., Alekseeva M. The effectiveness of the use of vegetable-protein additives in the production of combined meat products // In the collection: XV International Scientific Conference "INTERAGROMASH 2022". Collection of materials of the 15th International Scientific Conference. Global Precision Ag Innovation 2022. Rostov-on-Don, 2023. С. 655–664.

#### REFERENCES

1. Dorn GA, Savenkova TV, Sidorova OS, Golub OV. Confectionary goods for healthy diet. Foods and Raw Materials. 2015;3(1):70-76.
2. Inglett GE, Chen D, Lee S. Rheological properties of Barley and Flaxseed composites. Food and Nutrition Sciences. 2013;4:41-48.
3. Alekseev AL, Krotova OE, Ochirova EN, Petrenko VS, Kolomeichenko AI, Gladchuk TE, Kutyga MA. Technological features and prospects for the use of vegetable-protein additives in the creation of combined meat products. Problemy razvitiya APK regiona = Problems of development of the regional agro-industrial complex. 2022;1(49):102-109. (In Russ.).
4. Gorlov IF, Slozhenkina MI, Bushueva IS. Improve of consumer properties of meat products through biologically active substances. Storage and Processing of Farm Products. 2013;5:32-33. (In Russ.).
5. GOST 25011-2017 Meat and meat products. Methods for determination of protein. Moscow: Publishing house of standards, 2017 -7s. (In Russ.).
6. GOST 31785 – 2012 Semi-smoked sausages, technical conditions. Moscow: Publishing house of standards, 2017 -6s. (In Russ.).
7. GOST 9793-2016. Meat and meat products. Methods for determining moisture. M: Publishing house of standards, 2017 -6s. (In Russ.).

8. GOST 9959-2015 Meat products. General conditions for organoleptic evaluation. M: Publishing house of standards, 2016 - 18s. (In Russ.).
9. Isrigova TA, Dzhambulatov ZM, Salmanov MM et al. Food is a main health factor. Daghestan GAU Proceedings. 2019;3:49-54. (In Russ.).
10. Kurdyukov EE, Semenova EF, GavriloVA NA et al. Features of the chemical composition of flax seeds. Vestnik of Penza state university. 2019;4:81-84. (In Russ.).
11. Merenkova SP, Savostina TV. Practical aspects of using plant protein supplements in meat product technology. Bulletin of the South Ural State University. Series "Food and Biotechnology". 2014;1:23-29. (In Russ.).
12. Naumova NL, Betz YuA. Safety of vegetable raw materials used in food systems. Innovations and Food Safety. 2020;4:65-70. (In Russ.).
13. Rogov IA, Oreshkin EN, Sergeev VN. Medical and technological aspects of the development and production of functional foods. Food processing Industry. 2017;1:33-35. (In Russ.).
14. Alekseev A, Krotova O, Tupolskikh T et al. The Use of Pumpkin Plants as a Natural Biocorrector in the Technology of Functional Meat Products. Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East (AFE-2022): Agricultural Cyber-Physical Systems, Tashkent, 25-28 January 2023. Vol. 733-1. Zug: Springer Cham, 2024;1119-1129. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-37978-9\\_108](https://doi.org/10.1007/978-3-031-37978-9_108)
15. Timofeenko TI, Loboda AS, Nikonovich SN, Birbasova AS. The Lioness and the amaranth mask-stands for biological activities for the new bad ones. Izvestiya vuzov. Food Technology. 2012;1:10-12.
16. Krotova O, Alekseev A, Ochirova E, Avetisyan E, Alekseeva M. The effectiveness of the use of vegetable-protein additives in the production of combined meat products. In the collection: XV International Scientific Conference "INTERAGROMASH 2022". Collection of materials of the 15th International Scientific Conference. Global Precision Ag Innovation 2022. Rostov-on-Don, 2023;655-664.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Андрей Леонидович Алексеев** – доктор биологических наук, профессор кафедры техники и технологии пищевых производств, Донской государственной технической университет, [donen@mail.ru](mailto:donen@mail.ru)

**Ольга Евгеньевна Кротова** – доктор биологических наук, профессор кафедры техники и технологии пищевых производств, Донской государственной технической университет, [Alb9652@yandex.ru](mailto:Alb9652@yandex.ru)

**Оксана Николаевна Кониева** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, [oksanakonieva@mail.ru](mailto:oksanakonieva@mail.ru)

**Сергей Николаевич Дудченко** – магистр, Донской государственной технической университет, [geens2018@gmail.com](mailto:geens2018@gmail.com)

**Анастасия Романовна Каплуненко** – магистр, Донской государственной технической университет, [kaplunenkonastasia@gmail.com](mailto:kaplunenkonastasia@gmail.com)

**Анетта Романовна Стрельченко** – магистр, Донской государственной технической университет, [annetastrike@gmail.com](mailto:annetastrike@gmail.com)

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Andrey L. Alekseyev** – Dr. Sci. (Biol.), Professor of the Department of Food Production Engineering and Technology, Don State Technical University, [donen@mail.ru](mailto:donen@mail.ru)

**Olga E. Krotova** – Dr. Sci. (Biol.), Professor of the Department of Technology and Technology of Food Production, Don State Technical University, [Alb9652@yandex.ru](mailto:Alb9652@yandex.ru)

**Oksana N. Konieva** – Cand. Sc. (Agricult.), Associate Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, [oksanakonieva@mail.ru](mailto:oksanakonieva@mail.ru)

**Sergey N. Dudchenko** – Master, Don State Technical University, [geens2018@gmail.com](mailto:geens2018@gmail.com)

**Anastasia R. Kaplunenko** – Master, Don State Technical University, [kaplunenkonastasia@gmail.com](mailto:kaplunenkonastasia@gmail.com)

**Anetta R. Strelchenko** – Master, Don State Technical University, [annetastrike@gmail.com](mailto:annetastrike@gmail.com)

**Вклад авторов:** все авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию: 10.02.2024;  
одобрена после рецензирования: 16.04.2024;  
принята к публикации: 10.06.2024.*

*The article was submitted: 10.02.2024;  
approved after reviewing: 16.04.2024;  
accepted for publication: 10.06.2024.*

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 99-117.  
Modern Science and Innovations.  
2024;2(46):99-117.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ  
ПРОДУКТОВ /  
TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS

Научная статья / Original article

УДК 664.681.9  
<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.10>

**Динара Сансызбаевна Мухамбеткалиева**  
[Dinara S. Mukhambetkaliyeva]<sup>1</sup>,  
**Асия Рафаильевна Абушаева**  
[Asia R. Abushaeva]<sup>2</sup>,  
**Мадина Карипуловна Садыгова**  
[Madina K. Sadygova]<sup>3\*</sup>,  
**Никита Александрович Семилет**  
[Nikita A. Semilet]<sup>4</sup>

**Исследование процесса пенообразования и реологических свойств взбивных десертов из растительного сырья**

**Investigation of the foaming process and rheological properties of whipped desserts from vegetable raw materials**

<sup>1, 2, 3, 4</sup>Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия / Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

\*Автор, ответственный за переписку: Мадина Карипуловна Садыгова, [sadigova.madina@yandex.ru](mailto:sadigova.madina@yandex.ru) / Corresponding author: Madina K. Sadygova, [sadigova.madina@yandex.ru](mailto:sadigova.madina@yandex.ru)

**Аннотация.** В статье представлены научно-практическое обоснование использования агара пищевого в качестве стабилизатора в технологии взбивного десерта. В качестве основного сырья в технологии взбивных десертов использовали пюре из плодов яблок. Плотность пены определяли, как отношение определенной массы пены к объему сосуда, измеренному с помощью дистиллированной воды, пенообразующей способности – как отношение высоты столба пены к высоте столба раствора рецептурных компонентов, устойчивость пены – как отношения высоты пены после 3 часов к первоначальной. Органолептические показатели качества определяли в соответствии с ГОСТ 32147-2013. Дегустационную оценку качества проводили по 20-бальной шкале. Физико-химические показатели качества определяли в соответствии с общепринятыми методиками: титруемая кислотность по ГОСТ 5898-87; массовая доля влаги – методом растворения навески; массовая доля золы – по ГОСТ 5901-2014; способность к синерезису (отделению влаги) взбивного десерта, для этого навески массой 20 грамм выдерживали в течение 5 суток при температуре 25°C в термостате, после чего объем выделившейся влаги замеряли мерным цилиндром. Оценка цвета была проведена на приборе для оперативного измерения цвета – колориметр NR-110 (Китай). Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) - по ГОСТ 33536-2015, дрожжей (ДО) и плесневых грибов (ПГ) – по ГОСТ 10444.12-88 определяли через 3-е суток хранения готовых изделий при температуре 0–+4°C по. Вязкость продукции определяют на приборе ротационный вискозиметр Brookfield модели DV2T. В результате проведенных исследований пришли к выводу, что выделяется образец с использованием в качестве стабилизатора агара пищевого, так как данные изделия характеризуются высокими органолептическими и реологическими показателями качества, не уступающими контрольному образцу. Для улучшения внешнего вида взбивного десерта и повышения пищевой ценности продукта решено использовать в изделии начинку из тыквы и лимона, а также посыпку из смеси какао-порошка и корицы. Пена с желатином (контрольный образец) обладает наименьшей плотностью (меньше, чем в образце 1 на 30,19%), это указывает на то, что в данном образце больше пузырьков воздуха образовалось в процессе взбивания массы. Пенообразующая способность соответственно контрольном образце выше, чем в образце 1 на 9,83%, что связано с белковой природой желатина. Но следует отметить более устойчивую

© Мухамбеткалиева Д. С., Абушаева А. Р., Садыгова М. К., Семилет Н. А., 2024

структуру пены с внесением агара пищевого (образец 1), даже после 3 часов выстаивания составляет 100%, что облегчает технологический процесс производства десертов из яблок, а также условия и срок хранения продукта. Экономические расчеты указывают на эффективность применимых решений. Использование вышеуказанных компонентов в технологии взбивного десерта позволяет расширить ассортимент халяльной и вегетарианской продукции с повышенной пищевой ценностью. Разработаны нормативно-технические документы на десерт диетический «Халяль» из яблок «Кызыксыну» (СТО, ТИ, РЦ 00493497-007-2022).

**Ключевые слова:** взбивные десерты, яблоки свежие, агар пищевой, органолептические показатели качества, физико-химические показатели качества, микробиологические показатели качества, пенообразующая способность, устойчивость пены, плотность пены, реологические свойства, экономическая эффективность

**Для цитирования:** Мухамбеткалиева Д. С., Абушаева А. Р., Садыгова М. К., Семилет Н. А. Исследование процесса пенообразования и реологических свойств взбивных десертов из растительного сырья // Современная наука и инновации. 2024. № 2 (46). С. 100-117. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.10>

**Abstract.** The article presents the scientific and practical justification for the use of food agar as a stabilizer in the technology of whipped dessert. Apple puree was used as the main raw material in the technology of whipped desserts. Foam density was determined as the ratio of a certain foam mass to the volume of the vessel measured using distilled water, foaming ability – as the ratio of the height of the foam column to the height of the column of the solution of prescription components, foam stability – as the ratio of the height of the foam after 3 hours to the original. Organoleptic quality indicators were determined in accordance with GOST 32147-2013. A tasting assessment of the quality was carried out by a 20-point school. Physico-chemical quality indicators were determined in accordance with generally accepted methods: titrated acidity according to GOST 5898-87; mass fraction of moisture – by dissolving the sample; mass fraction of ash – according to GOST 5901-2014; the ability to syneresis (separation of moisture) of the whipped dessert, for this purpose, 20 grams of suspension were kept for 5 days at a temperature of 25 °C in a thermostat, after which the volume of released moisture was measured with a measuring cylinder. The color assessment was carried out on a device for operational color measurement – colorimeter NR-110 (China). The number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms (KMAFAnM) – according to GOST 33536-2015, yeast (DO) and mold fungi (PG) – according to GOST 10444.12-88 was determined after 3 days of storage of finished products at a temperature of 0–+4 °C. The viscosity of the product is determined on the device by the Brookfield rotary viscometer DV2T model. As a result of the conducted research, it was concluded that a sample is isolated using food agar as a stabilizer, since these products are characterized by high organoleptic and rheological quality indicators that are not inferior to the control sample. To improve the appearance of the whipped dessert and increase the nutritional value of the product, it was decided to use a pumpkin and lemon filling in the product, as well as a sprinkle of a mixture of cocoa powder and cinnamon. Foam with gelatin (control sample) has the lowest density (less than in sample 1 by 30.19%), this indicates that in this sample more air bubbles were formed during the whipping of the mass. The foaming capacity in the control sample is 9.83% higher than in sample 1, which is due to the protein nature of gelatin. But it should be noted that the foam structure is more stable with the addition of food agar (sample 1), even after 3 hours of standing it is 100%, which facilitates the technological process of producing desserts from apples, as well as the conditions and shelf life of the product. Economic calculations indicate the effectiveness of the applicable solutions. The use of the above components in the technology of whipped dessert allows you to expand the range of halal and vegetarian products with increased nutritional value. Regulatory and technical documents have been developed for the dietary "Halal" dessert from "Kызыксыну" apples (СТО, ТИ, РЦ 00493497-007-2022).

**Keywords:** whipped desserts, fresh apples, food agar, organoleptic quality indicators, physico-chemical quality indicators, microbiological quality indicators, foaming ability, foam stability, foam density, rheological properties, economic efficiency

**For citation:** Mukhambetkaliyeva DS, Abushaeva AR, Sadygova MK, Semilet NA. Investigation of the foaming process and rheological properties of whipped desserts from vegetable raw materials. Modern Science and Innovations. 2024;2(46):100-117. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.10>

**Введение.** Особенностью взбивных десертов является то, что их подают к употреблению в охлажденном виде, данные изделия имеют желеобразную консистенцию

благодаря внесению в их рецептуры стабилизирующих веществ (крахмал, желатин, агар пищевой, агароид, пектиновые вещества, альгинаты и др.). Взбивные десерты получили широкое распространение в питании разных категорий Российских граждан, в частности в открытых сетях, детских садах, школах, больницах и др. Употребление данных продуктов повышает калорийность рациона за счет содержащихся в них большого количества сахара белого. В рецептуры взбивных десертов входят следующие ингредиенты: сахар белый, загустители и стабилизаторы, плодово-ягодное сырье, пюре, пищевые добавки, молочные продукты, которые характеризуются высокой долей жирности. К недостаткам данных изделий относятся несбалансированность по микронутриентному составу с одновременно высоким показателем энергетической ценности. [1, 2].

На сегодняшний день наблюдается рост потребителей, задумывающихся о составе и пищевой ценности рациона, причем все больше предпочтений потребители отдают рациональному питанию. Специализированные, функциональные и диетические продукты питания с каждым годом все больше занимают долю рынка. Причем все больше пользуются спросом халяльные и вегетарианские продукты питания. В ассортименте продукции пищевых предприятий фруктовые десерты пользуются большим спросом среди потребителей, так как обладают привлекательным вкусом, богатой пищевой ценностью и хорошей усвояемостью [3, 4].

Помимо высокой калорийности взбивные десерты также характеризуется рядом недостатков: ограниченное потребление для людей с ожирением, диабетом первого и второго типа, с нарушениями эндокринной системы и др. Углеводы обеспечивают энергетический баланс организма, но для категории людей с низкой физической активностью глюкоза накапливается и превращается в подкожную жировую прослойку и висцеральный жир. Избыточное жировое отложение способствует ухудшению кровоснабжения внутренних органов, а также приводит к повышению вероятности возникновения сахарного диабета, сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний [5, 6, 7, 8, 9, 10]. Кроме того, диетологи рекомендуют ограничить употребление сахара белого в связи с тем, что чрезмерное его потребление служит причиной нарушения метаболизма, углеводного обмена, наблюдается повышение содержания в организме липопротеинов низкой плотности и накопление лишнего веса [11, 12]. Употребление взбивных десертов зачастую способствует повышению уровня глюкозы в крови, которая оказывает влияние на проницаемость стенок артерий, из-за чего создаются благоприятные условия, которые обуславливают отложение на стенках сосудов липидов и слипание тромбоцитов, повышающие риск тромбообразования [13].

Актуальной задачей в настоящее время является снижение калорийности взбивных десертов без ухудшения органолептических показателей качества готовых изделий. Для этого необходимо подобрать низкокалорийные физиологически активных компоненты, позволяющих снизить калорийность продукта, повысить его пищевую ценность без ухудшения органолептических показателей. В данной работе было решено использовать в рецептуре взбивных десертов в качестве основного сырья яблоки свежие, а в качестве стабилизатора – агар пищевой [14, 15].

Известно использование плодов яблок в лечении онкологических заболеваний Университета Корнуолл, где были проведены исследование на лабораторных животных с опухолью груди, установлено, что через 3 недели употребления яблок их состояние улучшилось на 17% у группы животных, получивших суточную дозу равную одному яблоку, и на 30% – у животных, получавших в сутки в три раза больше яблочного экстракта [16, 17].

Были проведены исследования на людях, доказывающие, что употребление яблок служит профилактикой онкологических заболеваний. Ученые Боейр Дж. и Лиу Р. утверждали, что при ежедневном употреблении одного или более яблок снижается риск развития рака и возникновения сердечно-сосудистых заболеваний [18].

Насыщенных жиров и холестерина в яблоках нет, поэтому они подходят для людей с избыточным весом и сердечно-сосудистыми заболеваниями. Соблюдение яблочной диеты способствует снижению уровня холестерина в крови на 30%, а кислые сорта яблок с небольшим содержанием сахаров рекомендованы больным сахарным диабетом [19].

Как известно, яблоки способны выводить радионуклиды, благодаря чему с помощью этого плода можно очищать продукты питания. Для этого пищевой продукт засыпают яблочными дольками и оставляют на 3-6 часов. Показания приборов указывают на снижение радиационного фона продукта после такой процедуры [19, 20].

Следует учитывать то, что кислые сорта яблок запрещены к употреблению людям с язвой желудка и двенадцатиперстной кишки, а также гиперацидного гастрита. Тогда как, сладкие сорта и неразбавленный яблочный сок приводят к повышению уровня сахара в крови, поэтому они противопоказаны людям, страдающим диабетом. Кроме того, яблоко может вызвать аллергическую реакцию у людей с индивидуальной непереносимостью [21, 22, 23, 24, 25, 26, 27].

В соответствии с ТР ТС 029/2012 желирующим агентом называется пищевая добавка, которая предназначена для образования гелеобразной текстуры пищевой продукции. Загустителем называется пищевая добавка, которая предназначена для повышения вязкости пищевой продукции [28]. В основном гелеобразователи и загустители – углеводы (полисахариды) растительного происхождения, за исключением желатина, который является животным белком, полученный путем вываривания костей животных [29; 30; 31; 32; 33]. Поэтому использование альтернативных загустителей и гелеобразователей с высокими студнеобразующими свойствами, повышенной пищевой ценностью, улучшающих органолептические характеристики низкокалорийных взбивных десертов, является актуальной темой исследования [34, 35, 36, 37].

К примеру, агар пищевой является смесью двух компонентов углевода агарозы и мелких молекул агаропектина, изготовленный из водорослей агарофитов, которые относятся к типу красных водорослей Rhodophyta. К преимуществам данной пищевой добавки, по сравнению с желатином, относятся [38, 39, 40, 41]: более сильные желирующие качества (дозировка меньше в 3–3,5 раза), с желатином текстура продукта получается кремовая, а с агаром – более плотная; желатин, в отличие от агара, в кислой среде теряет желирующую способность, поэтому его можно растворять только в воде; агар обладает термообратимыми свойствами [40, 42, 43]; время застывания агара занимает 1 час при комнатной температуре, тогда как для желатина необходимо охлаждение, причем агар не плавится даже при температуре 38-40°C.

К недостаткам агара пищевого относятся следующие показатели: в процессе застывания продукт из агар может разрушиться, если его перемешать или подвергнуть тряске; температура плавления агара составляет 80-90°C; чрезмерная кислотность продукта ухудшает процесс застывания агара (оптимальный рН для агара составляет не менее 4,0); после заморозки продукт с агаром становится рассыпчатым.

Агар не содержит в своем составе калорий, углеводов, сахара, жиров, крахмала, глютенa, дрожжей и консервантов, он не удерживает и не накапливает в организме излишки жира благодаря способности абсорбировать глюкозу в желудке и в течение короткого времени проходить через пищеварительную систему. Благодаря водопоглотительной способности, агар пищевой способствует удалению шлаков из организма, а благодаря абсорбции желчи участвует в более интенсивном растворении холестерина. Содержание пищевых волокон в агаре составляет 80%, что рекомендовано в диетическом питании. Так как агар изготавливают из водорослей, он является источником йода, нормализует сахар в крови и кислотность в желудке, питает полезные бактерии кишечника, улучшает работу печени, выводит из организма соли тяжелых металлов и токсинов, связывает и выводит жиры, содержащиеся в других продуктах и притупляет аппетит, что способствует снижению веса [44, 45].

Желатин имеет животное происхождение, поэтому его исключают из рациона в вегетарианской и некоторых национальных кухнях. Кроме того, от технологических свойств стабилизатора зависит качество готовой продукции, что указывает на актуальность расширения ассортимента взбивных десертов из растительного сырья с применением агара пищевого.

Поэтому целью работы является исследование пенообразующей способности и реологических свойств взбивных десертов из растительного сырья.

**Материалы и методы исследований.** Контрольный и опытные образцы взбивных десертов изготовили, оценили по органолептическим, физико-химическим показателям в учебной лаборатории по хлебопекарному, кондитерскому производству кафедры технологии продуктов питания, а реологические показатели определили в учебно-научно-испытательной лаборатории по определению реологических свойств пищевой и сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова».

Технологический процесс производства яблочного десерта (контрольный образец) желатин заливают теплой водой и настаивают в холодильной камере при температуре 0–+4°C в течение 10 мин. Яблоки очищают от кожуры и удаляют середину, после чего измельчают и варят в емкости с водой в течение 10 минут до растворения. После чего яблочную массу остужают до температуры 50°C, в нее дозируют предварительно подготовленный желатин, а после осуществляют взбивание до увеличения в объеме в 3,0–3,5 раза в течение 10–20 минут (при использовании готового яблочного пюре торговых марок время взбивания составляет 28–30 минут). Формование взбитой массы осуществляют в стаканы или фужеры, а выстаивание готовых изделий – в условиях холодильной камеры при температуре 0–+4°C в течение 30–60 минут, после чего продукт готов к употреблению. Хранение готового продукта составляет не более 3-х суток при температуре 0–+4°C.

Опытные образцы яблочного десерта различаются по рецептурным компонентам, а также по способу оформления (рис. 1):

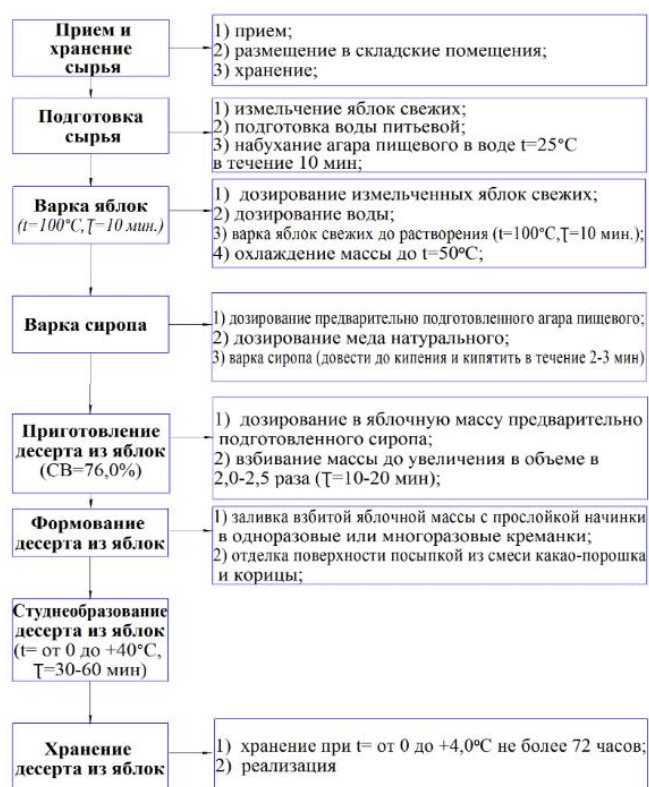
Контрольный образец – яблочный десерт с желатином в качестве стабилизатора;

Образец 1 – яблочный десерт с агаром пищевым в качестве стабилизатора.

Образец 2 – яблочный десерт с агаром пищевым в качестве стабилизатора, изделие формируют слоями с добавлением начинки из тыквы и лимона, поверхность обсыпают смесью из какао-порошка и корицы.

Технология изготовления опытного образца взбивного десерта (рис. 1) отличается тем, что в качестве студнеобразователя использовали предварительно подготовленный агар пищевой, который заливают теплой водой и настаивают при комнатной температуре в течение 10 мин, после чего доводят до кипения и добавляют тонкой струйкой в яблочную массу во время взбивания. Формование изделия осуществляют слоями в сочетании с начинкой из тыквы и лимона; отделку поверхности осуществляют смесью из корицы и какао.

Пенообразующую способность и устойчивость пены определили путем взбивания яблочной массы с предварительно подготовленным агаром до увеличения в объеме в 2,0–2,5 раза. Пенообразующую способность определяли, как отношение высоты столба пены после взбивания, ( $h_k$ , см), умноженного на 100, к начальной высоте смеси до взбивания, ( $h_n$ , см). Устойчивость взбитой массы – отношение высоты пены после выдерживания, ( $H$ , см), умноженного на 100 к высоте столба пены после взбивания, ( $h_k$ , см). Значение ( $H$ , см) измеряют каждый час в течение 3-х часов испытания, проводимого при комнатной температуре. Плотность пены определяли, как отношение массы пены ( $m$ , г) к объему сосуда ( $V$ , см<sup>3</sup>), который измерили с помощью дистиллированной воды [46].



**Рисунок 1 – Технологическая схема изготовления взбивных десерта из яблок (опытный образец)**  
**Figure 1 – Technological scheme for making whipped desserts from apples (prototype)**

Качество взбивного десерта из яблок определяли в соответствии с ГОСТ 32147-2013 по органолептическим методам исследования. Комплексную оценку качества готовых изделий оценивали по 20-балльной шкале по следующим показателям качества: внешний вид, цвет, вкус, запах и консистенция.

Физико-химические показатели качества определяли в соответствии с общепринятыми методиками: титруемая кислотность по ГОСТ 5898-87; массовая доля влаги – методом растворения навески; массовая доля золы – по ГОСТ 5901-2014; способность к синерезису (отделению влаги) взбивных десертов, для этого навески массой 20 грамм выдерживали в течение 5 суток при температуре  $25^{\circ}\text{C}$  в термостате, после чего объем выделившейся влаги измеряли мерным цилиндром. Оценка цвета была проведена на приборе для оперативного измерения цвета – колориметр NR-110 (Китай).

Микробиологические показатели качества определяли через 3-е суток хранения готовых изделий при температуре  $0\text{--}+4^{\circ}\text{C}$  по количеству: мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) - по ГОСТ 33536-2015, дрожжей (ДО) и плесневых грибов (ПГ) – по ГОСТ 10444.12-88.

Вязкость продукции определяют на приборе ротационный вискозиметр Brookfield модели DV2T.

Плановая калькуляция себестоимости составляется к выпуску продукции. Рассчитали экономический эффект  $\Delta_{\text{эф}}$  по формуле:

$$\Delta_{\text{эф}} = (C_{\text{к}} - C_{\text{оп}}) * 1000$$

где  $C_{\text{к}}$  и  $C_{\text{оп}}$  – полная себестоимость 1 т взбивных десертов из яблок контрольного и опытных образцов соответственно, руб.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Внешний вид готовых изделий представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Внешний вид яблочного десерта: 1) контрольный образец; 2) образец 1; 3) образец 2  
 Figure 2 – The appearance of an apple dessert: 1) control sample; 2) sample 1; 3) sample 2

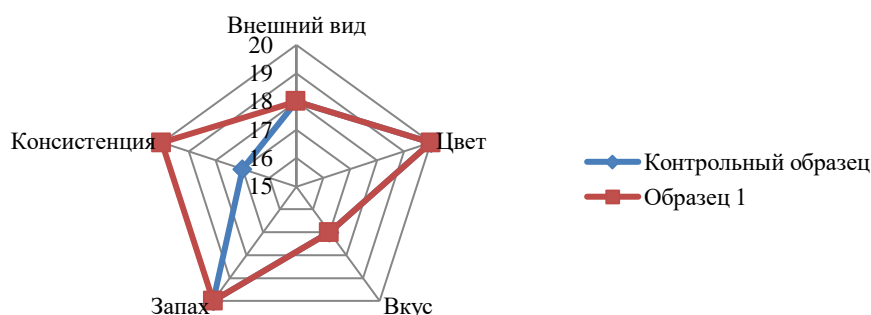
Органолептические показатели качества взбивного десертов из яблок представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Органолептические показатели качества десертов из яблок  
 Table 1 – Organoleptic quality indicators of apple desserts

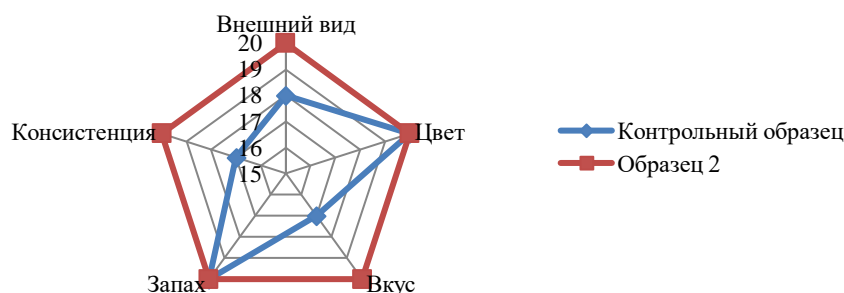
Наименование показателей	Образцы десертов из яблок		
	Контрольный образец	Образец 1	Образец 2
Внешний вид	Однородная масса в виде пены		
Цвет	Кремовый	Светло-коричневый	Кремовый с оранжевыми прослойками фруктов и овощей
Вкус	Натуральный, свойственный яблоку, без посторонних привкусов	Натуральный, свойственный яблоку, корице и какао-порошку, без посторонних привкусов	Натуральный, свойственный яблоку, начинке из тыквы, корице и какао-порошку, без посторонних привкусов
Запах	Натуральный, свойственный яблоку, без посторонних запахов		
Консистенция	Пенообразная, однородная		Пенообразная с включениями нарезанных фруктов и овощей

По результатам органолептических показателей качества (табл. 1) опытные взбивные десерты из яблок (образцы 1 и 2) соответствует требованиям ГОСТ 32147-2013, характеризуются улучшенным вкусом, благодаря использованию в качестве посыпки из смеси какао-порошка и корицы, в образце 2 начинка из тыквы придает изделию приятный кисло-сладкий вкус. Цвет для контрольного образца и образца 2 – кремовый, для образца 1 – светло-коричневый. Среди образцов десертов из яблок выделяется образец 2, так как начинка из тыквы и лимона способствует улучшению вкуса и внешнего вида готового изделия.

Результаты комплексной оценки качества представлены на рисунке 3.



1.



2.

Рисунок 3 – Комплексной оценки качества взбивных десертов из яблок: 1. контрольный образец и образец 1; 2. контрольный образец и образец 2

Figure 3 – Comprehensive assessment of the quality of whipped apple desserts: 1. control sample and sample 1; 2. control sample and sample 2

По результатам комплексной оценки качества (рис. 3) выделяются образец 2 с использованием в качестве студнеобразователя агара пищевого, так как прослойка начинки из тыквы и лимона и обсыпка смесью из какао-порошка и корицы придают изделию более привлекательный внешний вид и приятный вкус.

Оценку цвета взбивных десертов из яблок определили на приборе Колориметре NR-110 (Китай), которая подтверждает, что вводимые в рецептуру взбивных десертов из яблок стабилизаторы влияют на цвет. Построим график зависимости цветовой гаммы от дозировки различных стабилизаторов в рецептуру десертов из яблок, показанного на рисунке 4.

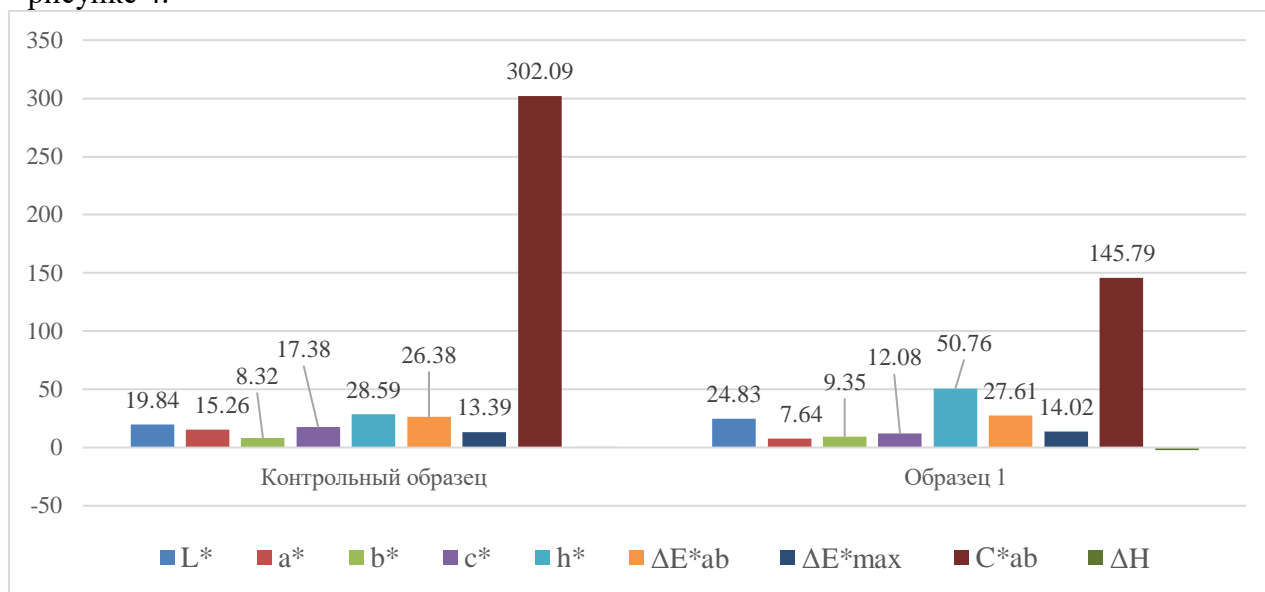


Рисунок 4 – Цветовой компонент образцов: шкала L\* – степень белого, шкала +a\* – степень красного, шкала -a\* – степень зеленого, шкала +b\* – степень желтого, шкала -b\* – степень синего цветов, C\* – степени белизны цветности, h<sub>ab</sub> – угол цветового тона, ΔE\*ab – общая характеристика цвета, ΔE\*max – общая характеристика цвета максимальная,

$\Delta H$  – евклидова разница в цвете между двумя образцами

Figure 4 – Color component of the samples: scale  $L^*$  – degree of white, scale  $+a^*$  – degree of red, scale  $-a^*$  – degree of green, scale  $+b^*$  – degree of yellow, scale  $-b^*$  – degree of blue,  $C^*$  – degree of whiteness of chromaticity,  $hab$  – angle of color tone,  $\Delta E^*ab$  is the general color characteristic,  $\Delta E^*max$  is the maximum general color characteristic,  $\Delta H$  is the Euclidean color difference between two samples

С дозировкой агара пищевого и меда натурального (образец 2) в рецептуре взбивного десерта по оси  $L^*$  светлость увеличивается на 20,10%, по сравнению с контрольным образцом (рис. 4), изделие обладает кремовым, равномерным по всей массе цветом (табл. 1). Красные компоненты ( $+a^*$ ) в образце 2 уменьшаются, благодаря замене яблочного пюре торговой марки на пюре из яблок собственного приготовления в 2,0 раза, чем в контрольном образце. Тогда как показатель желтых компонентов ( $+b^*$ ) увеличивается на 11,01%. Степень белизны цветности ( $C^*$ ) меньше у образца 2 с применением в качестве стабилизатора агара пищевого в связи с уменьшением в десерте из яблок количества белков, придающих изделию при взбивании пенной структуры светлого цвета, то есть данное изделие отличается наиболее ярким цветом. Для изделий на основе агара пищевого (образец 2) различие величины общей характеристики цвета ( $\Delta E^*ab$ ) от контрольного образца не значительное и составляет 4,45%. В результате проведенных исследований пришли к выводу о том, что по результатам определения цветовых компонентов опытного образца десерта из яблок можно считать близкими к контрольному образцу.

Физико–химические показатели качества десертов из яблок представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико–химические показатели качества взбивных десертов из яблок  
Table 2 – Physico–chemical quality indicators of whipped apple desserts

Показатели качества	Контрольный образец	Образец 1	Образец 2
Массовая доля влаги, %	24,0±0,5	23,5±0,4	23,6±0,5
Титруемая кислотность, град	0,49±0,5	0,46±0,4	0,49±0,3
Синерезис, г	Отсутствует		

Для взбивных десертов из яблок все физико-химические показатели качества не превышают значений контрольного образца. Явление синерезиса в десертах из яблок с внесением агара пищевого не наблюдается (табл. 2).

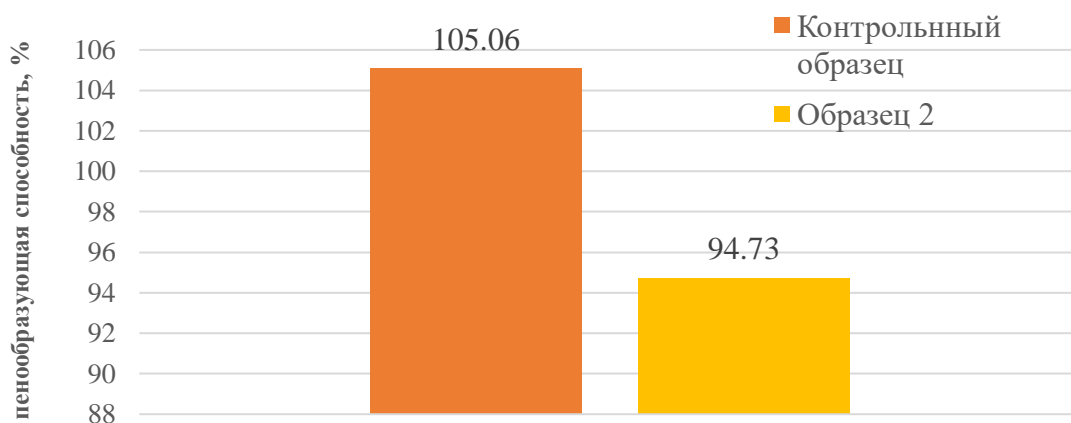
Микробиологические показатели качества взбивных десертов из яблок представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Микробиологические показатели качества десертов из яблок  
Table 3 – Microbiological indicators of the quality of apple desserts

Наименование показателя	Образцы десертов из яблок			Норма по ТР ТС 021/2011.
	Контрольный образец	Образец 1	Образец 2	
Плесени, КОЕ/г, не более	4	4	5	200
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	$3,4 \times 10^2$	$4,2 \times 10^2$	$3,6 \times 10^2$	$5 \times 10^3$
БГКП (колиформы)	Не обнаружены			1,0
Патогенные, в том числе сальмонеллы	Нет роста			1,0

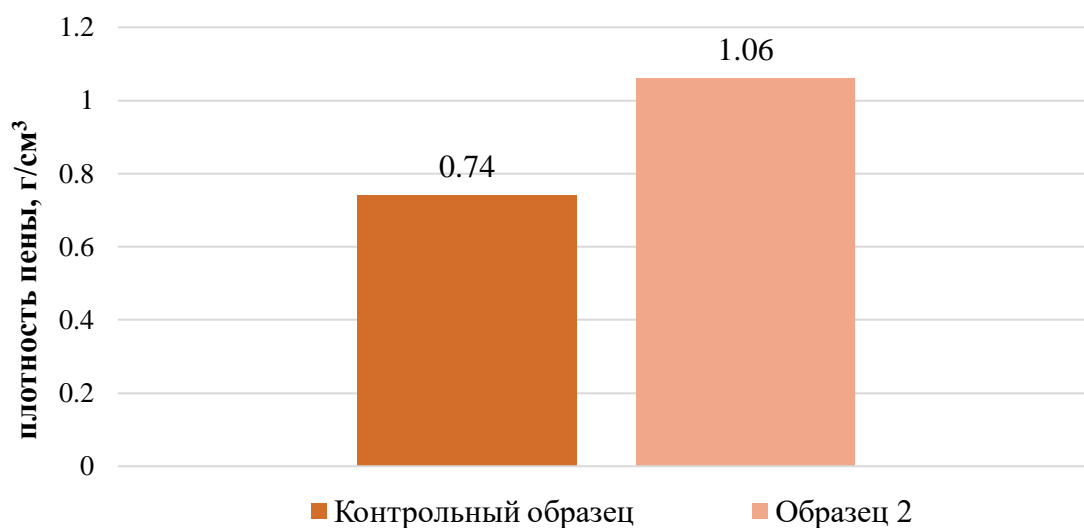
По микробиологическим показателям качества (табл. 3), через 3-е суток хранения готовых изделий при температуре 0–+4°C, все образцы взбивных десертов из яблок соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011.

В ходе исследования определяли пенообразующую способность, плотность и агрегативную устойчивость взбитой массы (рис. 5-7).



**Рисунок 5 – Пеннообразующая способность взбивных десертов из яблок**  
**Figure 5 – Foaming ability of whipped apple desserts**

От молекулярной массы зависит пеннообразующая способность желатина, чем она больше, тем выше пеннообразующая способность вещества. Исследования показали (рис. 5), что максимальное значение пеннообразующей способности наблюдалось в контрольном образце с использованием желатина в качестве стабилизатора. В результате замены желатина на агар пищевой (образец 2) 9,83%, по сравнению с контролем, что связано с содержанием белков в агаре пищевом, которых в 10,26 раза меньше, чем в желатине.



**Рисунок 6 – Плотность пены в зависимости от состава взбивных десертов из яблок**  
**Figure 6 – Foam density depending on the composition of whipped apple desserts**

Плотность взбивного десерта с использованием в качестве стабилизатора агара пищевого (образец 2) увеличивается на 30,19%, в отличие от контрольного образца, что указывает на более интенсивное насыщение массы воздушными пузырьками (рис. 6).

На рисунке 7 представлена устойчивость пены, исследованная в течение 3 часов для контрольного и опытных образцов.

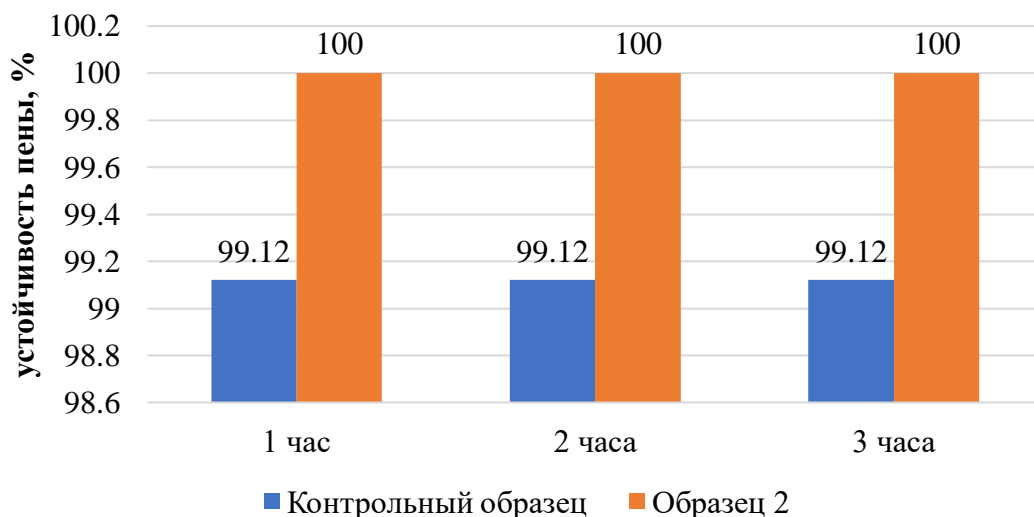


Рисунок 7 – Влияние различных видов добавок на агрегативную устойчивость взбивных десертов из яблок

Figure 7 – The effect of various types of additives on the aggregate stability of whipped apple desserts

Устойчивость пены для десерта из яблок всех опытного образца составляет 100% и не изменяется в течении 3 часов ее выдерживания. Тогда как для контрольного образца данный показатель меньше на 0,88% (рис. 7). Кроме того, в процессе выстаивания пены контрольного образца десерта в течение 3 часов наблюдается разделение пены на 2 межфазных адсорбционных слоя: дисперсную (пена) и дисперсионную (жизкость). Пенная система в взбивном десерте из яблок получена благодаря диспергированию газовой системы в жидкую в присутствии пенообразователя. В качестве пенообразователя в данном случае выступают пектин, содержащийся в плодах яблок, и белок стабилизатора. Без пенообразователя пенная структура получается не устойчивая, так как пенообразователь участвует в понижении поверхностного натяжения на границе раздела фаз и в образовании на поверхности раздела прочных защитных пленок, которые препятствуют слиянию пенных пузырьков. В результате можно сделать вывод о том, что контрольном образце взбивного десерта необходимо увеличить рецептурное содержание стабилизатора. В образце 2 с агаром пищевым данное явление не наблюдается, в связи с чем можно сделать вывод о хороших стабилизирующих свойствах агара пищевого.

В работе исследовали влияние рецептурных компонентов десерта из яблок на вязкость пены на ротационном вискозиметре Brookfield DV2T. Физические параметры исследованных образцов взбивных десертов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Физические параметры исследованных образцов  
Table 4 – Physical parameters of the studied samples

Наименование показателей	Образцы десертов из яблок	
	Контрольный образец	Образец 2
Вязкость (сПа•с или мПа•с)	81,33	46,0
Температура (°C или °F)	14,0	13,1
% Крутящий момент	24,4	13,8
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,0	0,0
Скорость сдвига, RPM	12,0	12,0

Из таблицы 4 видно, что в образце 2 с использованием агара пищевого в качестве стабилизатора вязкость ниже, чем в контрольном образце с желатином на 43,44% при том, а скорость сдвига во всех исследуемых образцах одинаковая и составляет 12,0 оборотов в минуту. Данный результат измерений связан с уменьшением способности агара образовывать студни в присутствии кислот яблок свежих.

Разработаны нормативно-технические документы на взбивной десерт из яблок: СТО, ТИ, РЦ 00493497-007-2022 десерт диетический «Халяль» из яблок «Кызыксыну».

В таблице 5 приведены расчеты плановой калькуляции и проекта оптовой цены на 1 т взбивных десертов из яблок.

Таблица 5 – Расчет плановой калькуляции и проекта оптовой цены 1 т взбивных десертов  
Table 5 – Calculation of the planned calculation and the draft wholesale price of 1 ton of whipped desserts

№ п/п	Статьи калькуляции	Затраты на 1 т продукции, тыс.р.	
		Контрольный образец	«Кызыксыну» (образец 2)
1	Сырье, основные и вспомогательные материалы	443,7	505,1
2	Транспортно-заготовительные расходы (10% от стоимости)	44,4	50,5
3	Теплоэнергия, 10%	44,4	50,5
4	Электроэнергия, 10%	44,4	50,5
5	Основная и доп. заработная плата, 20%	88,7	101,0
6	Отчисления на соц. страхование, 6%	26,6	30,3
7	Расходы на содержание оборудования, 5%	22,2	25,3
8	Общехозяйственные расходы, 5%	22,2	25,3
9	Производственная себестоимость	736,5	838,5
10	Коммерческие расходы, 1%	7,4	8,4
11	Полная себестоимость	743,8	846,9
12	Рентабельность, %	15,0	15,0
13	Прибыль, 15% от полной себестоимости	111,6	127,0
14	Оптовая цена (11+13)	855,4	973,9
15	Налог на ДС, 10%	85,5	97,4
16	Отпускная цена с НДС	940,9	1071,3

Себестоимость опытного образца десерта из яблок (образец 2) с агаром пищевым выше, по сравнению с контрольным образцом на 12,2% (табл. 5). Однако, учитывая пищевую ценность изделий и возрастающий спрос на продукцию для здорового питания, цена реализации выше, соответственно, прибыль больше, выгодно производить такую продукцию, т.к. она будет конкурентоспособна на рынке.

Экономический эффект от реализации 1 т десерта диетического «Халяль» из яблок «Кызыксыну» (образец 2) относительно десерта из яблок (контрольный образец) составил:  

$$Э_{эф} = (1071,29 - 940,94) * 1000 = 130350 \text{ р.}$$

Цена за 1 кг десерта из яблок составляет: контрольный образец – 940,94 р., «Кызыксыну» (образец 2) – 1071,29 р. (в ценах ноября 2023 г.)

**Заключение.** Разработанный низкокалорийный взбивной десерт позволяет наполнить рацион людей микронутриентами, что позволяет отнести их в рационы лечебно-профилактического питания для людей с ограничением в рационе быстрых углеводов. Данные продукты питания можно будет рекомендовать людям с избыточным весом, и при различных заболеваниях таких, как атеросклероз, сахарный диабет второго типа, заболевания пищеварительной системы, заболевания опорно-двигательного аппарата и пр. Кроме того, использованные в технологии взбивных десертов рецептурные ингредиенты растительного происхождения позволяют отнести изделие к категории халяльных и вегетарианских пищевых продуктов.

Пена с желатином (контрольный образец) обладает наименьшей плотностью (меньше, чем в образце 1 на 30,19%), это указывает на то, что в данном образце больше пузырьков воздуха образовалось в процессе взбивания массы. Пенообразующая способность соответственно контрольном образце выше, чем в образце 1 на 9,83%, что связано с белковой природой желатина. Но следует отметить более устойчивую структуру пены с внесением агара пищевого (образец 1), даже после 3 часов выстаивания составляет 100%, что облегчает технологический процесс производства десертов из яблок, а также

условия и срок хранения продукта. Экономические расчеты указывают на эффективность применимых решений. Разработаны нормативно-технические документы на десерт диетический «Халаяль» из яблок «Кызыксыну» (СТО, ТИ, РЦ 00493497-007-2022).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Куракин М. С., Мотырева О. Г. Методика разработки рецептур продуктов и блюд с учетом пищевой ценности и стоимости сырья // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2016. № 1 (349). С. 117–120.
2. Минниханова Е. Ю. Перспективы использования подсластителей при разработке рецептур сладких блюд // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности: материалы VI Международной научной конференции (29–30 июня 2020 г.) / [редколлегия: Р. В. Лебедев (пред.) и др.]. Казань: ООО «Конверт», 2020. Ч. 1. С. 147–150.
3. Куракин М. С., Новоселов С. В., Нехорошева А. В. И др. Перспективы разработки нектаров функционального назначения на основе плодово-ягодного сырья сибирского региона // Ползуновский вестник. 2020. № 2. С. 93–99.
4. Давыденко Н. И., Зубарева Е. Н. Применение методов прогнозирования при формировании рынка функциональных продуктов питания // Управление инновациями в торговле и общественном питании: материалы международной конференции с элементами научной школы для молодежи (25–29 октября 2010 г.) / под общей редакцией В. П. Юстратова. Кемерово: КемТИПП, 2010. С. 22–25.
5. Боготова З. З., Дзахмишева И. Ш. Профилактика ожирения с помощью функциональных продуктов питания // Фундаментальные исследования. 2015. № 2–3. С. 543–546.
6. Воробьева Е. Н., Фомичева Л. М., Воробьева Р. И. и др. Питание как фактор риска развития сердечнососудистых заболеваний // Ульяновский медико-биологический журнал. 2015. № 1. С. 8–14.
7. Бадрутдинова М. В., Борисова С. В., Мингалева З. Ш., Решетник О. А. Изучение возможности замены сахара-песка на высокотехнологичный подсластитель в производстве сдобных булочных изделий // Вестник Казанского технологического университета. 2013. № 3 (16). С. 179–182.
8. Бекешева А. А., Якубова А. А. О. А. Квалиметрическая оценка потребительских свойств и сенсорных показателей качества сладких желированных блюд функционального назначения // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2018. № 5 (52). С. 96–102.
9. Исагулова Р. А., Пономарева В. П., Гриняева Ю. Г. Исследование влияния синтетических подсластителей на органолептические характеристики продуктов питания // Специалисты АПК нового поколения: материалы Всероссийской научно-практической конференции (13–17 марта 2017 г.) / под научной редакцией Е. Б. Дудникова. Саратов: ЦеСАин, 2017. С. 284–286.
10. Сосунова И. Здоровье современного человека: экологические аспекты // Вестник Международной академии наук. Русская секция. 2014. № 1. URL: [http://www.heraldrsias.ru/download/articles/08\\_Sosunova.pdf](http://www.heraldrsias.ru/download/articles/08_Sosunova.pdf) (дата обращения: 22.06.2020).
11. Маюрникова Л. А., Давыденко Н. И., Куракин М. С. Питание как основа повышения качества жизни лиц с нарушениями углеводного обмена // Техника и технология пищевых производств. 2009. № 1. С. 43–47.
12. Генделека Г. Ф., Генделека А. Н. Использование сахарозаменителей и подсластителей в диетотерапии сахарного диабета и ожирения // Международный эндокринологический журнал. 2013. № 2 (50). С. 34–38.

13. Рынза О. П., Гурьянова Н. О. Избыточная масса тела – актуальная проблема у лиц молодого возраста, проживающих на территориях с экологическим неблагополучием // Успехи современного естествознания. 2006. № 4. С. 78.
14. Абрамова Ю. П., Долгорукова М. В., Матвеева А. А. Возможность использования подсластителей при производстве сливочных десертов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2017. № 19. С. 159–161.
15. Артемова Е. Н., Левгерова Н. С., Осина С. Ю. Применение стевии в качестве подсластителя при производстве черносмородинового сока лечебно-профилактического действия // Химия природных соединений. Проблема XXI века. Направление (проблема) «Товароведение, технология и биотехнология пищевых продуктов»: сборник статей Международной научно-технической конференции (5 мая 2003 г.). – Москва: МГУС, 2003. С. 47–50. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26172282&selid=26432579> (дата обращения: 02.09.2023).
16. Елисеева Т., Ямпольский А. Тыква (лат. Cucurbita) // Журнал здорового питания и диетологии. 2018. № 4 (6). С. 23–32.
17. Eliseeva T., Tkacheva N. Yarrow (lat. Achilléa) // Journal of Healthy Nutrition and Dietetics. 2018. No. 4 (6). P. 12–22.
18. Rogers E. J., Milhalik S., Orthiz D., Shea T. B. Apple juice prevents oxidative stress and impaired cognitive performance caused by genetic and dietary deficiencies in mice // J Nutr Health Aging. 2004. No. 8 (2). P. 92–97.
19. Koutsos A., Tuohy K. M., Lovegrove J. A. Apples and cardiovascular health - is the gut microbiota the main factor? Nutrients // National Library of Medicine. 2015. No. 7 (6). P. 3959–3998.
20. Julie E. Flood-Obbagy, Barbara J. Rolls. The effect of fruits in various forms on energy consumption and feeling full while eating // National of medicine. 2009. No. 52 (2). P. 416–422.
21. Gerhauser S. The potential of chemoprophylaxis of cancer of apples, apple juice and apple components // Planta Med. 2008. No. 74 (13). Pp.1608-24.
22. Koutsos A., Tuohy K. M., Lovegrove J. A. Apples and cardiovascular health - is the gut microbiota the main factor? Nutrients // National Library of Medicine. 2015. No. 7 (6). P. 3959–3998.
23. Muraki I, Imamura F, Manson JE, Hu FB, Willett WC, van Dam RM, Sun Q. Fruit consumption and risk of type 2 diabetes: results from three prospective longitudinal cohort studies // BMJ. 2013. No. 28 (347). P. 5001.
24. Hayson D. A. Comprehensive review of apples and their components and their relationship to human health // Adv Nutr. 2011. No. 2 (5). P. 408–420.
25. Mlcek J., Yurikova T., Skrovankova S., Sokhor J. Quercetin and its anti-allergic immune response // Molecules. 2016. No. 21 (5). P. 623.
26. Shen CL, von Bergen V, Chyu MC, Jenkins MR, Mo H, Chen CH, Kwun IS. Fruits and dietary phytochemicals for bone protection // Nutr Res. 2012. No. 32 (12). P. 897–910.
27. Khan H, Ullah H, Aschner M, Cheang WS, Akkol EK. Neuroprotective Effects of Quercetin in Alzheimer's Disease // Biomolecules. 2019. No. 10 (1). P. 59.
28. Технический регламент Таможенного союза 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств»: принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 20 июля 2012 г. № 58 // АО "Кодекс". 2011. Ст. 173.
29. Elliott BM, Steckbeck KE, Murray LR, Erk KA. Rheological investigation of the shear strength, durability, and recovery of alginate rafts formed by antacid medication in varying pH environments // International journal of pharmaceuticals. 2013. No. 457 (1). P. 118–123.

30. Hong H.-J. Investigation of the strontium (Sr (II)) adsorption of an alginate microsphere as a low-cost adsorbent for removal and recovery from seawater // *Journal of environmental management*. 2016. No. 165. P. 263–270.
31. Jensen M. G., Kristensen M., Astrup A. Can alginate-based preloads increase weight loss beyond calorie restriction? A pilot study in obese individuals // *Appetite*. 2011. No. 57 (3). P. 601–604.
32. Kamaruddin M. A., Yusoff MS, Aziz HA. Preparation and characterization of alginate beads by drop weight // *International journal of technology*. 2014. No. 5 (2). P. 121–132.
33. Kashima K., Imai M. Selective diffusion of glucose, maltose, and raffinose through calcium alginate membranes characterized by a mass fraction of guluronate // *Food and bioprocess processing*. 2017. No. 102. P. 213–221.
34. Cataldo S. et al. Kinetic and equilibrium study for cadmium and copper removal from aqueous solutions by sorption onto mixed alginate/pectin gel beads // *Journal of environmental chemical engineering*. 2013. No. 1. P. 1252–1260.
35. Ruigh A. de, Chen J., Pandolfino J. E., Kahrilas P. J. Gaviscon double action (antacid + alginate) versus equivalent antacid for postprandial acid reflux: a double-blind crossover study in GERD patients // *Gastroenterology*. 2014. No. 146 (5). P. 27–28.
36. Draget K. I., Taylor C. Chemical, physical and biological properties of alginates and their biomedical implications // *Food hydrocolloids*. 2011. No. 25. P. 251–256.
37. Yin N., Hana Y., Xu H. et al. VEGF-conjugated alginate hydrogel prompt angiogenesis and improve pancreatic islet engraftment and function in type 1 diabetes // *Materials science and engineering*. 2016. No. 59. P. 958–964.
38. Lahaye M., Rochas C. Chemical structure and physico-chemical properties of agar // *Hydrobiologia*. 1991. No. 221 (1). P. 137–148.
39. Imeson A. *Food stabilisers, thickeners and gelling agents*. Oxford: Blackwell; 2010. 354 p.
40. Mao B., Bentaleb A., Louerat F. Heat-induced aging of agar solutions: Impact on the structural and mechanical properties of agar gels // *Food hydrocolloids*. 2017. № 64. P. 59–69.
41. Максимова О.А., Митин В. В. Определение динамики гелеобразования агар-агара // *Пищевая промышленность*. 2013. № 7. С. 45–45.
42. ГОСТ 16280-2002. Межгосударственный стандарт. Агар пищевой. Технические условия: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации Минск: дата введения 2004-01-01. / Федеральное агентство по техническому регулированию. Изд. официальное. Москва: ИПК Издательство стандартов, 2003. 6 с.
43. ГОСТ 33310-2015. Добавки пищевые. Загустители пищевых продуктов. Термины и определения: национальный стандарт Российской Федерации: дата введения. 2016-04-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию. Изд. официальное. Москва: Стандартинформ, 2016. 10 с.
44. Draget K. I., Taylor C. Chemical, physical and biological properties of alginates and their biomedical implications // *Food hydrocolloids*. 2011. No. 25. P. 251–256.
45. Абушаева А. Р., Садыгова М. К., Семилет Н. А., Абдряшитова М. Р. Оптимизация рецептурных ингредиентов методом регрессионного анализа в рецептуре мармелада из тыквы // *XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс*. 2023. № 4 (64). С. 132–141.
46. Черкунова М. В., Абушаева А. Р., Садыгова М. К., Семилет Н. А. Исследование реологических свойств полуфабрикатов для восточных кондитерских изделий на основе безглютенового сырья // *Современная наука и инновации*. 2023. №3 (43). С. 57–69.

## REFERENCES

1. Kurakin MS, Motyeva OG. Technique of development of products and dishes formulations taking into account the nutrition value and cost of raw materials. *Izvestiya vuzov. Food Technology*. 2016;1(349):117-120. (In Russ.).

2. Minnikhanova EYu. Prospects for the use of sweeteners in the development of recipes for sweet dishes. Priority areas of innovation activity in industry: Proceedings of the VI International Scientific Conference (June 29-30, 2020) / [editorial board: R. V. Lebedev (chairman) et al.]. Kazan: LLC Konvert, 2020. Part 1. P. 147-150. (In Russ.).
3. Kurakin MS, Novoselov SV, Nekhorosheva AV, Nekhoroshev SV et al. Prospects for the development of functional-purpose nectars based on fruit and berry raw materials of the Siberian region. *Polzunovskiy vestnik*. 2020;2:93-99. (In Russ.).
4. Davydenko NI, Zubareva EN. Application of forecasting methods in the formation of the functional food market. In *Management of innovations in trade and public catering: materials of the international conference with elements of a scientific school for young people (October 25-29, 2010)*. Edited by VP Yustratov. Kemerovo: KemTIPP; 2010;22-25. (In Russ.).
5. Bogotova ZZ, Dzakhmishcheva IS. Prevention of obesity by means of functional food. *Fundamental research*. 2015;2-3:543-546. (In Russ.).
6. Vorobyeva EN, Fomicheva LM, Vorobyev RI et al. Nutrition as a risk factor for cardiovascular diseases. *Ulyanovsk Medico-Biological Journal*. 2015;1:8-14. (In Russ.).
7. Badrutdinova MV, Borisova SV, Mingaleeva ZSh, Reshetnik OA. Study of the possibility of replacing granulated sugar with a high-tech sweetener in the production of baked goods // *Herald of technological university*. 2013;3(16):179-182. (In Russ.).
8. Bekesheva AA, Yakubova SS. Qualimetric assessment of consumer properties and sensor-quality indicators of sweet gels of function-functional functions. *Technology and the study of merchandise of innovative foodstuffs*. 2018;5(52):96-102. (In Russ.).
9. Ismagulova RA, Ponomareva VP, Grinyaeva YuG. Study of the influence of synthetic sweeteners on the organoleptic characteristics of food products. *Specialists of the new generation of agro-industrial complex: materials of the All-Russian scientific and practical conference (March 13-17, 2017)*. Edited by EB Dudnikov. Saratov: TseSAin; 2017;284-286.
10. Sosunova IA. Health of Contemporary Person: Ecological Aspects. *Herald of the International Academy of Science. Russian Section*. 2014;1. Available from: [http://www.heraldrusias.ru/download/articles/08\\_Sosunova.pdf](http://www.heraldrusias.ru/download/articles/08_Sosunova.pdf) [Accessed 22 June 2020]. (In Russ.).
11. Mayurnikova LA, Davydenko NI, Kurakin MS. Nutrition as a basis for improving the quality of life of people with carbohydrate metabolism disorders. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2009;1:43-47. (In Russ.).
12. Gendeleka GF, Gendeleka AN. The use of sugar substitutes and sweeteners in diet therapy of diabetes and obesity. *International Journal of Endocrinology*. 2013;2(50):34-38. (In Russ.).
13. Rynza OP, Guryanova NO. Excess weight as the issue of the day of young age persons, living on the territories with ecological trouble. *Advances in current natural sciences*. 2006;4:78. (In Russ.).
14. Abramova YuP, Dolgorukova MV, Matveeva AA. Possibility of using sweeteners in the production of creamy desserts. *Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produktsii sel'skogo khozyaistva = Actual developments in technology erobotic productions*. 2017;19:159-161. (In Russ.).
15. Artemova EN, Levgerova NS, Osina SYu. Use of stevia as a sweetener in the production of blackcurrant juice with therapeutic and prophylactic action. In *Chemistry of natural compounds. Problem of the XXI century. Direction (problem) "Commodity science, technology and biotechnology of food products": collection of articles of the International scientific and technical conference (May 5, 2003)*. Moscow: MGUS; 2003:47-50. (In Russ.).
16. Eliseeva T, Yampolsky A. Pumpkin (lat. Cucurbita). *Journal of Healthy Nutrition and Dietetics*. 2018;4(6):23-32. (In Russ.).
17. Eliseeva T, Tkacheva N. Yarrow (lat. Achilléa). *Journal of Healthy Nutrition and Dietetics*. 2018;4(6):12-22.

18. Rogers EJ, Milhalik S, Orthiz D, Shea TB. Apple juice prevents oxidative stress and impaired cognitive performance caused by genetic and dietary deficiencies in mice // *J Nutr Health Aging*. 2004;8(2):92-97.
19. Koutsos A, Tuohy KM, Lovegrove JA. Apples and cardiovascular health - is the gut microbiota the main factor? *Nutrients*. National Library of Medicine. 2015;7(6):3959-3998.
20. Julie E. Flood-Obbagy, Barbara J. Rolls. The effect of fruits in various forms on energy consumption and feeling full while eating. *National of medicine*. 2009;52(2):416-422.
21. Gerhauser S. The potential of chemoprophylaxis of cancer of apples, apple juice and apple components. *Planta Med*. 2008;74(13):1608-1624.
22. Koutsos A, Tuohy KM, Lovegrove JA. Apples and cardiovascular health - is the gut microbiota the main factor? *Nutrients*. National Library of Medicine. 2015;7(6):3959-3998.
23. Muraki I, Imamura F, Manson JE, Hu FB, Willett WC, van Dam RM, Sun Q. Fruit consumption and risk of type 2 diabetes: results from three prospective longitudinal cohort studies // *BMJ*. 2013;28(347):5001.
24. Hayson DA. Comprehensive review of apples and their components and their relationship to human health. *Adv Nutr*. 2011;2(5):408-420.
25. Mlcek J, Yurikova T, Skrovankova S, Sokhor J. Quercetin and its anti-allergic immune response // *Molecules*. 2016;21(5):623.
26. Shen CL, von Bergen V, Chyu MC, Jenkins MR, Mo H, Chen CH, Kwun IS. Fruits and dietary phytochemicals for bone protection. *Nutr Res*. 2012;32(12):897-910.
27. Khan H, Ullah H, Aschner M, Cheang WS, Akkol EK. Neuroprotective Effects of Quercetin in Alzheimer's Disease. *Biomolecules*. 2019;10(1):59.
28. Technical Regulation of the Customs Union 029/2012 "Safety requirements for food additives, flavorings and technological aids": adopted by the Decision of the Council of the Eurasian Economic Commission of July 20, 2012 No. 58 // JSC "Kodeks". 2011. Art. 173. (In Russ.).
29. Elliott BM, Steckbeck KE, Murray LR, Erk KA. Rheological investigation of the shear strength, durability, and recovery of alginate rafts formed by antacid medication in varying pH environments // *International journal of pharmaceutics*. 2013;457(1):118-123.
30. Hong H.-J. Investigation of the strontium (Sr (II)) adsorption of an alginate microsphere as a low-cost adsorbent for removal and recovery from seawater. *Journal of environmental management*. 2016;165:263-270.
31. Jensen MG, Kristensen M, Astrup A. Can alginate-based preloads increase weight loss beyond calorie restriction? A pilot study in obese individuals. *Appetite*. 2011;57(3):601-604.
32. Kamaruddin MA, Yusoff MS, Aziz HA. Preparation and characterization of alginate beads by drop weight. *International journal of technology*. 2014;5(2):121-132.
33. Kashima K, Imai M. Selective diffusion of glucose, maltose, and raffinose through calcium alginate membranes characterized by a mass fraction of guluronate. *Food and bioproducts processing*. 2017;102:213-221.
34. Cataldo S et al. Kinetic and equilibrium study for cadmium and copper removal from aqueous solutions by sorption onto mixed alginate/pectin gel beads. *Journal of environmental chemical engineering*. 2013;1:1252-1260.
35. Ruigh A de, Chen J, Pandolfino JE, Kahrilas PJ. Gaviscon double action (antacid + alginate) versus equivalent antacid for postprandial acid reflux: a double-blind crossover study in GERD patients. *Gastroenterology*. 2014;146(5):27-28.
36. Draget K. I., Taylor C. Chemical, physical and biological properties of alginates and their biomedical implications. *Food hydrocolloids*. 2011;25:251-256.
37. Yin N., Hana Y., Xu H. et al. VEGF-conjugated alginate hydrogel prompt angiogenesis and improve pancreatic islet engraftment and function in type 1 diabetes // *Materials science and engineering*. 2016;59:958-964.

38. Lahaye M., Rochas C. Chemical structure and physico-chemical properties of agar // *Hydrobiologia*. 1991;221(1):137-148.
39. Imeson A. Food stabilisers, thickeners and gelling agents. Oxford: Blackwell; 2010. 354 p.
40. Mao B, Bentaleb A, Louerat F. Heat-induced aging of agar solutions: Impact on the structural and mechanical properties of agar gels. *Food hydrocolloids*. 2017;64:59-69.
41. Maximova OA, Mitin VV. Determination of the Dynamics of Gel Formation of Agar Agar. *Food processing Industry*. 2013;7:45-45. (In Russ.).
42. Interstate standard. Food agar. Specifications: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification Minsk: date of introduction 2004-01-01. / Federal Agency for Technical Regulation. Official ed. Moscow: IPC Publishing House of Standards, 2003. 6 p. (In Russ.).
43. GOST 33310-2015. Food additives. Food thickeners. Terms and definitions: national standard of the Russian Federation: date of introduction. 2016-04-01 / Federal Agency for Technical Regulation. Official ed. Moscow: Standartinform, 2016. 10 p. (In Russ.).
44. Draget KI, Taylor C. Chemical, physical and biological properties of alginates and their biomedical implications. *Food hydrocolloids*. 2011;25:251-256. (In Russ.).
45. Abushaeva AR, Sadygova MK, Semilet NA, Abdryashitova MR. Optimization of prescription ingredients by regression analysis in the formulation of pumpkin marmalade. *XXI Century: Resumes of the Past and Challenges of the Present plus*. 2023;4(64):132-141. (In Russ.).
46. Cherkunova MV, Abushaeva AR, Sadygova MK, Semilet NA. Investigation of rheological properties of semi-finished products for oriental confectionery based on gluten-free raw materials. *Modern Science and Innovations*. 2023;(3):59-71. (In Russ.).

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Динара Сансызбаевна Мухамбеткалиева** – студент кафедры технологии продуктов питания, факультет ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова (Вавиловский университет)

**Асия Рафаильевна Абушаева** – ассистент кафедры технологии продуктов питания, факультет ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова (Вавиловский университет), Scopus ID: 58643068900

**Мадина Карипулловна Садыгова** – доктор технических наук, профессор, доцент кафедры технологии продуктов питания, факультет ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова (Вавиловский университет), Scopus ID: 57210968526, [sadigova.madina@yandex.ru](mailto:sadigova.madina@yandex.ru)

**Никита Александрович Семилет** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии продуктов питания, факультет ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова (Вавиловский университет), Scopus ID: 57212193187

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Dinara S. Mukhambetkalieva** – Student of the Department of Food Technology, Faculty of Veterinary Medicine, Food and Biotechnology, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov (Vavilov University)

**Asiya R. Abushaeva** – Assistant at the Department of Food Technology, Faculty of Veterinary Medicine, Food and Biotechnology, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov (Vavilov University), Scopus ID: 58643068900

**Madina K. Sadygova** – Dr. Sci. (Techn.), Professor, Associate Professor of the Department of Food Technology, Faculty of Veterinary Medicine, Food and Biotechnology, Saratov State

University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov (Vavilov University), Scopus ID: 57210968526, [sadigova.madina@yandex.ru](mailto:sadigova.madina@yandex.ru)

**Nikita A. Semilet** – PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Food Technology, Faculty of Veterinary Medicine, Food and Biotechnology, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov (Vavilov University), Scopus ID: 57212193187

**Вклад авторов:** все авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию: 15.03.2024;  
одобрена после рецензирования: 17.04.2024;  
принята к публикации: 10.06.2024.*

*The article was submitted: 15.03.2024;  
approved after reviewing: 17.04.2024;  
accepted for publication: 10.06.2024.*

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 118-125.  
Modern Science and Innovations.  
2024;2(46):118-125.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ  
ПРОДУКТОВ /  
TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS

Научная статья / Original article

УДК 004.942

<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.11>

Варвара Викторовна Плотникова  
[Varvara V. Plotnikova]<sup>1</sup>,  
Яна Владимировна Малолеткова  
[Yana V. Maloletkova]<sup>2\*</sup>,  
Сергей Васильевич Сусарев  
[Sergey V. Susarev]<sup>3</sup>

Прогнозирование показателей качества  
хлебобулочных изделий с использованием  
функциональных добавок

Prediction of quality indicators of bakery  
products using functional additives

<sup>1, 2, 3</sup>Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия /  
Samara State Technical University, Samara, Russia

\*Автор, ответственный за переписку: Яна Владимировна Малолеткова, [yana.maloletkova@yandex.ru](mailto:yana.maloletkova@yandex.ru) /  
Corresponding author: Yana V. Maloletkova, [yana.maloletkova@yandex.ru](mailto:yana.maloletkova@yandex.ru)

**Аннотация.** Хлебопекарные изделия занимают важное место в структуре питания. Они являются продуктами ежедневного спроса. Именно поэтому важным направлением исследований является обогащение хлебобулочных изделий питательными веществами, витаминами, макро и микроэлементами. В статье рассмотрены различные виды функциональных добавок, используемых в хлебопечении, таких как черешки сельдерея, порошок из бурых водорослей, тыква, ячмень, сорго и др. Исследования по разработке рецептур безглютеновых изделий приобрели в последнее время наибольшую популярность. При выборе альтернативного сырья для эксперимента мы проанализировали условия произрастания топинамбура. Выяснили, что это неприхотливое к условиям произрастания растение, которое накапливает гораздо меньше нитратов и тяжелых металлов чем другие растения, а также устойчив к многим болезням и вредителям. Химический состав топинамбура уникален. Клубни содержат все незаменимые аминокислоты, пищевые волокна, минеральные вещества и витамины. В ходе эксперимента в рецептуре батона пшеничная мука ВС заменялась на муку из топинамбура в дозировке 20, 30 и 40%. Образец с добавлением 30% муки из топинамбура имел наилучшие органолептические показатели. Для упрощения создания рецептур хлебобулочных изделий с функциональными добавками разрабатывается система прогнозирования качества хлебобулочных изделий, позволяющая контролировать выходные параметры изделия на основе исходных данных.

**Ключевые слова:** функциональные продукты, нетрадиционное сырье, прогнозная оценка, автоматизированный контроль

**Для цитирования:** Плотникова В. В., Малолеткова Я. В., Сусарев С. В. Прогнозирование показателей качества хлебобулочных изделий с использованием функциональных добавок // Современная наука и инновации. 2024. № 2 (46). С. 118-125. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.11>

**Abstract.** Bakery products occupy an important place in the structure of nutrition. They are products of daily demand. That is why an important area of research is the enrichment of bakery products with nutrients, vitamins, macro and microelements. The article discusses various types of functional additives used in baking, such as celery stalks, brown algae powder, pumpkin, barley, sorghum, etc. Research on the development of recipes for gluten-free products has recently gained the greatest

© Плотникова В. В., Малолеткова Я. В., Сусарев С. В., 2024

popularity. When choosing an alternative raw material for the experiment, we analyzed the growing conditions of Jerusalem artichoke. It was found out that this plant is unpretentious to growing conditions, which accumulates much less nitrates and heavy metals than other plants, and is resistant to many diseases and pests. The chemical composition of Jerusalem artichoke is unique. Tubers contain all the essential amino acids, dietary fiber, minerals and vitamins. During the experiment, in the recipe of the loaf, wheat flour was replaced with Jerusalem artichoke flour in a dosage of 20, 30 and 40%. The sample with the addition of 30% Jerusalem artichoke flour had the best organoleptic characteristics. To simplify the creation of recipes for bakery products with functional additives, a system for predicting the quality of bakery products is being developed, which allows controlling the output parameters of the product based on initial data.

**Keywords:** functional products, non-traditional raw materials, predictive assessment, automated control

**For citation:** Plotnikova VV, Maloletkova YaV, Susarev SV. Prediction of quality indicators of bakery products using functional additives. *Modern Science and Innovations*. 2024;2(46):118-125. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.11>

**Введение.** Современная пищевая промышленность представляет собой высококонкурентную и среду с растущими требованиями потребителей к повышению качества, безопасности и срока годности пищевых продуктов, увеличению разнообразия продукции.

В нашем быстро меняющемся мире важно понимать, что забота о нашем питании играет важную роль в поддержании здоровья. Пища, которую мы употребляем, является основным источником не только энергии, но и всех необходимых для жизни витаминов, минералов и других питательных веществ.

Однако современный ритм жизни подчас не дает нам возможности правильно организовать основные приемы пищи, и мы часто вынуждены обращаться к перекусам "на ходу". Желание быстро и просто перекусить может привести к тому, что мы будем употреблять продукты, которые недостаточно питательны и не обеспечивают наш организм всеми необходимыми элементами.

В связи с этим, функциональные продукты питания приобретают все большую популярность. Функциональные продукты - это продукты питания, которые помимо своей основной нутриционной ценности, обогащены дополнительными питательными веществами или биологически активными компонентами, которые могут оказывать положительное воздействие на наше здоровье.

Ученые Новосибирского государственного технического университета и Кемеровского государственного университета совместно разработали рецептуру маффинов с использованием инулина и черешков сельдерея. Черешки сельдерея нарезали и подвергали ИК-сушке, инулин вводили в изделие в количестве 10%. В ходе проведенных экспериментов выяснено, что увеличение доли вводимого порошка сельдерея положительно влияет на содержание витамина С и бета-каротина. Дозировка до 7,5% является оптимальной, так как не сказывается отрицательно на органолептических свойствах [1].

В Камчатском государственном техническом университете изучили использование морских водорослей в качестве полифункциональной комплексной добавки в технологии мучных кондитерских изделий. В качестве основы использовалась рецептура песочно-выемного печенья «Круглое». Порошок из бурых водорослей вносили непосредственно в муку в разных дозировках. После проведения органолептического и физико-химического анализа оптимальной была признана дозировка 1% [2].

В Самарском государственном техническом университете ведутся различные исследования по разработке рецептур хлебобулочных изделий с использованием нетрадиционного растительного сырья, такого как гречиха, овес, ячмень, тыква и др. [2, 4, 4, 6, 6, 8].

Включение нетрадиционных ингредиентов в выпечку помогает улучшить пищевую ценность и качество хлебобулочных изделий, что удовлетворяет потребности современных потребителей, заинтересованных в продуктах, способствующих поддержанию здоровья. С учетом увеличивающегося числа заболеваний, связанных с непереносимостью глютена, в поисках альтернативного сырья, исключающего или снижающего содержание глютена в выпечке, можно увидеть необходимость разнообразия и инноваций в пищевой промышленности. Исследование, проведенное в 2018 году, показало, что рынок безглютеновой продукции в России был не полностью развит. Учитывая, что целиакия – генетическое заболевание, предполагается, что число страдающих этим заболеванием будет расти [9].

В связи с этим одно из направлений исследований направлено на создание безглютеновых хлебобулочных изделий с использованием муки из сорго. Ведется разработка рецептуры безглютенового хлебобулочного изделия с использованием муки из сорго. Образец готовился на основе заварки с добавлением обработанной муки из сорго [10].

Топинамбур, будучи культурой с множеством микроэлементов и отсутствием глютена, представляет собой привлекательный вариант для использования в хлебобулочных изделиях. Его преимуществами являются устойчивость к засухе, высокая урожайность и универсальность использования. Топинамбур, также известный как земляная груша, является многолетним растением, принадлежащим к семейству астровых. Его корни содержат большое количество инулина, растительного полисахарида, который имеет низкий гликемический индекс и не повышает уровень сахара в крови. Мука топинамбура обладает сладким вкусом и приятным ароматом, поэтому может использоваться в выпечке хлебобулочных изделий. Более того, она также содержит диетические волокна, минералы и витамины, делая ее более питательной, чем обычная пшеничная мука [11].

Сравнительный анализ химического состава пшеничной муки высшего сорта и муки из топинамбура представлен в таблице 1.

**Таблица 1 – Химический состав муки из топинамбура и пшеничной муки ВС**  
**Table 1 – Chemical composition of jerusalem artichoke flour and wheat flour**

Содержание в 100 г продукта	Мука топинамбура	Пшеничная мука ВС
Белки, г	7,9	10,33
Жиры, г	0,7	0,98
Углеводы, г	63,4	76,31
Клетчатка, г	2,5	2,7
Пектин, г	12,2	
Клетчатка, г	2,5	2,7
Моно- и дисахариды	3,2	1
Инулин	14-20	-
Минеральные вещества, мг		
Калий, мг	299,0	107,0
Железо, мг	9,4	1,2
Фосфор, мг	459,9	108,0
Медь, мг	5,9	0,1
Витамины, мг		
Витамин С, мг	18,6	0
Витамин В1, мг	0,20	0,17
Витамин В2, мг	0,06	0,04
Витамин Е, мг	0,19	0,1
Витамин В4, мг	30,0	10,4
Энергетическая ценность, ккал	292	364

**Материалы и методы исследований.** В лаборатории Высшей биотехнологической школы СамГТУ проводились эксперименты по разработке рецептуры хлебобулочного изделия с добавлением муки из топинамбура. Основное сырье проанализировали по

органолептическим и физико-химическим показателям в соответствии с установленными ГОСТ методиками. Результаты представлены в таблицах

**Таблица 2 – Органолептические показатели муки из топинамбура и пшеничной муки ВС**  
**Table 2 – Organoleptic characteristics of jerusalem artichoke flour and wheat flour**

	Цвет	Запах	Вкус	Наличие примесей
Мука из топинамбура	Светло-коричневый	Слегка сладковатый, с травяными нотками	Сладкий, с ореховым привкусом	Без посторонних примесей
Мука пшеничная ВС	Белый с кремовым оттенком	Свойственный нормальной муке, без затхлости	Свойственный нормальной муке, без посторонних привкусов	Без посторонних примесей

**Таблица 3 – Физико-химические показатели муки из топинамбура и пшеничной муки ВС**  
**Table 3 – Physico-chemical parameters of jerusalem artichoke flour and wheat flour**

Показатели	Влажность, %	Содержание клейковины, %	Кислотность, град
Мука из топинамбура	14,7	-	6,5
Пшеничная мука ВС	14	29	3,2

После этого с использованием метода пробных лабораторных выпечек готовилось несколько образцов хлебобулочных изделий. Для проведения эксперимента за основу мы взяли рецептуру Батона из муки пшеничной ВС. Именно этот продукт пользуется ежедневным спросом у населения Самарской области. Муку из топинамбура вносили в количестве 20, 30, 40%. Рецептуры выпекаемых образцов представлены в таблице 4.

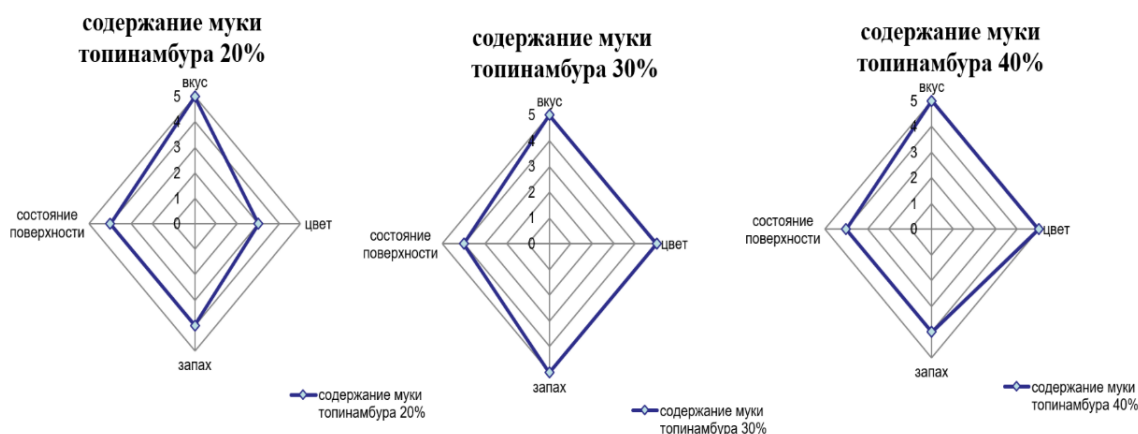
**Таблица 4 – Рецептура батона с добавлением муки из топинамбура**  
**Table 4 – Recipe of a loaf with the addition of jerusalem artichoke flour**

Наименование сырья	Контрольный образец	Опытный образец 1	Опытный образец 2	Опытный образец 3
Мука пшеничная ВС	100	80	70	60
Мука топинамбура	-	20	30	40
Аммоний углекислый	-	0,3	0,3	0,3
Соль	1,5	1,5	1,5	1,5
Сахар	3	3	3	3
Маргарин	3,5	3,5	3,5	3,5
Дрожжи прессованные	3,0	-	-	-

Тесто готовили безопасным способом. Расстойка составляла 60 минут при температуре 32-34°C. Выпекали образцы при температуре 210°C в течение 20 минут.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Группой экспертов проведен органолептический анализ полученных образцов. Цвет, вкус, запах и состояние поверхности необходимо было оценить по пятибалльной шкале.

Итоги оценки представлены на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Диаграммы органолептической оценки образцов**  
**Figure 1 – Diagrams of organoleptic evaluation of samples**

По представленным диаграммам можем сделать вывод, что батон с содержанием муки из топинамбура в дозировке 30% имеет наивысшие оценки по показателям.

**Заключение.** Таким образом, мука из топинамбура является перспективным альтернативным сырьем для производства хлебобулочных безглютеновых изделий, к тому же с содержанием инулина. Дальнейшие исследования направлены на совершенствование рецептуры для полного замещения пшеничной муки ВС.

Имеющийся метод пробных лабораторных выпечек для разработки новых рецептур хлебобулочных изделий является довольно трудоемким [11]. Разработка методов и алгоритмов прогнозной оценки качества позволит смоделировать результат в зависимости от введенных показателей (на входе и на выходе) и в разы ускорить разработку новых рецептур изделий.

Методики моделирования процессов широко используются в разных отраслях промышленности, в том числе в АПК [12,13]. И, основываясь на успешном опыте, мы также ведем разработку системы прогнозирования качества хлебопекарных изделий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Копылова А. В., Сапожников А. Н., Давыденко Н. И. Разработка рецептуры и технологии маффинов с использованием инулина и черешков сельдерея // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. Т. 10. № 4 (56). С. 138-142. <https://doi.org/10.46548/21vek-2021-1056-0028>
2. Зенина А. П., Ефимова М. В., Ефимов А. А. Использование морских водорослей в технологии мучных кондитерских изделий // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием; в 2х частях, Петропавловск-Камчатский, 22–24 марта 2016 года. Том Часть 1. Петропавловск-Камчатский: Камчатский государственный технический университет, 2016. С. 34–39.
3. Темникова О. Е., Рузянова А. А. Технология производства безглютеновых отделочных полуфабрикатов из нетрадиционного сырья // Пищевая промышленность. 2019. № 1. С. 86–88.
4. Темникова О. Е., Мустакаева А. К., Зимичев А. В. Разработка технологии хлеба пшеничного с добавлением тыквенного пюре // Инновационные технологии в пищевой промышленности: Сборник статей III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Самара, 14–16 апреля 2016 года. Самара: Самарский государственный технический университет, 2016. С. 32–33.

5. Темникова О, Егорцев Н., Зимичев А. Гречневая мука в технологии пшеничного хлеба // Хлебопродукты. 2011. № 11. С. 38–39.
6. Орлов Д. А., Малолеткова Я. В. Разработка рецептуры функционального песочного печенья // Пищевые технологии и биотехнологии: XVIII Всероссийская конференция молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием, Казань, 18–21 апреля 2023 года. Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2023. С. 574–576.
7. Малолеткова Я. В. Использование каши из ячневой крупы в производстве хлеба // Технологии и продукты здорового питания: Сборник статей XII Национальной научно-практической конференции с международным участием, Саратов, 17–18 декабря 2020 года / Под общей редакцией Н.В. Неповинных, О.М. Поповой, Е.В. Фатьянова. Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2021. С. 408–409.
8. Чалдаев П. А., Зимичев А. В. Использование овса и продуктов его переработки в хлебопечении // Хлебопечение России. 2012. № 2. С. 22–23. EDN OSKIJZ.
9. Рузянова А. А., Темникова О. Е., Зимичев А. В. Исследование потребительского спроса на безглютеновую мучную продукцию // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, Бийск, 23–25 мая 2018 года. Бийск: ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ), 2018. С. 593–595.
10. Малолеткова Я. В., Сусарев С. В., Темникова О. Е. Разработка рецептуры безглютенового хлебобулочного изделия с использованием муки из сорго // Вестник КрасГАУ. 2023. № 12. С. 283–289. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-12-283-289>
11. Сухова О. В. Разработка рецептуры хлебобулочного изделия с использованием муки топинамбура / О. В. Сухова, Е. В. Комарова, Д. А. Ермаков // Инновационный потенциал развития мировой науки и техники: взгляд современных ученых: материалы XIII Международной научно-практической конференции, Нижний Новгород, 30 сентября 2023 года. Нижний Новгород: Научный мир, 2023. С. 261–264. EDN CSWGDL.
12. Малолеткова Я. В. Изучение возможности автоматизации метода разработки рецептуры хлебобулочных изделий функционального назначения / Я. В. Малолеткова // Пищевая промышленность. 2023. № 2. С. 106–107. <https://doi.org/10.52653/PPI.2023.2.2.023>.
13. Сусарев С. В., Орлов С. П., Бизюкова Е. Е., Учайкин Р. А. Моделирование процессов прогнозного технического обслуживания роботизированных агротехнических автомобилей // Математические методы в технологиях и технике. 2021. № 1. С. 148–153. [https://doi.org/10.52348/2712-8873\\_MMTT\\_2021\\_1\\_148](https://doi.org/10.52348/2712-8873_MMTT_2021_1_148)
14. Яковлева А. Е., Сусарев С. В., Орлов С. П. Анализ эффективности роботизированной системы сельскохозяйственных автомобилей // Системы управления и информационные технологии. 2021. № 3 (85). С. 94–100. <https://doi.org/10.36622/VSTU.2021.85.3.017>

## REFERENCES

1. Kopylova, AV, Sapozhnikov AN, Davydenko NI. Development of formulation and production technology of muffins with the use of inulin and celery stalk. XXI Century: Resumes of the Past and Challenges of the Present plus. 2021;10(4(56)):138-142. (In Russ.). <https://doi.org/10.46548/21vek-2021-1056-0028>
2. Zenina AP, Efimova MV, Efimov AA. Use of seaweed in flour confectionery technology. In Natural resources, their current state, protection, commercial and technical use: proceedings of the VII All-Russian scientific and practical conference with international participation; in

- 2 parts, Petropavlovsk-Kamchatsky, March 22-24, 2016. Volume Part 1. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatka State Technical University; 2016;34-39. (In Russ.).
3. Temnikova OE, Ruzyanova AA. Technology of gluten-free semi-finished bakery products using non-traditional raw material. *Food processing Industry*. 2019;1:86-88. (In Russ.).
  4. Temnikova OE, Mustakaeva AK, Zimichev AV. Development of technology for wheat bread with the addition of pumpkin puree. In *Innovative technologies in the food industry: collection of articles of the III All-Russian scientific and practical conference with international participation*, Samara, April 14-16, 2016. Samara: Samara State Technical University; 2016;32-33. (In Russ.).
  5. Temnikova O, Egortsev N, Zimichev A. Buckwheat flour in wheat bread technology. *Bread products*. 2011;11:38-39. (In Russ.).
  6. Orlov DA, Maloletkova YaV. Development of a recipe for functional shortbread cookies. *Food technology and biotechnology: XVIII All-Russian conference of young scientists, postgraduates and students with international participation*, Kazan, April 18-21, 2023. Kazan: Kazan National Research Technological University, 2023;574-576. (In Russ.).
  7. Maloletkova YaV. Use of barley porridge in bread production. *Technologies and healthy food products: Collection of articles of the XII National scientific and practical conference with international participation*, Saratov, December 17-18, 2020. Edited by NV Nepovinnykh, Popova OM, Fatyanova EV. Saratov: Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov; 2021;408-409. (In Russ.).
  8. Chaldae PA, Zimichev AV. Use of oats and its processed products in bread baking. *Bakery of Russia*. 2012;2:22-23. EDN OSKIJZ. (In Russ.).
  9. Ruzyanova AA, Temnikova OE, Zimichev AV. Research of consumer demand for gluten-free flour products // *Technologies and equipment of chemical, biotechnological and food industries: Proceedings of the XI All-Russian scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists with international participation*, Biysk, May 23-25, 2018. Biysk: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunov" (AltSTU); 2018;593-595. (In Russ.).
  10. Maloletkova YaV, Susarev SV, Temnikova OE. Developing a gluten-free bakery product recipe using sorghum flour. *Bulletin of KrasSAU*. 2023;12:283-289. (In Russ.). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-12-283-289>
  11. Sukhova OV, Komarova EV, Ermakov DA. Development of a recipe for a bakery product using Jerusalem artichoke flour / O. V. Sukhova, E. V. Komarova, D. A. Ermakov // *Innovative potential for the development of world science and technology: the view of modern scientists: materials of the XIII International scientific and practical conference*, Nizhny Novgorod, September 30, 2023. Nizhny Novgorod: *Scientific world*; 2023;261-264. EDN CSWGDL. (In Russ.).
  12. Maloletkova YaV. Studying the possibility of automating the method of developing a recipe for functional bakery products. *Food processing Industry*. 2023;2:106-107. (In Russ.). <https://doi.org/10.52653/PPI.2023.2.2.023>
  13. Susarev SV, Orlov SP, Bizyukova EE, Uchaikin RA. The models for predictive maintenance of robotic agricultural vehicles. *Matematicheskie metody v tekhnologiyakh i tekhnike = Mathematical methods in engineering and technology*. 2021;1:148-153. (In Russ.). [https://doi.org/10.52348/2712-8873\\_MMTT\\_2021\\_1\\_148](https://doi.org/10.52348/2712-8873_MMTT_2021_1_148)
  14. Yakovleva AE, Susarev SV, Orlov SP. Analysis of the agricultural vehicle robotic system effectiveness. *Sistemy upravleniya i informatsionnye tekhnologii = Control systems and information technologies*. 2021;3(85):94-100. (In Russ.). <https://doi.org/10.36622/VSTU.2021.85.3.017>

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Варвара Викторовна Плотникова** – студент Высшей биотехнологической школы, Самарский государственный технический университет

**Яна Владимировна Малолеткова** – аспирант, старший преподаватель Высшей биотехнологической школы, Самарский государственный технический университет, [yana.maloletkova@yandex.ru](mailto:yana.maloletkova@yandex.ru)

**Сергей Васильевич Сусарев** – кандидат технических наук, доцент, кафедра автоматизации и управления техническими процессами, Самарский государственный технический университет

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Varvara V. Plotnikova** – Student of the Higher Biotechnological School, Samara State Technical University

**Yana V. Maloletkova** – Graduate Student, Senior Teacher of the Higher Biotechnological School, Samara State Technical University, [yana.maloletkova@yandex.ru](mailto:yana.maloletkova@yandex.ru)

**Sergey V. Susarev** – Cand. Sci. (Techn.), Associate Professor, Department of Automation and Control of Technical Processes, Samara State Technical University

**Вклад авторов:** все авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию: 14.03.2024;  
одобрена после рецензирования: 19.04.2024;  
принята к публикации: 10.06.2024.*

*The article was submitted: 14.03.2024;  
approved after reviewing: 19.04.2024;  
accepted for publication: 10.06.2024.*

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ | SHORT REPORTS

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 126-131.  
Modern Science and Innovations.  
2024;2(46):126-131.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / TECHNICAL SCIENCES

Научная статья / Original article

УДК 664.681.9  
<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.12>

Анна Владимировна Дударевич  
[Anna V. Dudarevich]<sup>1\*</sup>,  
Ирина Михайловна Русина  
[Iryna M. Rusina]<sup>2</sup>

Порошок листьев моркови как  
функциональная добавка при получении  
хлебных палочек

Carrot leaf powder as a functional additive  
for producing breadsticks

<sup>1,2</sup>Гродненский государственный аграрный университет, г. Гродно, Республика Беларусь /  
Grodno State Agrarian University, Grodno, Republic of Belarus

\*Автор, ответственный за переписку: Анна Владимировна Дударевич, [anya.dudarevich@bk.ru](mailto:anya.dudarevich@bk.ru) /  
Corresponding author: Anna V. Dudarevich, [anya.dudarevich@bk.ru](mailto:anya.dudarevich@bk.ru)

**Аннотация.** В статье представлены результаты изучения некоторых органолептических и физико-химических показателей качества порошка листьев моркови, полуфабрикатов и хлебных палочек на основе пшеничной муки первого сорта и порошка листьев моркови в количестве 3–9 % от массы муки. Выявили наличие значительного количества биогенных микроэлементов, хлорофилла и  $\beta$ -каротина в порошке обогатительной добавки. В модельном эксперименте отмечали активирование процессов газообразования при повышении количества порошка листьев моркови. Хлебные палочки опытных вариантов имели хорошие органолептические и физико-химические свойства. По результатам дегустации выбрали два варианта изделий и совершенствовали их рецептуру путем внесения растительного масла. Предложено использовать порошок листьев моркови в количестве 5 и 7 % в дальнейших исследованиях для совершенствования технологии хлебных палочек функционального назначения.

**Ключевые слова:** порошок листьев моркови, хлебные палочки на основе биологических разрыхлителей, функциональные продукты питания, направленное питание

**Для цитирования:** Дударевич А. В., Русина И. М. Порошок листьев моркови как функциональная добавка при получении хлебных палочек // Современная наука и инновации. 2024. № 2 (46). С. 126-131. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.12>

**Abstract.** The article presents the results of a study of some organoleptic and physicochemical quality indicators of carrot leaf powder, semi-finished products and bread sticks based on the first grade wheat flour and carrot leaf powder in an amount of 3–9% by the weight of flour. The presence of a significant amount of biogenic microelements, chlorophyll and  $\beta$ -carotene in the powder of the fortification additive was revealed. In a model experiment, the activation of gas formation processes was noted with an increase in the amount of the carrot leaf powder. The bread sticks of the experimental variants had good organoleptic and physicochemical properties. Based on the results of the tasting, we chose two versions of the products and improved their recipe by adding a vegetable oil. It is proposed to use the carrot leaf powder in amounts of 5 and 7% in further research to improve the technology of functional breadsticks.

**Keywords:** carrot leaf powder, breadsticks based on biological leavening agents, functional foods, targeted nutrition

**For citation:** Dudarevich AV, Rusina IM. Carrot leaf powder as a functional additive for producing breadsticks. *Modern Science and Innovations*. 2024;2(46):126-131. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.12>

**Введение.** С учетом рекомендаций экспертов Всемирной организации здравоохранения научно-техническая политика государства в области питания, указанная в «Доктрине национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года», направлена на разработку и совершенствование технологии производства продуктов с повышенной биологической ценностью. Внесение в рецептуру мучных изделий ингредиентов, содержащих комплекс биологически активных соединений с широким спектром терапевтического действия, обладающих антистрессовыми, адаптогенными, тонизирующими, стимулирующими и радиопротекторными и другими свойствами, является одним из путей решения продовольственной безопасности страны [1-5].

Порошок листьев моркови является перспективной обогатительной добавкой, поскольку содержит большое количество фитоактивных соединений, применяется в традиционной восточной медицине, может быть использован в качестве базовых данных по стандартизации для коммерческого развития. Употребление в пищу морковной ботвы так же положительно влияет на обменные процессы, способствует очищению сосудов от холестериновых бляшек и выведению песка из почек. В опытах на животных было доказано, что листья моркови восполняют дефицит каротинов. Биоконверсия их из листьев моркови в ретинол аналогична тому, что было зарегистрировано для других зеленолистных овощей [6, 7].

Внесение листьев моркови в рецептуры мучных изделий даст возможность проводить более полную переработку и использование овощного сырья, что очень важно не только для обеспечения продовольственной безопасности страны, но и для повышения рентабельности сельскохозяйственных предприятий, расширения ассортимента продуктов функционального назначения, создания дополнительных рабочих мест.

В этой связи целью исследования явилось определение целесообразности внесения порошка листьев моркови в качестве обогатительного ингредиента в рецептуру хлебных палочек.

**Материалы и методы исследований.** В работе использовалось сырье, соответствующее требованиям ТНПА, для изучения показателей композитных смесей и готовых хлебных палочек применяли стандартизированные и общепринятые методы и методики исследований. В ходе модельного эксперимента была изучена газообразующая способность дрожжей [8].

Порошок листьев моркови столовой получали путем сушки свежей ботвы, собранной перед уборкой урожая, при температуре 60 °С в сушильном шкафу с последующим размолотом на лабораторной мельнице. Композитные смеси составляли из пшеничной муки первого сорта и порошка листьев моркови в количестве 3-9 % от массы муки с шагом 2 %.

Рецептура для хлебных палочек включала муку пшеничную первого сорта или композитную смесь (100 г), соль (2 г), сахар (2 г), дрожжи хлебопекарные прессованные (2 г); подсолнечное масло на смазку и воду по расчету, а затем совершенствовали рецептуру путем добавления растительного масла (5 г) [9, 10].

Технология получения изделий включала замес (20 минут), отлежку (20 минут при 25 °С), формовку, расстойку (30 минут при температуре 30 °С), выпечку (15 минут при температуре 200 °С).

**Результаты исследований и их обсуждение.** Показатели качества муки пшеничной первого сорта соответствовали требованиям СТБ 1666-2006, а результаты оценки показателей порошка листьев моркови показали значительное количество хлорофилла и β-

каротина (таблица 1), а также ряда биогенных микроэлементов, определенных в золе порошка моркови с использованием масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой.

**Таблица 1 – Показатели качества порошка ботвы столовой моркови**  
**Table 1 – Quality indicators of table carrot top powder**

Показатель	Результат
<b>Порошок из листьев столовой моркови</b>	
<b>Цвет</b>	Темно-зеленый
<b>Вкус</b>	Свойственный листьям столовой моркови, без посторонних привкусов
<b>Запах</b>	Свойственный листьям столовой моркови, без посторонних запахов
<b>Хруст</b>	Отсутствует
<b>Влажность, %</b>	9,0
<b>Зольность, %</b>	13,077
<b>Содержание β-каротина, мг/г порошка</b>	4,5186
<b>Содержание хлорофилла а, мг/г порошка</b>	1,287
<b>Содержание хлорофилла в, мг/г порошка</b>	0,9478
<b>Микроэлементы, мкг/г навески золы</b>	
<b>Mn</b>	1,547
<b>Cu</b>	70,929
<b>Zn</b>	102,088
<b>Se</b>	0,189
<b>I</b>	0,619

Согласно данным литературы и результатам определения показателей качества порошок ботвы моркови можно рекомендовать использовать в качестве обогатительной добавки при производстве мучных изделий, так как он имеет приятные органолептические свойства, содержит высокие количества микроэлементов, соотношение хлорофиллов, а и в сохраняется, количество каротина достаточно высокое.

Интенсивность брожения, осуществляемого хлебопекарными дрожжами в составленных композитных смесях, изучали стандартным методом в колбах с затвором Мейссля с серной кислотой при 30 °С через 60, 120 и 150 минут путем взвешивания. Эффективность газообразования была пропорциональна количеству внесенной обогатительной добавки и превышала величину контроля на 12,36–31,47 %. Выяснили, что за первые 60 минут газообразование повысилось на 8-26 %, за второй час брожения – на 14-38 %, за последние 30 минут – на 18-20 %.

Анализируя результаты оценки газообразования в композитных смесях можно предложить изготавливать изделия с более коротким сроком брожения.

Тесто опытных образцов хлебных палочек отличалось от контрольного варианта по цвету, визуализировались вкрапления порошка, оно тяжелее замешивалось.

Готовые изделия опытных вариантов имели привкус и запах порошка листьев моркови, с увеличением дозировки порошка усиливалась шероховатость поверхности. На разломе все хлебные палочки были хорошо пропеченные, без следов непромеса, разламывались с характерным хрустом, имели равномерную пористость.

С повышением количества вносимой добавки регистрировали увеличение титруемой кислотности изделий (3,5-5,2 градусов), понижение влажности (8,4-7,4 %), намокаемость снижалась незначительно и непропорционально массовой доле добавки в смеси (130,2-126,1 %).

По результатам дегустации наилучшими были выбраны образцы с внесением 5 и 7 % порошка ботвы моркови.

Далее было принято решение внести в рецептуру растительное масло для улучшения реологических показателей теста и готовых изделий. Провели пробные выпечки хлебных палочек с последующей оценкой их качества (рисунок 1).



**Контроль**

**5 % порошка**

**7 % порошка**

**Рисунок 1 – Внешний вид изделий**

**Figure 1 – Appearance of products**

Отметили улучшение показателей качества теста и готовых изделий. Намокаемость при этом повысилась до 145,78 и 145,57 % соответственно для образцов, включающих 5 и 7% порошка добавки от массы муки, незначительно изменилась влажность и кислотность палочек по отношению к предыдущему эксперименту. Все изделия соответствовали требованиям СТБ 1007-96 «Изделия хлебобулочные диетические и обогащенные».

**Заключение.** Обобщая полученные результаты можно предложить продолжить работу по совершенствованию технологии получения хлебных палочек и рекомендовать использовать порошок ботвы моркови в количестве 5 и 7 % от массы муки пшеничной первого сорта при получении изделий функционального назначения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Оробинская В. Н. Использование инсулинсодержащих растений в качестве источника биологически активных соединений антиоксидантного действия // Современная наука и инновации. 2016. № 2. С. 87–94.
2. Оробинская В. Н., Писаренко О. Н., Холодова Е. Н., Емельянов С. А. Новый диетический продукт корректирующего действия с добавлением *Brassica oleraceae* L // Современная наука и инновации. 2018. № 3. 158–168.
3. Оробинская В. Н., Писаренко О. Н. Использование биологически активных соединений антиканцерогенного действия в производстве функциональных продуктов питания // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2015. Т. 13. С. 1706–1710. [Электронный ресурс]. URL: <http://e-koncept.ru/2015/85342.htm> (дата обращения: 21.02.2024).
4. Хаматгаева Г. А. Формирование потребительских свойств обогащенного сахарного печенья вафельного путем добавления ядер дробленых орехов // Современная наука и инновации. 2024. № 1. С. 58–70.
5. Павлова О. В., Кучер А. С. Моделирование фитокомпозиций функционального назначения при постковидном синдроме // Современная наука и инновации. 2024. № 1. С. 63–60.
6. Hwang J. T. et al. Efficiency of the Enzymatic Conversion of Flavone Glycosides Isolated from Carrot Leaves and Anti-Inflammatory Effects of Enzyme-Treated Carrot Leaves // *Molecules*. 2023. Vol. 28 (11). P. 4291.

7. Titcomb T. J. Carrot Leaves Maintain Liver Vitamin A Concentrations in Male Mongolian Gerbils Regardless of the Ratio of  $\alpha$ - to  $\beta$ -Carotene When  $\beta$ -Carotene Equivalents Are Equalized // J Nutr. 2019. Vol. 149 (6). P. 951–958.
8. Практикум по микробиологии: учеб. пособие / под ред. Н.С. Егорова. М.: Изд-во Москов. ун-та, 1976. 307 с.
9. Зверева Л. Ф., Немцова З. С., Волкова Н. П. Технология и технохимический контроль хлебопекарного производства: учебник. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Легкая и пищевая промышленность. 1983. 416 с.
10. Шаршунов В. А. [и др.] Технология и оборудование для производства хлебобулочных изделий: учеб. пособие; под общ. ред. В.А. Шаршунова. Мн.: Минсата, 2017. 1008 с.

## REFERENCES

1. Orobinskaya VN. Use of insulin-containing plants as a source of biologically active compounds with antioxidant action. Modern Science and Innovations. 2016;(2):87-94. (In Russ.).
2. Orobinskaya VN, Pisarenko ON, Kholodova EN, Emelyanov SA. A new dietary product with corrective action with the addition of Brassica oleraceae L. Modern Science and Innovations. 2018;(3):158-168. (In Russ.).
3. Orobinskaya VN, Pisarenko ON. The use of biologically active compounds with anti-carcinogenic effects in the production of functional food products. Scientific and methodological electronic journal "Concept" = Scientific-methodological electronic journal "Koncept". 2015;13:1706–1710. Available from: <http://e-koncept.ru/2015/85342.htm> [Accessed 21 February 2024]. (In Russ.)
4. Khamatgaleeva GA. Formation of consumer properties of enriched sugar waffle cookies by adding crushed nut kernels. Modern Science and Innovations. 2024;(1):58-70. (In Russ.)
5. Pavlova OV, Kucher AS. Modeling of functional phytocompositions for post-covid syndrome. Modern Science and Innovations. 2024;(1):63-60. (In Russ.)
6. Hwang JT et al. Efficiency of the Enzymatic Conversion of Flavone Glycosides Isolated from Carrot Leaves and Anti-Inflammatory Effects of Enzyme-Treated Carrot Leaves. Molecules. 2023;28(11):4291.
7. Titcomb TJ. Carrot Leaves Maintain Liver Vitamin A Concentrations in Male Mongolian Gerbils Regardless of the Ratio of  $\alpha$ - to  $\beta$ -Carotene When  $\beta$ -Carotene Equivalents Are Equalized. J Nutr. 2019;149(6):951-958.
8. Practical manual on microbiology. Ed. by NS Egorov. Moscow; 1976. 307 p. (In Russ.)
9. Zvereva LF, Nemtsova ZS, Volkova NP. Technology and technochemical control of bakery production: a textbook. 3rd ed., revised and extended. Moscow: Light and food industry; 1983. 416 p. (In Russ.)
10. Sharshunov VA et al. Technology and equipment for the production of bakery products: textbook. General Ed. VA Sharshunov. Minsk: Minsata; 2017. 1008 p. (In Russ.)

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Анна Владимировна Дударевич** – студентка Гродненского государственного аграрного университета, [anya.dudarevich@bk.ru](mailto:anya.dudarevich@bk.ru)

**Ирина Михайловна Русина** – кандидат биологических наук, доцент кафедры технологии хранения и переработки растительного сырья, Гродненский государственный аграрный университет, [rimih\\_2010@mail.ru](mailto:rimih_2010@mail.ru)

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Anna V. Dudarevich** – Student, Grodno State Agrarian University, [anya.dudarevich@bk.ru](mailto:anya.dudarevich@bk.ru)

**Iryna M. Rusina** – Cand. Sci. (Biol.), Associate Professor, Department of Technology of Storage and Processing of Plant Raw Materials, Grodno State Agrarian University, [rimih\\_2010@mail.ru](mailto:rimih_2010@mail.ru)

**Вклад авторов:** все авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию: 07.03.2024;  
одобрена после рецензирования: 09.04.2024;  
принята к публикации: 10.06.2024.*

*The article was submitted: 07.03.2024;  
approved after reviewing: 09.04.2024;  
accepted for publication: 10.06.2024.*

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 132-138.  
Modern Science and Innovations.  
2024;2(46):132-138.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / TECHNICAL SCIENCES

Научная статья / Original article

УДК 664.667: 664.236  
<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.13>

**Вероника Васильевна Мелюх**  
[Veronika V. Meliukh]<sup>1</sup>,

**Алла Владимировна Покрашинская**  
[Alla V. Pokrashinskaya]<sup>2\*</sup>

**Разработка рецептуры и технологии  
производства безглютенового сахарного  
печенья**

**Development of a recipe and technology for  
production of gluten-free sugar cookies**

<sup>1,2</sup>Гродненский государственный аграрный университет, г. Гродно, Республика Беларусь /  
Grodno State Agrarian University, Grodno, Republic of Belarus

\*Автор, ответственный за переписку: Алла Владимировна Покрашинская, [pokrashinskaya@gmail.com](mailto:pokrashinskaya@gmail.com) /  
Corresponding author: Alla V. Pokrashinskaya, [pokrashinskaya@gmail.com](mailto:pokrashinskaya@gmail.com)

**Аннотация.** В ходе проведенных исследований были изучены вопросы, связанные с разработкой технологии производства безглютеновых мучных кондитерских изделий. Определены показатели качества безглютеновых видов муки таких, как рисовая и кукурузная и установлена возможность их использования при производстве диетического печенья. В работе применялся метод математического планирования эксперимента с помощью компьютерной системы планирования двухуровневого двухфакторного эксперимента типа 2<sup>2</sup> «со звездой» с помощью программы STATGRAPHICS Plus for Windows. Установлено оптимальное соотношение рисовой и кукурузной муки при изготовлении сахарного печенья. При соотношении рисовой и кукурузной муки в количестве 88:12 % получаемое безглютеновое сахарное печенье обладает требуемыми показателями качества такими, как намокаемость и бальная оценка, основанная на органолептических показателях качества. Установлена возможность использования яблочного пюре и порошка аронии черноплодной при производстве безглютеновых продуктов питания в качестве структурообразователей за счет содержания в них пектиновых веществ. Ягодный порошок был получен в лабораторных условиях из свежих ягод аронии. Также с помощью планирования эксперимента было определено, что наиболее оптимальные показатели качества опытных образцов печенья достигаются при введении яблочного пюре в количестве 22 % и порошка аронии черноплодной – 1%. Помимо укрепления структуры готового печенья, внесение данных компонентов повышает пищевую ценность безглютенового сахарного печенья, обогащая его витаминами, минеральными веществами и пищевыми волокнами.

**Ключевые слова:** безглютеновое сахарное печенье, рисовая и кукурузная мука, яблочное пюре, порошок аронии черноплодной, показатели качества

**Для цитирования:** Мелюх В. В., Покрашинская А. В. Разработка рецептуры и технологии производства безглютенового сахарного печенья // Современная наука и инновации. 2024. № 2 (46). С. 132-138. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.13>

**Abstract.** In the course of the research, issues related to the development of technology for the production of gluten-free flour confectionery products were studied. The quality indicators of gluten-free flours such as rice and corn have been determined and the possibility of their use in the production of dietary cookies has been established. The work used the method of mathematical planning of an experiment using a computer system for planning a two-level two-factor experiment of type 2<sup>2</sup> “with a star” using the STATGRAPHICS Plus for Windows program. The optimal ratio of rice and corn flour when making sugar cookies has been established. With a ratio of rice and corn flour of 88:12 %, the resulting gluten-free sugar cookies have the required quality indicators such as wetness and a score based on organoleptic quality indicators. The possibility of using applesauce and chokeberry powder in the production of gluten-free food

*products as structure formers due to the content of pectin substances in them has been established. The berry powder was obtained in laboratory conditions from fresh chokeberry berries. Also, by planning the experiment, it was determined that the most optimal quality indicators for test samples of cookies are achieved by introducing applesauce in an amount of 22 % and chokeberry powder – 1 %. In addition to strengthening the structure of the finished cookies, the addition of these components increases the nutritional value of gluten-free sugar cookies, enriching them with vitamins, minerals and dietary fiber.*

**Keywords:** gluten-free sugar cookies, rice and corn flour, applesauce, chokeberry powder, quality indicators

**For citation:** Meliukh VV, Pokrashinskaya AV. Development of a recipe and technology for production of gluten-free sugar cookies. *Modern Science and Innovations*. 2024;2(46):132-138. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.13>

**Введение.** Одной из проблем в области продуктов питания является разработка технологий производства мучных изделий специализированного назначения, направленных на профилактику и лечение врожденных заболеваний. К таким видам продуктов относятся безглютеновые мучные изделия, предназначенные для людей, больных целиакией. Круг потребителей безглютеновых мучных изделий неширок, но и их необходимо обеспечивать специализированными продуктами питания постоянно [1]. При этом в Республике Беларусь безглютеновые продукты представлены в основном импортной продукцией.

При изготовлении мучных кондитерских изделий для безглютенового питания можно использовать некоторые виды муки, которые подходят для получения мучных кондитерских изделий по органолептическим признакам: рисовая, кукурузная, гречневая, соевая мука, овсяная [2, 3]. Однако, изделия, получаемые из муки, не содержащей клейковину, обладают повышенной хрупкостью, что способствует образованию большого количества лома и крошки в процессе упаковки, хранения и транспортировки данной продукции.

С целью укрепления структуры печенья целесообразно использовать различные плодово-ягодные и овощные компоненты, содержащие пектиновые вещества [4, 5]. В качестве таких структурообразующих компонентов могут выступить яблочное пюре и порошок из аронии черноплодной. Яблочное пюре в настоящее время широко используется в кондитерском производстве при получении пастильно-мармеладных изделий.

Арония черноплодная способна проявлять антиоксидантные и противоаллергические свойства. Большое содержание йода позволяет использовать их при заболеваниях щитовидной железы. Помимо этого, ягоды помогают в лечении болезней желчного пузыря, почек, печени, желудочно-кишечного тракта и сосудистой системы. Регулярное употребление в пищу черноплодной рябины приводит к понижению артериального и внутричерепного давления. Этот эффект достигается в результате того, что плоды способствуют разжижению крови, понижают свертываемость крови, снижают риск образования тромбов в мелких артериях и венах [6].

Исследования, направленные на возможность использования порошка аронии при производстве мучных изделий уже проводились. Различные авторы применяли порошок из аронии черноплодной при производстве хлебобулочных изделий, печенья, кексов и макаронных изделий [7–10].

Помимо укрепления структуры, данные растительные ингредиенты повысят энергетическую, биологическую, физиологическую ценности, а также усвояемость и доброкачественность получаемого безглютенового печенья.

**Основная часть.** В качестве безглютеновых видов муки в исследованиях использовались рисовая и кукурузная мука. Их показатели качества приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели качества используемых видов муки  
 Table 1 – Quality indicators of the types of flour used

Наименование показателя	Рисовая мука	Кукурузная мука
Цвет	Белый	Желтый
Запах	Свойственный данному виду муки, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый	
Вкус	Свойственный данному виду муки, не кислый, не горький, без посторонних привкусов	
Влажность, %	12,0	15,0
Кислотность, град.	2,0	4,5

Для определения влияния различного соотношения рисовой и кукурузной муки на качество готовых изделий использовалось планирование эксперимента ПФЭ  $2^2$  со звездным плечом в пакете StatGraphicsPlus. В качестве входящих факторов принимались: количество рисовой муки в диапазоне 15–85 % и количество кукурузной муки в диапазоне 15–85 %. Выходными параметрами выступили намокаемость печенья и его бальная оценка качества. Данная оценка основана на ряде органолептических показателей качества печенья таких как форма, состояние поверхности, вид в изломе, запах и вкус.

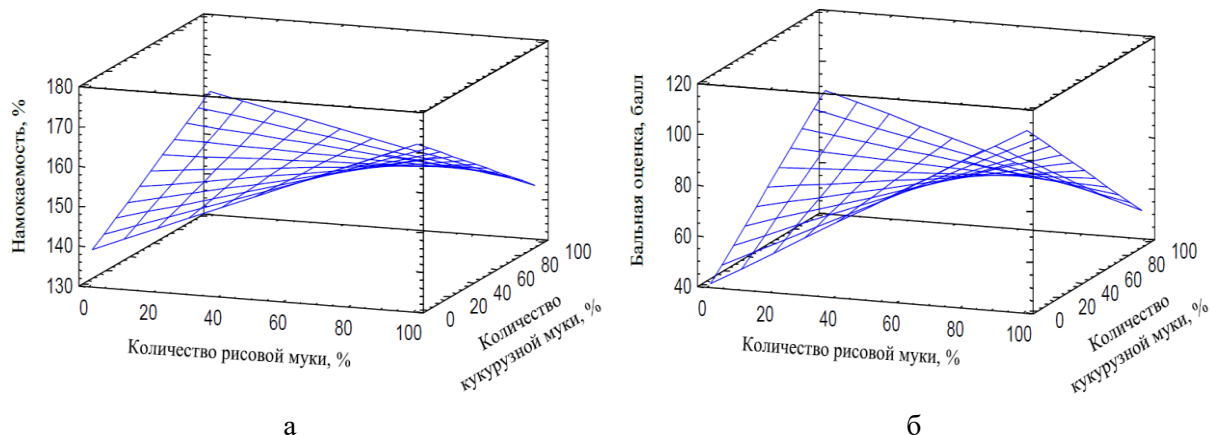
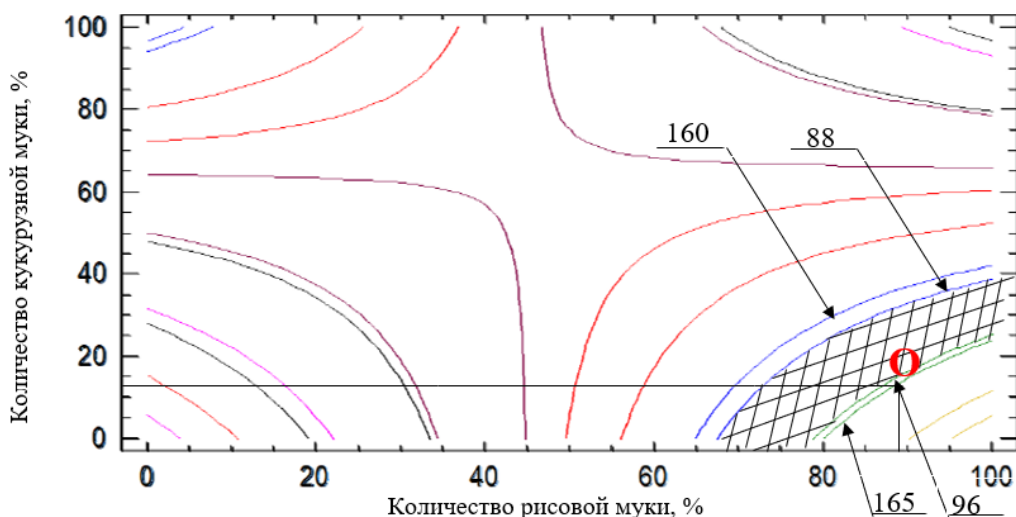


Рисунок 1 – Поверхности отклика для намокаемости печенья (а) и бальной оценки качества (б)

Figure 1 – Response surfaces for cookie wetness (a) and quality score (b)

Для изучения влияния разного соотношения рисовой и кукурузной муки на намокаемость и бальную оценку качества печенья была построена диаграмма (рисунок 2).

Пересечение линий равного уровня на полученной диаграмме указывают на область, в которой устанавливаются оптимальные значения намокаемости печенья 160–165 % и бальной оценке его качества 88–96 баллов. Такие значения параметров достигаются при количестве рисовой муки в диапазоне от 67,0 до 100,0 % и количестве кукурузной муки в количестве 0–33,0 %. Для дальнейших исследований принималось соотношение рисовой и кукурузной муки 88:12 % (точка О).

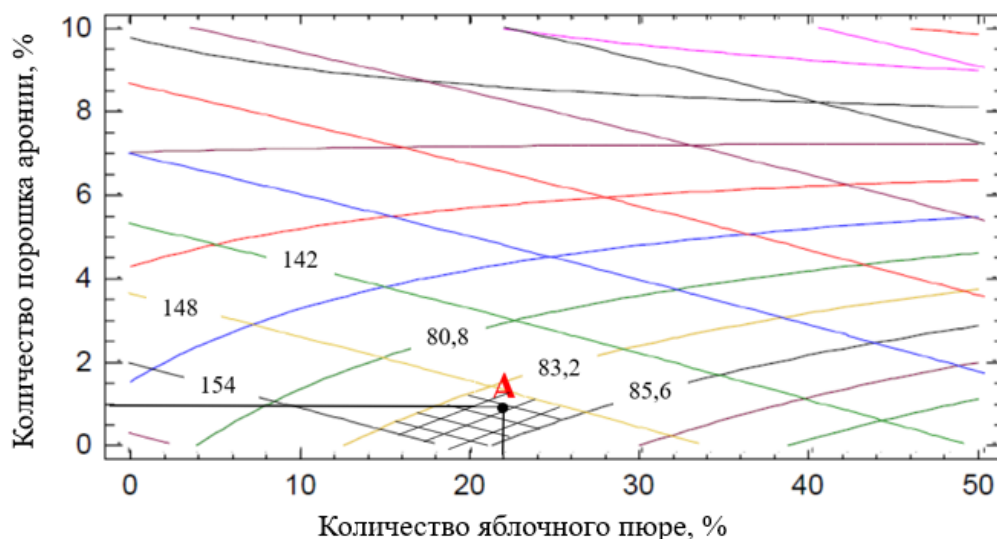


**Рисунок 2 – Диаграмма определения намокаемости печенья и его балльной оценки в зависимости от соотношения рисовой и кукурузной муки**

**Figure 2 – Diagram for determining the wetness of cookies and its scoring depending on the ratio of rice and corn flour**

В работе использовали готовое яблочное пюре, изготовленное на ОАО «Гродненский консервный завод». Порошок аронии черноплодной был получен в лабораторных условиях путем высушивания свежих ягод аронии с последующим измельчением и просеиванием. Данный продукт представляет собой тонкодисперсный порошок бордового цвета с кисло-сладким, слегка вяжущим вкусом.

Для определения дозировок яблочного пюре и ягодного порошка также использовалось планирование эксперимента. Яблочное пюре вносилось в количестве 10–50 %; а порошок аронии – 2–10 %. Выходными параметрами также выступили намокаемость печенья и его балльная оценка качества. В ходе проведения эксперимента была построена диаграмма, представленная на рисунке 3.



**Рисунок 3 – Диаграмма определения намокаемости печенья и его балльной оценки в зависимости от дозировок яблочного пюре и порошка аронии черноплодной**

**Figure 3 – Diagram for determining the wetness of cookies and its scoring depending on the dosages of applesauce and chokeberry powder**

Пересечение линий равного уровня на полученной диаграмме указывают на область, в которой устанавливаются оптимальные значения намакости печенья 148–154 % и балльной оценке его качества 83,2–85,6 баллов. Такие значения параметров достигаются при количестве яблочного пюре в диапазоне от 15,0 до 27,0 % и количестве порошка аронии в диапазоне от 0 до 1,5 %. Исходя из полученных данных, была выбрана дозировка яблочного пюре в количестве 22 %, а порошка аронии черноплодной – 1% (точка А).

По результат проведенных исследований было получено безглютеновое сахарное печенье, в состав которого помимо традиционного сырья входят следующие компоненты (%): мука рисовая – 88, мука кукурузная – 12, пюре яблочное – 22 и порошок аронии черноплодной – 1. Внешний вид и вид в изломе полученного изделия представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 – Внешний вид (а) и вид в изломе (б) безглютенового сахарного печенья  
Figure 4 – Appearance (a) and fractured view (b) of gluten-free sugar cookies

**Заключение.** Таким образом, в ходе проведения исследований, была изучена возможность получения безглютенового сахарного печенья. Установлена возможность производства сахарного печенья для диетического питания из муки безглютеновых видов таких, как рисовая и кукурузная. С помощью планирования эксперимента ПФЭ  $2^2$  установлено, что при соотношении рисовой и кукурузной муки 88:12 % достигаются требуемые показатели качества безглютенового сахарного печенья. Метод планирования эксперимента использовался для определения взаимного влияния входящих факторов (количество рисовой и кукурузной муки) на выходные параметры (намакость и балльная оценка качества). В ходе проведения эксперимента каждый из входящих факторов поочередно принимал значения от минимального уровня до максимального. Использование данного метода позволяет сократить количество опытов и в то же время дает возможность более полно оценить влияние входящих факторов на каждый выходной параметр. Изучена возможность использования растительных компонентов для укрепления структуры получаемого печенья. Установлена целесообразность использования в качестве структурообразующих компонентов яблочное пюре в количестве 22 % и порошок аронии черноплодной в количестве 1 %. Кроме того, внесение данных компонентов в рецептуру печенья, позволит повысить его пищевую ценность за счет повышения содержания минеральных веществ, витаминов и пищевых волокон, а также позволит расширить ассортимент продукции для диетического питания и повысить эффективность переработки местного растительного сырья.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ревнова М. О. Целиакия: уч.-метод. пос. СПб., 2005.
2. Корячкина С. Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий. Научные основы, технологии, рецептуры. Орел: Изд-во «Труд», 2006. 480 с.
3. Кузнецова Л., Афанасьева О., Синявская Н. Технология отечественных безглютеновых изделий для лечебного и профилактического питания // Хлебопродукты. 2007. № 9. С. 44–45.
4. Козубаева Л. А., Кузьмина С. С. Современные тенденции формирования ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий // Ползуновский вестник. 2022. Т. 1. № 4. С. 57–67.
5. Жаркова И. М. и др. Обзор разработок мучных изделий для безглютенового и геродиетического питания // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 1. С. 213–217.
6. Попов В. И., Шапиро Д. К., Данусевич И. К. Лекарственные растения: Сбор, заготовка, применение. Минск: Полымя, 1984. 240 с.
7. Манвелян Т. Д., Хачатурян Э. Е. Арония черноплодная как биологически активная добавка в хлебопечении // Известия вузов. Пищевая технология, 2009. № 4. С. 15–17.
8. Курцкова В. Г. и др. Печенье с порошком из черноплодной рябины // Ползуновский альманах. 2005. № 1. С. 62–65.
9. Паршутина И. Г., Н. А. Батурина, М. В. Власова. Кексы с добавками нетрадиционного растительного сырья // Вестник ОрелГИЭТ, 2012. № 4. С. 169–174.
10. Koshak Z., Pokrashinskaya A. Chokeberry powder as an improver for pasta // Food Science and Technology. 2020. No. 1. P. 126–134.

### REFERENCES

1. Revnova MO. Celiac disease: educational and methodological manual. St. Petersburg, 2005.
2. Koryachkina SYa. New types of flour and confectionery products. Scientific foundations, technologies, formulations. Orel: Publishing house "Trud"; 2006. 480 p. (In Russ.).
3. Kuznetsova L, Afanasyeva O, Sinyavskaya N. Technology of domestic gluten-free products for therapeutic and preventive nutrition. Bread products. 2007;9:44-45. (In Russ.).
4. Kozubaeva LA, Kuzmina SS. Modern trends in the formation of an assortment of gluten-free flour confectionery products. Polzunovsky vestnik. 2022;1(4):57-67. (In Russ.).
5. Zharkova IM et al. Review of the development of flour products for gluten-free and herodietic nutrition. Proceedings of VSUET. 2019;81(1):213-217. (In Russ.).
6. Popov VI, Shapiro DK, Danusevich IK. Medicinal plants: Collection, harvesting, application. Minsk: Polymya; 1984. 240 p. (In Russ.).
7. Manvelyan TD, Khachaturian EE. Aronia chernoplodnaya as a biologically active additive in baking. Izvestiya vuzov. Food technology, 2009;(4):15-17. (In Russ.).
8. Kurtskova VG et al. Cookies with powder from chokeberry. Polzunovskii al'manakh = Polzunovsky almanac. 2005;(1):62-65. (In Russ.).
9. Parshutina IG, Baturina NA, Vlasova MV. Cupcakes with additives of non-traditional vegetable raw materials. OrelSIET bulletin. 2012;(4):169-174. (In Russ.).
10. Koshak Z, Pokrashinskaya A. Chokeberry powder as an improver for pasta. Food Science and Technology. 2020;(1):126-134.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Вероника Васильевна Мелюх** – студентка кафедры технологии хранения и переработки растительного сырья, Гродненский государственный аграрный университет, [veronikameluh12@gmail.com](mailto:veronikameluh12@gmail.com)

**Алла Владимировна Покрашинская** – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии хранения и переработки растительного сырья, Гродненский государственный аграрный университет, [pokrashinskaya@gmail.com](mailto:pokrashinskaya@gmail.com)

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Veronika V. Meliukh** – Student of the Department of Technology of Storage and Processing of Vegetable Raw Materials, Grodno State Agrarian University, [veronikameluh12@gmail.com](mailto:veronikameluh12@gmail.com)

**Alla V. Pokrashinskaya** – Cand. Sci. (Techn.), Associate Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Vegetable Raw Materials, Grodno State Agrarian University, [pokrashinskaya@gmail.com](mailto:pokrashinskaya@gmail.com)

**Вклад авторов:** все авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию: 08.03.2024;  
одобрена после рецензирования: 13.04.2024;  
принята к публикации: 10.06.2024.*

*The article was submitted: 08.03.2024;  
approved after reviewing: 13.04.2024;  
accepted for publication: 10.06.2024.*

## ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ | POLITICAL SCIENCE

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 139-147.  
Modern Science and Innovations.  
2024;2(46):139-147.

ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
POLITICAL SCIENCE

Научная статья / Original article

УДК 327.5 (571.6)  
<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.14>

**Владислав Аркадьевич Головкин**  
[Vladislav A. Golovkin]<sup>1\*</sup>,  
**Эдуард Анатольевич Пронин**  
[Eduard A. Pronin]<sup>2</sup>,  
**Владислав Валерьевич Тарасенко**  
[Vladislav V. Tarasenko]<sup>3</sup>

**Геополитические факторы реализации  
кластерных политик стран Азиатско-  
Тихоокеанского региона**

**The geopolitical factors in the  
implementation of cluster policies in the Asia-  
Pacific region**

<sup>1</sup>*Сравни.ру Лабс, г. Москва, Россия / Sravni.ru Labs, Moscow, Russia*

<sup>2</sup>*МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия / Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

<sup>3</sup>*МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия / Bauman Moscow State Technical University Moscow, Russia*

*\*Автор, ответственный за переписку: Владислав Аркадьевич Головкин, [vladgolovkin@mail.ru](mailto:vladgolovkin@mail.ru) /  
Corresponding author: Vladislav A. Golovkin, [vladgolovkin@mail.ru](mailto:vladgolovkin@mail.ru)*

**Аннотация.** Геополитические факторы все более значимы в контексте развития кластерных стратегий в странах Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР). Исследование призвано проанализировать влияние геополитики на разработку и реализацию кластерных политик, а также выявить ключевые аспекты формирования кластеров и преодоление вызовов в современной среде. Для достижения поставленных целей авторы провели комплексный анализ геополитических тенденций в АТР и эффективности кластерных инициатив. Методология исследования базировалась на сопоставлении данных о геополитической ситуации с показателями развития экономических кластеров в регионе, используя как качественные, так и количественные подходы. В рамках исследования были выявлены значительные взаимосвязи между геополитической стабильностью, уровнем экономического развития и эффективностью кластерных стратегий в странах АТР. Основными факторами успеха оказались гибкость стратегий адаптации к изменениям в международной арене и умение преодолевать политические и экономические препятствия. Обсуждение результатов подчеркнуло важность учета геополитической ситуации при разработке кластерных стратегий, а также необходимость согласования интересов стран в регионе для успешной реализации кластерных политик. Исследование позволяет исследователям, практикам и органам власти активнее взаимодействовать и формировать эффективные стратегии развития кластеров в АТР, учитывая геополитические риски и возможности.

**Ключевые слова:** кластеры, кластерная политика, геополитика, геополитические факторы, Азиатско-тихоокеанский регион

© Головкин В. А., Пронин Э. А., Тарасенко В. В., 2024

**Для цитирования:** Головкин В. А., Пронин Э. А., Тарасенко В. В. Геополитические факторы реализации кластерных политик стран Азиатско-Тихоокеанского региона // Современная наука и инновации. 2024. № 2 (46). С. 139-147. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.14>

**Abstract.** Geopolitical factors are increasingly significant in the context of cluster strategy development in the countries of the Asia-Pacific region (APR). The study aims to analyze the impact of geopolitics on the development and implementation of cluster policies, as well as to identify key aspects of cluster formation and overcoming challenges in the modern environment. To achieve the set goals, the authors conducted a comprehensive analysis of geopolitical trends in the APR and the effectiveness of cluster initiatives. The research methodology was based on comparing data on the geopolitical situation with indicators of economic cluster development in the region, using both qualitative and quantitative approaches. Significant correlations were identified within the study between geopolitical stability, level of economic development, and the effectiveness of cluster strategies in APR countries. The main success factors included the flexibility of adaptation strategies to changes in the international arena and the ability to overcome political and economic obstacles. The discussion of the results emphasized the importance of considering the geopolitical situation in the development of cluster strategies, as well as the need for alignment of interests among countries in the region for the successful implementation of cluster policies. The research enables researchers, practitioners, and government bodies to interact more actively and develop effective cluster development strategies in the APR, taking into account geopolitical risks and opportunities.

**Keywords:** clusters, cluster policy, geopolitics, geopolitical factors, Asia-Pacific region

**For citation:** Golovkin VA, Pronin EA, Tarasenko VV. The geopolitical factors in the implementation of cluster policies in the Asia-Pacific region. *Modern Science and Innovations*. 2024;2(46):139-147. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.14>

**Introduction.** The rapid development of the Asia-Pacific region (APR) dictates new conditions and research into new factors. Russia is accepting challenges from the Asia-Pacific region, and therefore the Eurasian geopolitical and economic agenda is being updated.

As Viktor Larin notes in his research: "...The Eurasian geopolitical and economic agenda has always been considered the main one for the Russian state. From time to time, Russia was forced to respond to challenges from Pacific Asia, to intensify the economic development and strengthen the defense of its eastern borders, but its European historical and cultural identity invariably prevailed. The same thing is happening today. The failure of another attempt to "integrate" Russia into the Asia-Pacific region, which became obvious to many at the beginning of the second decade of the 21st century, was accompanied by the activation of "new Eurasians", the emergence of the concept of "Greater Eurasia", which, if not in political rhetoric, then in real politics has already become a close alternative to the distant Pacific economic space for Moscow..." [1].

The role of cluster policy in the context of the Eurasian geopolitical agenda can be significant, especially given the rapid development of the Asia-Pacific region and the actualization of the Eurasian geopolitical and economic agenda. Clusters, as a mechanism for the concentration and cooperation of enterprises in certain sectors of the economy, can play an important role in strengthening the economic base and competitiveness within a given regional dynamic.

An effective cluster policy can help create a favorable infrastructure for the development of economic sectors, provide innovative and technological breakthroughs, as well as strengthen economic integration between the countries of Eurasia. Clusters can become a platform for joint projects, cross-border cooperation and knowledge exchange, contributing to overall economic progress and strengthening the position of countries in the region.

Given that a number of countries are already working intensively to develop clusters in their economies, interaction between clusters in this part of the world could become a key element in the formation of new economic ties and partnerships, which in turn could influence geopolitical dynamics and balance in the region.

As noted by the participants of the round table “Cluster Policy through the Prism of Eurasian Integration,” cluster policy plays a key role in the context of the Eurasian geopolitical agenda, as it promotes integration processes between countries on the Eurasian continent. Stimulating the development of clusters within the Eurasian Economic Union (EAEU) and other integration formats is a necessary condition for increasing the economic competitiveness of the region [2].

As G. Yasheva notes in her research, through a well-structured cluster policy, it is possible to contribute to the harmonization of economic strategies of the EAEU member countries, the creation of transnational clusters, the exchange of innovations and advanced technologies, as well as the development of the economic potential of the region as a whole. Such measures will help strengthen cooperation between states, improve the business climate and attract investment, which in turn contributes to the sustainable and balanced development of the Eurasian space [3].

Thus, cluster policy is becoming an important tool for developing common goals and priorities for member countries of the Eurasian integration, promoting deepening cooperation, reducing trade and economic barriers, and ensuring sustainable development of the region in the face of geopolitical challenges and changes.

The development of cluster policy in the context of Eurasian geopolitics is an important direction that contributes to strengthening economic cooperation, innovative development and general prosperity of the countries of this region.

**Materials and research methods.** The study of cluster policy in the context of Eurasian geopolitics requires an integrated approach and methodology that takes into account both aspects of the geopolitical environment and the peculiarities of the development of clusters in a given region.

For a more detailed understanding of this topic, it is necessary to analyze the general geopolitical situation in the Eurasian region: at this stage, a review of the main geopolitical trends, international relations and strategies of key players in the region (for example, Russia, China, Central Asian countries and others) is carried out. This will allow us to identify the main challenges and opportunities for cluster policy.

A study of existing clusters and cluster initiatives in the region will allow us to evaluate successful clusters and cluster initiatives in the region. This study may include an analysis of the formation and development of clusters in various countries of the Eurasian space, their structure, main participants, innovative potential and other characteristics. The analysis will allow for an assessment of successful clusters and their success factors.

An important part of the methodology is the comparison of geopolitical factors with the development of clusters, which may include an analysis of the relationship between the geopolitical situation and the effectiveness of cluster policy, determining the influence of geopolitical actions, trade relations and international cooperation on the development of clusters.

In the authors' opinion, the methodology should also include the identification of promising areas for the development of cluster policy. Based on the above studies, the methodology may include identifying key areas for improving cluster policy in the region, developing recommendations for improving mechanisms for supporting clusters and their international interaction.

The methodology for developing a strategy for cooperation between clusters within the framework of the Eurasian geopolitical agenda may include the development of specific steps to establish partnerships between clusters of different countries, encouraging innovative research, exchange of experience and technologies, as well as the creation of joint projects.

A well-developed research methodology will make it possible to more accurately determine the role and significance of cluster policy in the context of Eurasian geopolitical dynamics and contribute to the development of cooperation and innovative growth in the region.

The implementation of cluster policies in the countries of the Asia-Pacific region is a complex and multifaceted process that depends on many geopolitical factors. Geopolitical realities play a decisive role in the formation and success of strategies aimed at developing clusters.

Analysis of these factors allows us to identify the fundamental circumstances that may influence the adoption and implementation of cluster initiatives in a given region.

**Research results and their discussion.** In the process of work, a seven-factor model was proposed that combines some of the main geopolitical factors that can affect the implementation of cluster policies.

1. The geostrategic location of countries in the Asia-Pacific region is important for identifying potential cluster initiatives, as well as for assessing the possibility of cross-border cooperation and access to markets in other regions.

2. Economic power. V. Tarasenko's monograph "Territorial Clusters: Seven Management Tools" emphasizes that the economic development and potential of the countries of the region significantly influence the effectiveness of the implementation of cluster policies and determine how the level of economic development determines the availability of resources and investments to support clusters [4].

3. Political stability.

The presence of political stability in the countries of the region, as V. Tarasenko notes, is a key factor for the successful implementation of cluster policies, since instability can create uncertainty and risks for business [5].

4. International relations.

In the study "Strategies for the Development of Territorial Clusters" by V. Tarasenko, it is proved that the state of international relations and the level of geopolitical tension can influence the possibilities of cooperation within the framework of cluster initiatives and access to international markets [6].

5. Infrastructure and digital development.

Kotilko V.V., Vishnyakova V.S. in their research reveal the thesis that the presence of developed capital and digital infrastructure, such as transport routes, ports, airports and communication networks, plays an important role in the successful implementation of cluster policies in the region [7].

6. Education and scientific research.

The work [8] substantiates the thesis that the development of the educational and scientific base contributes to the innovative development of clusters and increasing the competitiveness of the economies of the countries of the region.

7. Cultural and historical features.

Proskurina T.L. argues for the need to take into account the cultural and historical characteristics of the countries of the Asia-Pacific region for the successful adaptation and implementation of cluster policies, as they can affect the interaction of stakeholders and understanding of local market conditions [9].

The geographical location of the Asia-Pacific region is an important factor for the successful implementation of cluster initiatives, contributing to the development of cross-border cooperation, access to international markets and innovative development of the region's economy. The region is one of the most dynamically developing economic centers in the world, and its geopolitical location provides opportunities for the creation and effective functioning of various clusters.

Due to their proximity to markets in other regions, countries in the Asia-Pacific region have the opportunity to participate in international trade and investment flows, which contributes to the development of cluster economies. Cross-border cooperation is becoming an increasingly important element in the successful implementation of cluster strategies, as it allows cluster participants to expand their access to technology, knowledge and resources.

In addition, the location of the countries in the region facilitates the easy movement of goods, services and people between clusters, facilitating interaction and exchange of experience between participants. This creates favorable conditions for the development of innovation clusters based on close cooperation between enterprises, scientific institutions and government agencies.

Shakhovskaya L. S., Goncharova E. V. in the study "Features of the infrastructural organization of regional innovation clusters" note that the level of economic development directly

affects the availability of resources, investments, qualified personnel and infrastructure necessary to support and develop clusters [10].

In developed economies with a high level of GDP and innovative potential, the creation and operation of clusters can be more effective due to the availability of a sufficient amount of financial resources, technologies, scientific and educational institutions that contribute to innovation and the development of the cluster economy.

At the same time, in countries with a low level of economic development, certain challenges and limitations arise for the successful implementation of cluster policies. Lack of investment, low infrastructure readiness, limited access to modern technologies and qualified personnel can complicate the formation and development of clusters in these countries.

Therefore, it is important to take into account the economic viability and investment climate of the countries in the region when developing and implementing cluster initiatives. Increasing the economic development and investment attractiveness of the region helps create more favorable conditions for the development of clusters, stimulates innovative activity and increases the competitiveness of the economy as a whole.

Political stability is a critical factor for the successful implementation of cluster policies in the Asia-Pacific region. The use of this concept in the context of cluster initiatives is of fundamental importance, since conditions of political instability can cause serious uncertainty and pose significant risks to the functioning of the business environment within clusters.

It should be noted that political stability contributes to the establishment of a predictable and strong environment for business activity and investment inflows. If there is stability in the institutional sphere, legislation and law and order, the protection of property rights, proper compliance with contracts, transparency of processes is ensured, and inefficiency in management decisions is eliminated.

Work [11] classifies paradigmatic models of cluster development and notes that sustainability in the political environment contributes to the creation of long-term strategies for the development of clusters, ensures stability in partnerships between participants in the cluster structure and helps stimulate innovative activity.

When developing and implementing cluster strategies, it is necessary to carefully analyze the current political situation within the countries of the region and strive to create conditions that help maintain stability, predictability and transparency of management in the economy. It is within the framework of political sustainability that the foundation is laid for the long-term success and effectiveness of cluster initiatives in the region under consideration.

One of the key geopolitical factors influencing the implementation of cluster policies in the Asia-Pacific region is the geostrategic location of countries. Location on the global map is essential for identifying potential cluster initiatives, international collaboration opportunities and access to global markets,

The economic power of the region also has a significant impact on the success of the implementation of cluster policies, since the level of economic development determines the opportunities for supporting clusters and attracting investments.

Political stability, as another factor, plays a key role in the process of implementing cluster strategies. Having political stability is necessary to ensure a favorable environment for business and prevent uncertainty and risks. An important aspect is also international relations and the level of geopolitical tensions, which may affect the possibilities of cooperation within cluster initiatives and access to international markets.

Infrastructure and digital development are of great importance for the successful implementation of cluster policies in the region. The presence of developed transport, communication and digital infrastructure contributes to the efficient functioning of clusters and favorable conditions for business. In addition, the development of education and scientific research is an integral part of the successful implementation of cluster policies, since the innovative

development of clusters and increasing the competitiveness of the economy directly depend on the quality of the scientific base and educational sphere.

Taking into account the cultural and historical characteristics of the region also plays an important role in adapting cluster policies. Understanding local market conditions, stakeholder interactions, and cultural norms is essential to successfully implementing cluster strategies. The geographical location of the Asia-Pacific region and its dynamic economic development provide unique opportunities for the development of cluster initiatives, promoting integration at the international level and stimulating the innovative development of the region's economy.

Due to its geographical location and proximity to markets in other regions, countries in the Asia-Pacific region have significant advantages in participating in international trade and attracting investment. These factors significantly contribute to the development of a cluster economy in the region. Cross-border cooperation is becoming a key element in the successful implementation of cluster strategies, allowing cluster participants to gain access to advanced technologies, knowledge and resources necessary for their development.

One significant aspect is the ease of movement of goods, services and people between clusters due to the location of the countries in the region. This promotes effective interaction and exchange of experience between participants, which favors the development of innovation clusters based on close interaction between enterprises, scientific institutions and government agencies.

An important factor for the successful implementation of cluster policies is the level of economic development, which directly affects the availability of resources, investments, qualified specialists and infrastructure necessary to support and develop clusters.

In the scientific publication "Three paradigmatic models for describing territorial clusters" Tarasenko V.V. notes that in developed economies with a high level of GDP and innovative potential, the creation and operation of clusters can be more effective due to the availability of sufficient funding, advanced technologies and educational institutions [11].

On the other hand, in countries with a low level of economic development, certain challenges arise for the successful implementation of cluster policies, such as lack of investment, low infrastructure, limited access to modern technologies and specialists. Therefore, when developing cluster initiatives, it is necessary to take into account the economic viability and investment climate in the countries of the region.

Pronin E.A. in the scientific works "Legal regulators in modern conflictology" and "Socio-political conflicts of Russian reality: problems of political and legal regulation" reveals the legal regulators of conflict situations and notes that political stability plays a critical role in the successful implementation of cluster policies in the Asia-Pacific region. Ensuring a stable political environment is important for creating a predictable and reliable platform for business activity and attracting investment [12,13].

In conflict studies by Pronin E. A., the problem of stability in the institutional sphere is discussed, and it is noted that the legislation and legal system ensures the protection of property, the stability of contractual relations and transparent management processes, which helps stimulate innovation and the development of clusters [14, 15].

Thus, taking into account geopolitical, economic and political factors is necessary for the effective design and implementation of cluster strategies in the Asia-Pacific region, since these aspects play a key role in creating an enabling environment for cluster development and innovation.

Geopolitical aspects are considered key in the development and implementation of cluster strategies in the Asia-Pacific region, as they determine the context and conditions in which these strategies will operate. Understanding geopolitical realities is critical to the successful implementation of cluster initiatives in a given region due to their significant impact on the formation and development of clusters, as well as on the economic prosperity of countries in the region as a whole.

It should be recognized that geopolitical factors are an important aspect in the formation of regional and international cluster development strategies. The development of balanced and

flexible approaches to cooperation in the face of geopolitical risks can help strengthen international ties between clusters and ensure successful interaction in the global arena of economic relations.

Geopolitical factors are key when planning and implementing cluster policies in the Asia-Pacific region, as they determine the conditions and context in which these policies will be implemented.

**Conclusion.** A general understanding of geopolitical factors is critical for the successful implementation of cluster strategies in the Asia-Pacific region, since these factors can have a significant impact on the formation and development of clusters, as well as on the economic well-being of the countries of the region as a whole.

Further research into cluster policy within the framework of geopolitical aspects is a pressing topic that requires detailed analysis and discussion. Directions of research in this area may include analysis of the influence of geopolitical factors on the formation and functioning of clusters, their role in mitigating geopolitical risks, the relationship between geopolitics and the development of technological clusters, as well as a comparative analysis of cluster policies of various geopolitical entities. Conducting research in these areas will deepen the understanding of the influence of geopolitical processes on the formation of clusters and the development of effective cooperation strategies at the regional and international levels.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ларин В. Л. Тихоокеанская Россия в «Большой Евразии» начала XXI века: вызовы и ответы // Историческая и социально-образовательная мысль. 2018. Т. 10. № 3. С. 65–81.
2. Кластерная политика через призму евразийской интеграции. Материалы круглого стола Российской кластерной обсерватории. [Электронный ресурс]. URL: <https://globalcentre.hse.ru/news/594256844.html> (дата обращения: 01.01.2024)
3. Яшева Г. А. Кластерная стратегия развития экономик союзных государств в условиях евразийской интеграции // Динамика систем, механизмов и машин. 2014. № 5. С. 160–163.
4. Тарасенко В. Территориальные кластеры: Семь инструментов управления. Альпина Паблишер, 2014. С.39
5. Тарасенко В. В. Американская, европейская и азиатская модели реализации кластерной политики // Экономика и предпринимательство. 2014. № 9. С. 921–924.
6. Тарасенко В. В. Стратегии развития территориальных кластеров // Экономические стратегии. 2011. Т. 13. № 11. С. 82–94.
7. Котилко В. В., Вишнякова В. С. Методы оценки инфраструктуры инновационных кластеров // Государственный советник. 2016. № 1 (13). С. 5–14.
8. Проскурина Т. Л. Образовательный кластер как региональная инновационная стратегия // Образовательные технологии (г. Москва). 2011. № 3. С. 53–63.
9. Наумова О. Н. Особенности формирования территориальных кластеров в современной экономике // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2014. № 3. С. 203–206.
10. Шаховская Л. С., Гончарова Е. В. Особенности инфраструктурной организации региональных инновационных кластеров // Экономика и управление: теория и практика. 2020. Т. 6. № 4. С. 67–78.
11. Тарасенко В. В. Три парадигмальные модели описания территориальных кластеров // Экономика и предпринимательство. 2014. № 9. С. 235–238.
12. Пронин Э. А. Правовые регуляторы в современной конфликтологии. М.: Экслибрис-Пресс, 2008. С. 112–119.
13. Пронин Э. А. Социально-политические конфликты российской действительности: проблемы политико-правового регулирования. М.: Социум, 2002. С. 37–45.

14. Пронин Э. А. Социально-политические конфликты современности: теоретические модели и национальная практика: дис. М.: [Рос. акад. гос. службы при Президенте РФ], 2004. С. 156–162.
15. Пронин Э. А. СМИ в конфликтующем мире: проблемы и перспективы. 2003. С. 123–145.

#### REFERENCES

1. Larin VL. Pacific Russia in the "Greater Eurasia" at the beginning of XXI century: challenges and responds. Historical and Social-Educational Idea. 2018;10(3):65-81. (In Russ.).
2. Cluster policy through the prism of Eurasian integration. Proceedings of the round table of the Russian Cluster Observatory. [Electronic resource]. <https://globalcentre.hse.ru/news/594256844.html> [Accessed 1 January 2024]. (In Russ.).
3. Yasheva GA. Cluster development strategy of union states economy in the conditions of the eurasian integration. Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines (Dynamics). 2014;5:160-163. (In Russ.).
4. Tarasenko V. Territorial clusters: seven management tools. Alpina Publisher; 2014. P. 39. (In Russ.).
5. Tarasenko VV. American, european and asian models of realization of cluster policy. Journal of Economy and entrepreneurship. 2014;9:921-924. (In Russ.).
6. Tarasenko VV. Strategies for the development of territorial clusters. Ekonomicheskie strategii = Economic strategies. 2011;13(11):82-94. (In Russ.).
7. Kotilko VV, Vishnyakova VS. Methods of assessment of the infrastructure of innovative clusters. The State Counsellor. 2016;1(13):5-14. (In Russ.).
8. Proskurina TL. Educational cluster as a regional innovation strategy. Obrazovatel'nye tekhnologii = Educational technologies (Moscow). 2011;3:53-63. (In Russ.).
9. Naumova ON. Peculiarities of territorial clusters formation in modern economics. Vektor nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo universiteta = Vector of science of Togliatti State University. 2014;3:203-206. (In Russ.).
10. Shakhovskaya LS, Goncharova EV. Features of infrastructure organization of regional innovation cluster. Economy and management: theory and practice. 2020;6(4):67-78. (In Russ.).
11. Tarasenko VV. Three paradigmatic models of the description of the territorial clusters in the economic theory. Journal of Economy and entrepreneurship. 2014;9:235-238. (In Russ.).
12. Pronin EA. Legal regulators in modern conflictology. Moscow: Exlibris-Press; 2008. P. 112–119. (In Russ.).
13. Pronin E. A. Socio-political conflicts of Russian reality: problems of political and legal regulation. Moscow: Socium; 2002;37-45. (In Russ.).
14. Pronin E. A. Socio-political conflicts of our time: theoretical models and national practice: diss. Moscow: [Russian Academy of State Service under the President of the Russian Federation]; 2004. 156 p. (In Russ.).
15. Pronin EA. Media in a conflicting world: problems and prospects. 2003;123-145. (In Russ.).

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Владислав Аркадьевич Головкин** – соискатель, компания «Сравни.ру Лабс», [vladgolovkin@mail.ru](mailto:vladgolovkin@mail.ru)

**Эдуард Анатольевич Пронин** – профессор МГУ им. М.В. Ломоносова, [edpronin@yandex.ru](mailto:edpronin@yandex.ru),

**Владислав Валерьевич Тарасенко** – доцент, МГТУ им. Н.Э. Баумана [v5093074@gmail.com](mailto:v5093074@gmail.com).

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Vladislav A. Golovkin** – Applicant, company "Sravn.ru Labs", [vladgolovkin@mail.ru](mailto:vladgolovkin@mail.ru)

**Eduard A. Pronin** – Professor, Lomonosov Moscow State University,  
[edpronin@yandex.ru](mailto:edpronin@yandex.ru),

**Vladislav V. Tarasenko** – Professor, Bauman Moscow State Technical University,  
[v5093074@gmail.com](mailto:v5093074@gmail.com)

**Вклад авторов:** все авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflicts of interests

*Статья поступила в редакцию: 14.03.2024;  
одобрена после рецензирования: 10.04.2024;  
принята к публикации: 10.06.2024.*

*The article was submitted: 14.03.2024;  
approved after reviewing: 10.04.2024;  
accepted for publication: 10.06.2024.*

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 148-153.  
Modern Science and Innovations.  
2024;2(46):148-153.

Денис Александрович Миргород  
[Denis A. Mirgorod]

ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
POLITICAL SCIENCE

Новые контуры Арабо-Израильского  
конфликта (региональный аспект)

Научная статья / Original article

New contours of the Arab-Israeli conflict  
(regional aspect)

УДК 327

<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.15>

Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, Россия, [dennismirgorod@gmail.com](mailto:dennismirgorod@gmail.com) /  
Sevastopol State University, Sevastopol, Russia, [dennismirgorod@gmail.com](mailto:dennismirgorod@gmail.com)

**Аннотация.** Одной из главных детерминант ближневосточной системы международных отношений является арабо-израильский конфликт. Его значение для региона долгое время определялось вовлеченностью в него практически всех региональных и ведущих глобальных акторов. Вместе с тем, за последние два десятилетия арабо-израильский конфликт пережил ремасштабирование и определенную деинтернационализацию. Смещение внешнеполитических приоритетов ряда арабских государств, подписание Соглашений Авраама, нормализация ирано-саудовских отношений, а также глобальный контекст сместили вопрос Палестины из перечня первоочередных проблем Ближнего Востока. В этой связи, очередной виток противостояния Израиля и Палестины несколько выпадает из логики регионального развития и обладает отличительными характеристиками, особенно, с учетом обновленных региональных и глобальных реалий. Исходя из этого, цель настоящей статьи состоит в выявлении особенностей текущей палестино-израильской эскалации его региональной и глобальной проекции.

**Ключевые слова:** Ближний Восток, региональная безопасность, арабо-израильский конфликт, международные отношения, глобальная безопасность, конфликтный потенциал

**Для цитирования:** Миргород Д. А. Новые контуры Арабо-Израильского конфликта (региональный аспект) // Современная наука и инновации. 2024. № 2 (46). С. 148-153. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.15>

**Abstract.** One of the main determinants of the Middle Eastern system of international relations is the Arab-Israeli conflict. Its significance for the region has long been determined by the involvement of almost all regional and leading global actors in it. At the same time, over the past two decades, the Arab-Israeli conflict has experienced rescaling and a certain de-internationalization. The shift in foreign policy priorities of a number of Arab states, the signing of the Abraham Accords, the normalization of Iranian-Saudi relations, as well as the global context have shifted the issue of Palestine from the list of priority problems in the Middle East. In this regard, the next round of confrontation between Israel and Palestine somewhat falls out of the logic of regional development and has distinctive characteristics, especially taking into account the updated regional and global realities. Based on this, the purpose of this article is to identify the features of the current Palestinian-Israeli escalation of its regional and global projection.

**Keywords:** Middle East, regional security, Arab-Israeli conflict, international relations, global security, conflict potential

**For citation:** Mirgorod DA. New contours of the Arab-Israeli conflict (regional aspect). Modern Science and Innovations. 2024;2(46):148-153. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.15>

**Introduction.** The last twenty years have significantly modified the views of many politicians and the approaches of international relations scholars to the Arab-Israeli conflict. Since the collapse of the colonial system, the Middle East has been clearly associated with the confrontation between Arabs and Israel, which has led to numerous conflicts in the region. The Abraham Accords

(a series of agreements signed in 2020 between Israel and several Arab countries, including the United Arab Emirates, Bahrain, Sudan and Morocco) marked a new stage in the way regional actors interact with each other. This is primarily due to the fact that they were aimed at normalizing diplomatic, economic and cultural relations between the participating countries, and also created a significant shift in the regional dynamics of international relations, since until 2020, only two Arab states had diplomatic relations with Israel - Jordan and Egypt. This step indicated that the Palestinian problem was becoming less and less decisive in the dialogue between regional actors. In addition to the Abraham Accords, the so-called Beijing Iran-Saudi Relations Agreements were signed in 2023. They included various steps: direct diplomatic negotiations, confidence-building measures, opening embassies, and the initiation of economic cooperation and cultural exchanges. The normalization of relations between Iran and Saudi Arabia could have serious consequences for regional stability. This could help mitigate proxy conflicts and reduce tensions in the Middle East, as well as open up new opportunities for cooperation in areas such as trade, energy and security. In this context, the Palestinian issue was also presented as one of the rudimentary factors in the dynamics of the regional system of international relations due to the emerging course to search for strongholds of the Middle Eastern security complex. However, a new wave of Palestinian-Israeli confrontation forces us to rethink regional political development and identify new contours of the Israeli factor in Middle Eastern international relations

**Materials and research methods.** The problem of the Arab-Israeli conflict has a broad theoretical and methodological basis for research. To achieve the scientific goals set in this article, we used a wide range of sources directly related to theoretical issues of ethno-political conflicts. In particular, the author, when analyzing the situation in the Middle East, used the typology of ethnopolitical conflict [1]. In addition, the theoretical and methodological basis of the work was the analysis of research discourse regarding the historical and military-political aspects of the Palestinian-Israeli conflict [8]. In addition, the modeling method was used as a tool for analysis and forecasting within the framework of the conflict potential of the entire Middle East region [3].

**The main part of the study.** To fully understand the Palestinian-Israeli conflict, it should be noted that it was one of the main determinants of the regional military and political development of the Middle East. In its development, it went through many phases of aggravation, which each time with new force raised the question of the need to achieve a settlement formula acceptable to Palestine and Israel. Ideas of creating two independent states, one common state, and other parameters for achieving an effective model of territorial structure were proposed, but none of them found their practical implementation [10]. Moreover, gradually the Palestinian agenda began to lose its relevance in global international processes, which was reflected in the beginning of the process of normalization of Arab-Israeli relations and attempts to resolve Iranian-Saudi differences.

However, the military-political process in the region again entered a state of heightened turbulence on October 7, 2023, when the Palestinian group Hamas launched an armed attack on Israel. In what became known as Operation Al-Aqsa Flood, it fired several thousand rockets into Israel and carried out attacks in border areas, killing some 1,200 civilians and taking some 240 hostages. In response, Israel launched air strikes against Hamas in the Gaza Strip, and on October 28 launched a ground attack in the Gaza Strip to “destroy Hamas' government and military capabilities and bring the hostages home.” [12]

The new round of Palestinian-Israeli confrontation is, among other things, interesting because of its influence on regional political development. In this regard, the reaction of the Middle East countries to the latest escalation is noteworthy. The Hamas attack and Israel's war on the Gaza Strip have put regional governments in a difficult position. On the one hand, the US is pressuring its Arab allies, some of whom have normalized relations with Israel, to condemn Hamas. Only the United Arab Emirates and Bahrain made similar statements. On the other hand, the killing of Palestinian civilians by Israel has angered the Arab public and has also forced Arab governments

to take action in solidarity with the Palestinians [13]. There are already signs that public opinion is pushing Arab leaders to go against US wishes.

It is worth pointing out here that in many ways it is public opinion (the Arab street) that forces many Arab states to take a harsher reaction towards Israel. Mass protests in a number of Arab states in the Middle East have in some cases demonstrated the gap between the leadership of Arab countries and the general public regarding the ongoing processes of normalization of relations with Israel [7]. This is particularly true, for example, in Bahrain and Morocco, where large-scale protests in solidarity with Palestine and against the Israeli offensive in the Gaza Strip have also called for an end to normalization of relations with the State of Israel. The leaders of Egypt and Jordan, the two Arab countries with the longest diplomatic relations with Israel, are increasingly aware of the difficulties in balancing relations with Tel Aviv (and traditional Western allies) on the one hand, and domestic political relations on the other. In addition, both Cairo and Amman are concerned about the destabilizing effects of the war, especially in terms of the potential influx of new refugees. By taking advantage of popular anti-Israel sentiment in Tunisia and attacking the country's Western partners, the incumbent authorities are seeking to further bolster their popularity and legitimacy. Unlike much of the Arab world, Saudi Arabia and the United Arab Emirates have so far not been shaken by the anger of their citizens: limited space for dissent and increasingly chilly public attitudes toward Israel in recent years appear to at least explain partly due to the lack of mass rallies in these countries [15].

Returning directly to the regional projection of events in Israel and the Gaza Strip, we note that, for example, the missile and bomb attack on the Al-Ahli Baptist Hospital provoked sharp condemnation from all Arab states, including the UAE and Bahrain. At the Cairo Peace Summit on October 21, King Abdullah II of Jordan, whose country signed a peace treaty with Israel in 1994, gave his most powerful speech condemning Israeli policies.[4] Also during a UN Security Council meeting on October 24 dedicated to discussing the situation in Gaza, the foreign ministers of Egypt, Jordan and Saudi Arabia - close US allies - strongly condemned Israel and called for an immediate ceasefire. A day later, the UAE, along with China and Russia, vetoed a US resolution that did not call for a cessation of hostilities.

Currently, pro-American Arab governments are resorting to harsh rhetoric to quell public anger. But if Israel continues its deadly attack on Gaza, words will not be enough - they will have to take action by canceling normalization with Israel, which could upset American strategy in the Middle East. In addition, inaction by Arab leaders to protect the Palestinians could lead to a new wave of regional instability. The Arab public is already outraged by failed economic policies, and the indiscriminate killing of Palestinians only further intensifies protest sentiments [16].

Iran also finds itself in a difficult position, although for different reasons. The Iranian leadership supported the right of the Palestinian people to fight for self-determination, while denying their involvement in Hamas attacks [12]. Tehran is acting cautiously, trying not to get drawn into direct confrontation with Israel or its ally the United States. It should be noted that Israel has stated that the purpose of its war with the Gaza Strip is to eliminate the Palestinian resistance group, i.e. regime change in the Gaza Strip [5]. This means Tehran could lose an important ally in the region. Thus, Iran faces a difficult choice: stand by and watch as Israel weakens or destroys Hamas, or actively support Lebanon-based Hezbollah, which is in a position to enter the fight and put pressure on Israel in the north, which could have serious consequences for Iran. his ally. It should also be added that the war in the Gaza Strip could have consequences for Iran-Saudi relations, which have just been restored. Since the Hamas attack on October 7 and the start of the operation in Gaza, the kingdom's authorities have been very cautious about the practical scope of the agreement they concluded with Iran under the patronage of China [2]. We believe that at present it is difficult to implement it in practice, beyond the formal resumption of relations between the two countries. The main purpose of the agreement was to establish a new balance in the region. It also aimed to reduce Iranian support for the Houthis. However, the strengthening of Ansar Allah's activities in the Red Sea, undoubtedly with the support and

assistance of Iran, can only worry Riyadh [14]. The Houthis, with their significant military capabilities, pose a threat not only to shipping in the Red Sea, but also to Saudi oil facilities.

In fact, it is Yemen that is currently exerting real forceful pressure on the world community and official Jerusalem to end the war in the Gaza Strip, threatening shipping in the Red Sea and the security of Israel. Ansar Allah, based on an ideology that encourages resistance to the "forces of arrogance" - America and Israel - has consistently advocated the liberation of the Al-Aqsa Mosque in Jerusalem and resistance to imperialist forces [11]. The group has always justified its uprising and coup in Yemen as part of a resistance project. Thus, when the aggression in the Gaza Strip began, it was the right moment for them to energize their rebel base, reaffirming their commitment to these ideological goals. Initially, after October 7, Houthi leaders cited the lack of borders with Palestine and Saudi Arabia's refusal to allow the transit of forces or missiles through its territory as limiting its ability to operate. However, their approach changed with the launch of Israel's ground offensive in the Gaza Strip and the commission of numerous massacres of Palestinian civilians. The Houthis, increasingly sophisticated in their military and communications strategy, released footage of the hijacking of a ship by one of their helicopters in the Red Sea, which was widely shared on social media.

**Research results and their discussion.** So far, the Houthis' actions have primarily served to strengthen their solidarity with the Palestinian cause and the Iran-linked Axis of Resistance, restore their declining popularity, and bolster their reputation among the Yemeni and Arab populations. This move will likely give them regional influence, both within the Axis of Resistance and in the ongoing Yemeni conflict. However, a more significant regionalization of the war could undermine the Houthis' position and the concessions received from Saudi Arabia during peace negotiations, and thus is unlikely to serve Houthi interests. Accordingly, Yemen is well positioned geographically to launch symbolic attacks on Israel without opening a new regional front.

Analyzing the effect of the war in the Gaza Strip from the point of view of global projection, it should be pointed out that the involvement of the United States in another conflict in the Middle East and the weakening of its alliances with Arab states could open up additional ones for Moscow and Beijing. Both countries have benefited from Washington's bloody interventions in the Greater Middle East over the past two decades. The US-led "War on Terror" has damaged US position in the region by promoting positive perceptions of Russia and China among Muslim countries. In addition, unconditional US support for Israel's massacre of Palestinian civilians in Gaza further undermines its position in the Islamic world, allowing Russia and China to strengthen their authority.

**Conclusion.** Thus, the Hamas attack on Israel on October 7 caused a change in dynamics in the Middle East. The extent of this shift will be determined by the US ability and willingness to rein in Israel. Unless it puts pressure on the Israeli government to end the war on Gaza, lift the blockade and begin negotiations with the Palestinians, the entire region could end up at war. There is a real possibility that the conflict will expand to include Lebanon, Syria, Yemen and Iraq and spark widespread unrest in the rest of the Arab world. This will not only damage US regional alliances, but will also strengthen Russian and Chinese capabilities in the Middle East.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Семенов И. С., Лапкин В. В., Пантин В. И. Типология этнополитической конфликтности: методологические вызовы «большой теории» // Полис. Политические исследования. 2016. № 6. С. 69–94.
2. Baghernia N. China's Marginal Involvement in the 2023 Iran-Saudi Arabia Reconciliation // Asian Affairs. 2024. P. 1–18.
3. Bilgin P. Regional security in the Middle East: A critical perspective. Routledge, 2019. 222 p.
4. Bordas M. Hamas-Israel War, Short Analysis of First Two Phases of War // ESI Preprints. 2024. Vol. 27. P. 76–88.

5. Cohen-Almagor R. Hamas-Israel War. [Electronic resource]. URL: <https://blogs.timesofisrael.com/hamas-israel-war/> (accessed: 10.02.2024).
6. Galtung J. Conflict theory and the Palestine problem // *Journal of Palestine Studies*. 1972. Vol. 2. No. 1. P. 34–63.
7. Hamas's attack on Israel has changed the Middle East [Electronic resource]. URL: <https://www.aljazeera.com/opinions/2023/10/28/hamass-attack-on-israel-has-changed-the-middle-east> (accessed: 12.02.2024).
8. Jamal A. Conflict theory, temporality, and transformative temporariness: lessons from Israel and Palestine // *Constellations*. 2016. Vol. 23. No. 3. P. 365–377.
9. Moore D., Guy A. *The Israeli–Palestinian conflict: the sociohistorical context and the identities it creates*. Springer US, 2012. P. 199–240.
10. Morrison S. Whither the state? The oslo peace process and neoliberal configurations of palestine // *Social Science Quarterly*. 2020. Vol. 101. No. 7. P. 2465–2484.
11. Nereim V. Lyric of Houthis' Propaganda: 'Death to America and Hostile Zion' // *The New York Times*. 2024. P. 8–9.
12. Saraswat D. Hamas–israel war and the evolution of iran's 'resistance geopolitics' // *Strategic Analysis*. 2024. No. 1. P. 1–6.
13. Strozier C. B. The apocalyptic aims of hamas // *Psychoanalysis, Self and Context*. 2024. Vol. 19. No. 1. Vol. 3–6.
14. Taylor A. How Israel's war in Gaza Became a Tangled Crisis Spanning the Middle East // *The Washington Post*. 2024. P. 10–12.
15. The arab world is boiling over the israel-hamas conflict [Electronic resource]. URL: <https://www.ispionline.it/en/publication/the-arab-world-is-boiling-over-the-israel-hamas-conflict-150471> (accessed: 10.02.2024).
16. Tuastad D. The symbolic power of hamas // *Agents of Violence*. Brill Schöningh, 2024. P. 205–225.

#### REFERENCES

1. Semenenko IS, Lapkin VV, Pantin VI *Classifying Ethnic Conflicts: Challenges for Political Theory and Methodology*. Polis. Political Studies. 2016;6:69-94. (In Russ.).
2. Baghernia N. China's Marginal Involvement in the 2023 Iran-Saudi Arabia Reconciliation. *Asian Affairs*. 2024;1-18.
3. Bilgin P. *Regional security in the Middle East: A critical perspective*. Routledge; 2019. 222 p.
4. Bordas M. Hamas-Izrael War, Short Analysis of First Two Phases of War. *ESI Preprints*. 2024;27:76-88.
5. Cohen-Almagor R. Hamas-Israel War. [Electronic resource]. Available from: <https://blogs.timesofisrael.com/hamas-israel-war/> [Accessed 10 February 2024].
6. Galtung J. Conflict theory and the Palestine problem. *Journal of Palestine Studies*. 1972;2(1):34-63.
7. Hamas's attack on Israel has changed the Middle East [Electronic resource]. Available from: <https://www.aljazeera.com/opinions/2023/10/28/hamass-attack-on-israel-has-changed-the-middle-east> [Accessed 12 February 2024]
8. Jamal A. Conflict Theory, Temporality, and Transformative Temporariness: Lessons from Israel and Palestine. *Constellations*. 2016;23(3):365-377.
9. Moore D, Guy A. *The Israeli–Palestinian Conflict: the Sociohistorical Context and the Identities it Creates*. Springer US; 2012. P. 199-240.
10. Morrison S. Whither the State? The Oslo Peace Process and Neoliberal Configurations of Palestine. *Social Science Quarterly*. 2020;101(7):2465-2484.
11. Nereim V. Lyric of Houthis' Propaganda: 'Death to America and Hostile Zion'. *The New York Times*; 2024. P. 8-9.
12. Saraswat D. Hamas–Israel War and the Evolution of Iran's 'Resistance Geopolitics'. *Strategic Analysis*. 2024;(1):1-6.

13. Strozier CB. The Apocalyptic Aims of Hamas. *Psychoanalysis, Self and Context*. 2024;19(1):3-6.
14. Taylor A. How Israel's war in Gaza Became a Tangled Crisis Spanning the Middle East. *The Washington Post*. 2024. P. 10-12.
15. The Arab World is Boiling Over the Israel-Hamas Conflict [Electronic resource]. Available from: <https://www.ispionline.it/en/publication/the-arab-world-is-boiling-over-the-israel-hamas-conflict-150471> [Accessed 10 February 2024]
16. Tuastad D. The Symbolic Power of Hamas. *Agents of Violence*. Brill Schöningh; 2024. P. 205-225.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Денис Александрович Миргород** – кандидат политических наук, доцент, доцент кафедры социально-философских и политических наук, Севастопольский государственный университет, +79624900512, [dennismirgorod@gmail.com](mailto:dennismirgorod@gmail.com)

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Denis A. Mirgorod** – PhD in Political Science, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Social, Philosophical and Political Sciences, Sevastopol State University, +79624900512, [dennismirgorod@gmail.com](mailto:dennismirgorod@gmail.com)

**Конфликт интересов:** автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest:** the author declares no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию: 11.03.2024;  
одобрена после рецензирования: 12.04.2024;  
принята к публикации: 10.06.2024.*

*The article was submitted: 11.03.2024;  
approved after reviewing: 12.04.2024;  
accepted for publication: 10.06.2024.*

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 154-162.  
Modern Science and Innovations.  
2024;2(46):154-162.

ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
POLITICAL SCIENCE

Научная статья / Original article

УДК 323; 378; 008.  
<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.16>

Мадина Мухтаровна Абазалиева  
[Madina M. Abazalieva]<sup>1\*</sup>,  
Мария Геннадьевна Павлова  
[Maria G. Pavlova]<sup>2</sup>

Медиапространство и сфера  
политической коммуникации:  
политологический анализ

Media space and the sphere of political  
communication: a political science  
analysis

<sup>1</sup>Северо-Кавказская государственная академия, г. Черкесск, Россия /  
North Caucasian State Academy, Cherkessk, Russia

<sup>2</sup>Пятигорский государственный университет, г. Пятигорск, Россия /  
Pyatigorsk State University, Pyatigorsk, Russia

\*Автор, ответственный за переписку: Мадина Мухтаровна Абазалиева, [abazalieva@mail.ru](mailto:abazalieva@mail.ru) /  
Corresponding author: Madina M. Abazalieva, [abazalieva@mail.ru](mailto:abazalieva@mail.ru)

**Аннотация.** Массовая политическая коммуникация стала выступать как многогранный феномен взаимодействия субъектов политики путем обмена информацией в процессе борьбы за власть или ее осуществление, включая тактику индоктринации и является производной от медиапространства, т.к. она зависит от того, какие услуги предоставит последняя: будут ли это усовершенствованные цифровые электронные новинки или устаревшие технически и морально устройства прошлого века. Поэтому если в 1960-х или 1970-х годах можно было выделить три области медиапространства (печатное, радио и телестранство), то сейчас речь идет и об интернет-пространстве, которое заняло свою лидирующую нишу, причем с охватом большей части медиапространства: интернет-пространство продолжает расширяться, практически «освоив» печатные СМИ и телевидение и радио.

**Ключевые слова:** масс-медиа, медиатизация политики, СМИ, информационное общество, политический процесс

**Для цитирования:** Абазалиева М. М., Павлова М. Г. Медиапространство и сфера политической коммуникации: политологический анализ // Современная наука и инновации. 2024. № 2 (46). С. 154-162. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.16>

**Abstract.** Mass political communication began to act as a multifaceted phenomenon of interaction between political actors through the exchange of information in the process of power struggle or its implementation, including the tactics of indoctrination, and is derived from the media space, because it depends on what services the latter will provide: whether it will be improved digital electronic novelties or outdated technically and morally devices of the last century. Therefore, if in the 1960s or 1970s it was possible to distinguish three areas of the media space (print, radio and television space), now we are talking about the Internet space, which has occupied its leading niche, and with coverage of most of the media space: The Internet space continues to expand, having practically "mastered" print media and television and radio.

**Keywords:** mass media, mediatization of politics, mass media, information society, political process

**For citation:** Abazalieva MM, Pavlova MG. Media space and the sphere of political communication: a political science analysis. Modern Science and Innovations. 2024;2(46):153-161. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.16>

**Introduction.** It is right to say that media space can be defined as a real or virtual space of communicative practice based on multi-level digital and network technologies. Accordingly,

communicative practice in the sphere of politics (political media space or media space of political meanings) is a political space based on multi-level digital and network technologies; communicative space, including media and mediatized political images of political “locals”, “fields”, “spheres”. And, as V.G. Vodopyan rightly notes, “The media space is an open social system, which is created by the interdependent integrity of relations between producers and consumers of mass information transmitted through the mass media” [2, 185]. At the same time, in general, the media space in a globalizing society is characterized by the process of disseminating any information, including political information, in a symbolic media space that produces both reality and pseudo-reality, developed and based on the use of information and communication technologies and the Internet.

So, “in the modern information society, there are acute issues of finding and using new methods of political communication that influence the political mobilization of citizens” [9, 55]. Therefore, it is necessary to understand that the connection between politics and the mass media has become an integral and at the same time objective characteristic of the development of both mass political communication and society as a whole.

**Materials and research methods.** From our point of view, new theories of the media space, respectively, and of mass political communication, should be based on the categories of mobility, interactivity and convergence, since, indeed, “in the age of simulacra, mass media lose their dependence on society and “spray” both in the social, and political reality, enriching reality with digital images and narratives” [1, 190]. In turn, false, multi-level digital and network technologies that are being developed daily offer more advanced spatial and communicative practices of the political media space and mass political communication as well. Summarizing various approaches, we can assume that the study of political communication in line with the transmission of political values involves the use of a systematic approach, which will allow us to consider the phenomenon as a complex phenomenon, in all respects connected with various aspects of the life of society. In general, the systemic approach allows us to recognize the modern essence of the political media space, which lies in the fact that, firstly, the state occupies a leading position in control over the mass media, accordingly, it owns the market for political information, and secondly, currently political communication is part of a unified system of global information influence and control, elements of which are included in almost all socially and politically significant processes.

**The degree of scientific development of the topic.** Russian researchers A.Yu. paid much attention to the issues under consideration. Belokon [1, 189-197], V.G. Vodopyan [2, 182-189], E.E. Voinova [3, 6-10], B.V. Kagarlitsky [6], N.L. Ledyukova [7, 69-76], A.V. Manoilo [8, 24-28], I.G. Napalkova [9, 55-72], E.G. Nim [10, 31-41], V.S. Svechnikov [13], A.I. Soloviev [14, 5-18], A.A. Soldatov [15, 471-474], A.V. Soldatov [15, 471-474], V.B. Stroganov [16, 99-104], F.I. Sharkov [17, 32-40], E.N. Yudina [18, 151-155] and others. Due to the complexity and scope of the issue under consideration, the format of this study does not allow us to cover in detail the discussions of researchers who have concentrated on considering the phenomenon of the media space. But at the same time, we have to admit that in foreign and domestic science the terms “media space” and “political media space” and their theoretical structures are still at the stage of study.

**The main part of the study.** The media space as an object of research by domestic scientists is more often considered in the system of interrelations of the media themselves. So, E.G. Nim notes that “media space can have both physical and “virtual” geography” [10, 33] and proposes a theoretical construct that reflects the structure of media space and the key areas of its study (Table 1). This theoretical construct quite successfully copes with most of the tasks of displaying the structure of the media space, but, in our opinion, it does not consider how mass communication is characterized by the transmission of complex messages, including those of a political nature. We assume the relevance of studying the political space through the prism of the synthesis of politics and media space, which will allow us to explore media political images of “locals”, “fields”, “spheres”.

**Table 1. Media space as an object of research [10].**

Society as a “space of spaces”	Territories as spaces	Sociality and its spaces	Spaces that exist in the imagination
Space understood as mediated	Media as an image of the territory	Media social images of “locals”, “fields”, “spheres”	Imaginary worlds and their media images
Space understood as mediatized	Mediatized territories	Mediatization of social images of “locals”, “fields”, “spheres”	Imaginary worlds and their mediatization
Media space	Media territory	Sociocultural space as a direct media space	Media space as an imaginary space

Let's consider the definition of media space by E.G. Nim, by which the author understands the material space of information and communication networks and flows. If the media space corresponds to channels of information transmission, i.e. the media themselves and the system of their interrelations, then the mediated space correlates with the content, and the mediatized space correlates with the environment of its distribution and consumption [10, 32]. Most likely, the above interpretation narrows the field of understanding the media space, since it is impossible to separate the modern media space from politics and vice versa. A more accurate interpretation is given by E.G. Yudina, since he draws attention to the ambiguity of the concept of “media space”: “this is a space represented through media – both physical and social” [18, 151]. The researcher identifies three main elements of the media space: mass media; relations between media agents and information symbolic product, as a result of the activities of the media. Therefore, concludes E.G. Yudina, “Media space can be positioned as a special reality, which is part of the social space and organizes social practices and representations of agents included in the system of production and consumption of mass information” [18, 151].

As a result, we are increasingly seeing public presentations of political messages and meanings, where there is a communicator, a message, a means of transmission (channel) and an addressee (recipient). Such a scheme is not equal and partner-like, since a chain of unidirectional communication process is built, which a subject-object process is built on the political interest of one of the communication participants - and always the communicator. We are talking about the features of one-way and two-way communication, which is a very important point in understanding the political media space, although “Political communication itself is the central mechanism in the formulation, production, legitimacy and implementation of collective binding political decisions” [22].

J. Volkheimer and A. Jansson rightly focus on the political dimension of the media space. Considering the processes of ideological influence and convergence of the public and private spheres, global and local problems, researchers distinguish between the merger of politics and the media as equal and unequal, as partner and non-partner [23, 89]. With partner mediatization of politics, strategic, equal communication follows. In this case, the goal of the communicator - the subject of politics - is to communicate in the form and through public compromises and discourses. This is the so-called strategic, equal communication. With non-partnership mediatization of politics, everything is subordinated to the manipulative interest of one of the participants in communication, which is characterized by the absence of feedback elements and takes place in conditions of an unequal communication partnership. Let us note that in modern society, non-partnership mediatization of politics and non-partnership relations in the field of political communication predominate, and there are objective reasons for this state of affairs. Firstly, society does not have the opportunity to know and monitor all the processes occurring within the political field, which means it is forced to turn to the media as a source of information and ideas about reality, which creates ample opportunities for the interpretation of events, opinions, comments, etc. -secondly, the manipulation of consciousness is a process invisible to the average person, carried out constantly by the mass media (for example, social, political or commercial

advertising), but society has come to terms with the fact that it is being manipulated. Thirdly, it seems difficult to influence the state of affairs in the media space due to closed access to the activities of information holdings and to information sources mediated by political power.

As N.L. Ledyukova writes about this, “the presence of the media institution already suggests that there is a way to control human behavior, that it is possible to establish in advance certain behavioral patterns, which are just one of many theoretically possible” [7, 74]. As one of such exemplary behavior for an individual, the researcher cites “accustoming him to the process of constantly receiving information about events that occurred in the country and the world (habitualization)” [7, 74]. And, as N.L. Ledyukova suggests, that “it cannot be said that the media plays a dominant role in the process of political informing the audience” [7, 74]. In our opinion, this is an overly optimistic interpretation, since G.D. Lasswell is righter, when he notes that “the media is omnipotent” and the audience receives only the news that needs to be conveyed to the audience [21, 179].

The synthesis of politics with the area of the virtual space of the mass media has become a kind of indicator of the political rating of the subject of a political campaign and led to the emergence of a certain media reality, designed in the interests of the leaders of political communication. The images of the reality around us are set or created as a result of the use of discursive practices, various mechanisms of mediatization of political space. For example, a striking example is the leading role of political propaganda, in the implementation of which, as a special way of transmitting political ideas, the activity of persuaders remains specific, when the subject of propaganda “independently interprets the meaning of political values for society” [13, 19]. The main goal of propagandists in the most general form is, first of all, to influence the political consciousness of the masses and each individual in particular. You can also name other tasks that are performed along the way: ensuring the continuity of the ideological guidelines and worldview of the political elite, “developing immunity” to the perception of “alien” or “hostile” values [14, 6].

Often, among the significant characteristics of a political system, researchers name responsiveness, that is, the ability to respond to impulses coming from the environment, including from the media [20, 176]. In this regard, we note that most authors, studying propaganda and “public relations,” characterize them as one of “the reactions of the political system to the growing complexity of the environment and its desire to reduce complexity through functional differentiation” [15, 471]. Very diverse interests can act as political ideas. For example, this could be propaganda of patriotism and heroism, a healthy lifestyle and education, ideological unity or, on the contrary, destruction, division along national or racial lines, unification in the face of danger, etc. Propaganda of patriotism and heroism is achieved by praising the Motherland, chanting its exclusivity, through calls for heroic deeds, poems and verses in honor of heroes, erecting monuments, etc. Promotion of a healthy lifestyle is carried out by showing the preferences that an individual receives when turning to sports and exercise; Propaganda of education popularizes information about economic, political achievements, social programs, advertises the political system, etc. Propaganda of destruction sets as an example its own value system as the only correct one, trying to convince society of the depravity of another value system, disseminating information about the atrocities of opponents, their mistakes and/or crimes, trying to expose, humiliate, and emphasize negative features [19, 298]. The propaganda of division is based on the formula “those who are not with us are against us” and are aimed at combating dissent in any area. This propaganda slogan works well in the religious-political (between believers of different faiths) and religious-psychological spheres (between fanatical believers and other members of society), in the sphere of ethno-national confrontation, affecting the worldview and spiritual guidelines of the individual.

The propaganda of division is also used to produce disagreement between opposition countries during information confrontation, during information wars, etc. The latter type includes, for example, the attitude of Western media, political strategists and the US political elite towards the Russian global television network RT (Russia Today), created in 2005 and designed to broadcast news stories in many languages of the world, such as Russian, French, Arabic, English, German

and Spanish, and which the West characterized as a “propaganda machine”: in the spring of 2014, John Kerry spoke unflatteringly about the Russian Global Television Network, calling it a “propaganda mouthpiece” of V. Putin [4]. In 2022, the EU banned the broadcasting of Russia Today and the work of the Sputnik agency [5].

As another example, let us cite the activities of major global media channels on the eve of the Syrian conflict, when in 2012 the central topic of media propaganda was the topic of the civil war in Syria. The conflict, taking into account the interests of Western countries, and in particular the United States, began with propaganda comments from the “international community”: “Assad is killing his citizens”, “This is another stone in the wall of the Arab Spring”, “The rebels need to be supported”, “Assad is in resignation”, etc. [24]. This propaganda campaign lasted for several months. However, in the modern global media space, the propaganda actions of one side are often debunked in the media by the other side, which has alternative sources of information at its disposal. Thus, in continuation of the Syrian theme, the German newspaper “Frankfurter Allgemeine Zeitung” reported that the “massacre in Houla”, widely circulated in the media, was organized not by the forces of B. Assad, as Western propagandists insisted, but by opposition terrorists supported by NATO [12]. After this information appeared, anti-Syrian propaganda gradually began to decline.

To resume political manipulation, it is necessary to constantly create new information occasions. This topic is still little studied, although there is direct evidence of the use of this technology in the conduct of information wars. But we can agree with the researchers that “in the events in Ukraine one can discern the signs that previously appeared in all the “color revolutions” [8, 24]. Indeed, comparing the events in Ukraine with events, for example, in Egypt, where the same popular unrest led to a change in the political regime, the widespread inclusion of all types of mass media in the ideological indoctrination of the population and the well-organized supply of the rebels with everything they needed - speaks about the actions of political strategists, the task of which – organization x artificially created political instability.

In this regard, Russian researcher V.B. Stroganov notes that “the interpenetration of the Internet and politics directly affects the transformation of the political process, the digitalization of political governance, changes in patterns and models of interaction between political institutions and citizens. As a result, we are faced with the problem of changing such an ambiguous form of control as political manipulation, which takes on the character of a rhizome: vector communications are disrupted, the hierarchy of subject and object is eliminated, and manipulation becomes viral in nature” [16, 99]. This circumstance is caused primarily by the fact that Western media are almost completely commercialized and are at the mercy of capital, and, as a result, are not independent. A situation is emerging in which the Western audience is in a state of illusion of objectivity and truthfulness in mass cases of constructing political meanings and images, but at the same time there is practically no political mass communication with the participation of actors from society. In our opinion, such a situation entails a number of factors: 1) the inaccessibility of the field of politics as a field of decision-making to society; 2) the bias of mass political communication circulating in the media space; 3) the control of the mass media by the political component of society and strict financial subordination, after which “even in the absence of censorship established from above, a political “agenda” is being built on the principles of self-censorship” [3, 7].; 4) and, finally, the leveling of politics, the lack of genuine dialogue, accompanied by the artificial construction of a shortage of alternatives.

In turn, an analysis of materials presented on the Internet suggests that for the Russian Federation, Western specialists and political strategists have long developed a scenario for preparing a revolution, for which “freedom of speech” in the Western sense is extremely necessary. In the scenario worked out in Ukraine, Georgia, Yugoslavia, Kyrgyzstan, Moldova, etc., mediatization mechanisms were used, where the main emphasis was on influencing young people through the media [6]. For this purpose, the ideas of the well-being of American-style democracy and the ideas of the illegitimacy of other political regimes and authorities are, as a rule, introduced into the mass consciousness of people.

As Russian Foreign Minister S. Lavrov stated, “The West is trying to create a “belt of instability” around Russia, developing the territories around it economically and militarily... They are trying to form a belt of instability around us, forcing our closest neighbors and brotherly peoples to make a choice - either you and The West, or you are from the Russian Federation. They want to develop in a variety of ways - both military and economic - the territories around our country and surround us with a cordon sanitaire, and even derive some benefit from the fact that the West will have a decisive influence on the development of our neighboring countries” [11]. Let us remember that on Bolotnaya Square in 2011-2013 there were already attempts to create a precedent of political disobedience. At the moment, the ground for social discontent on the part of the population is being purposefully prepared through economic sanctions and information leaks of a provocative nature, which suggests that it is necessary, first of all, to develop a strategy for information counteraction to the processes of ideological division of society into different opposing camps. It is necessary to have in your arsenal a wide range of counter-propaganda, tools for protection against eversion technologies, which are also based on the work of political strategists using the capabilities of the mass media.

In the Russian Federation at present, both at the level of the scientific community and at the state level, awareness is beginning to come of the degree of security threat posed by the mediatization of political reality. In connection with the events in Ukraine, the comprehensive role of the world media in creating a targeted anti-Russian discourse has become obvious, since a significant number of challenges to Russia’s security lie precisely in the information dimension, and “currently Russia is exposed to massive aggressive information influence, which becomes possible as a result of the global mediatization of political reality” [1, 192]. We must pay attention to the popularity of social networks, which are focused, among other things, on political communication and accelerate information exchange in the public space.

In a fair opinion, F.I. Sharkova, “Mobile social networks generate a new type of information used in a virtual social environment and, accordingly, new information and communication technologies” [17, 32]. In turn, social networks, creating complex and multidimensional connections between users in the electronic network space, demonstrate self-organization, which, according to F.I. Sharkova, “is consistent with N. Luhmann’s theory of autopoietic systems... since public opinion, which is articulated in the political public sphere, means something different from the point of view of the life world than from the point of view of the state apparatus system. We conclude that network dynamics are increasingly driven by aspects of the public sphere that are oriented either towards strategic communication goals or towards achieving mutual understanding” [17, 38]. It should be noted that the implementation of political communications in the network space of social networks activates users of different political views on various political platforms, establishing a form of communication between different political views.

**Research results and their discussion.** Thus, the function of mass political communication at the present stage is not only in the circulation, circulation and movement of information, but also in changing the opinions, judgments, and attitudes of the audience. Mass political communication is becoming a key tool for shaping the political media space, not in the direction of democratization, but in the direction of satisfying the political interests of a fairly narrow circle of people. In turn, the synthesis of politics with the field of virtual space of the mass media led to the emergence of an artificially created media reality. The images of reality in it are set by the authorities and are created as a result of the use of discursive practices and various mediatization mechanisms. In this regard, we can talk about the emergence of a phenomenon – mediatized political communication.

**Conclusion.** The mediatization of politics is carried out through the synthesis of everyday and scientific knowledge, presented to the audience with the help of specially fabricated audiovisual information, which creates a picture of virtual reality, often radically different from real political reality. The most common mechanisms for the mediatization of politics at present

are: the formation of public opinion, setting the “agenda”, media construction of reality and propaganda. The phenomenon of mediatization of politics makes it possible in a short time to adjust, change, and shape public opinion on current government issues, place the necessary emphasis on the global, regional, and national news “agenda,” and divert attention from coverage of undesirable topics and problems.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Абазалиева М. М., Белоконов А. Ю. Социально-политические аспекты медиатизации политики в России // Современная наука и инновации. 2022. № 4 (40). С. 189–197.
2. Водопьян В. Г. Медиапространство в сфере массовой коммуникации: социокультурная реальность // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 1: Регионоведение: философия, история, социология, юриспруденция, политология, культурология. 2017. № 1 (194). С. 182–189.
3. Воинова Е. Медиатизированная политическая коммуникация: Способ медийного искажения политики или способ организации дискурса? // Вестник Московского ун-та. Сер. 10. Журналистика. 2006. № 6. С. 6–10.
4. Госсекретарь США Джон Керри назвал телеканал RT «рупором пропаганды» // RT. 2014. 25 апр. URL: <http://russian.rt.com/article/29283> (дата обращения: 12.03.2024).
5. ЕС запретил вещание Russia Today и работу агентства Sputnik. URL: <https://tass.ru/mezhdunarodnaya-panorama/13931753?ysclid=lwdqf9rsw5133423875> (дата обращения: 12.03.2024).
6. Кагарлицкий Б. В. «Оранжевые мираж» или начало политики? // Взгляд. 2007. 19 ноября. <http://vz.ru/columns/2007/11/19/125686.html> (дата обращения 12.03.2024)
7. Ледюкова Н. Л. Функциональное измерение СМИ // Мировая экономика и международные отношения. 2011. № 1. С. 69–76.
8. Манойло А. В. Украинский кризис и «управляемый хаос»: след «цветных революций» арабской весны // Власть. 2014. № 4. С. 24–28.
9. Напалкова И. Г., Семенов А. С. Интернет-мем как метод политической коммуникации // Гуманитарные и политико-правовые исследования. 2022. № 2. С. 55–72.
10. Ним Е. Г. Медиапространство: основные направления исследований // Бизнес. Общество. Власть. 2013. № 14. С. 31–41.
11. Политтехнологи на Западе хотят расшатать ситуацию в России перед выборами – Лавров. URL: <https://www.belta.by/world/view/politтехнологи-na-zapade-hotjat-rasshatat-situatsiju-v-rossii-pered-vyborami-lavrov-451816-2021> (дата обращения: 22.03.2024).
12. Развал антисирийской пропаганды в западных СМИ. URL: <https://yvision.kz/post/razval-antisiriyskoj-propagandy-v-zapadnyh-smi-280193> (дата обращения: 12.03.2024).
13. Свечников В. С. Манипулятивные практики в социальном конструировании реальностей: автореф. дис. ... канд. социол. наук. Саратов, 2004. 37 с.
14. Соловьев А. И. Политическая коммуникация: к проблеме теоретической идентификации // Полис. 2002. № 3. С. 5–18.
15. Солдатов А. В., Солдатов А. А. Сущность и особенности коммуникативных процессов в политической сфере современной России // Четвертая промышленная революция: реалии и современные вызовы. X юбилейные Санкт-петербургские социологические чтения: сб. материалов Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 13-14 апреля 2018 года. Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2018. С. 471–474.
16. Строганов В. Б. Ризоморфная политическая манипуляция в интернете: специфика и технологии // Вопросы управления. 2021. № 6. С. 99–104.
17. Шарков Ф. И. Социальные сети как основа формирования пространства публичных коммуникаций // Коммуникология. 2019. Т. 7. № 4. С. 32–40.

18. Юдина Е. Н. Медиапространство как социологическая категория // Преподаватель XXI век. 2008. № 2. С. 151–155.
19. Cook T. *Governing with the news: the news media as a political institution*. Chicago: University of Chicago Press, 2005. 398 p.
20. Deutsch K. W. *The Nerves of Government. Models of Political Communication and Control*. N.Y.: The Free Press, 1963. 250 p.
21. Lasswell H. D. *The Structure and Function of Communication in Society* / Berelson B., Janowitz M. *Reader in Public Opinion and Communication*. New York: The Free Press, 1966. P. 178–189.
22. Jarren O. *Politische Kommunikation in der Mediengesellschaft: Eine Einführung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachver-lage GmbH, Wiesbaden, 2006. 276 p.
23. Jansson A. *Textural Analysis. Materialising Media Space* // *Geographies of Communication: The Spatial Turn in Media*. Göteborg: Nordicom, 2006. P. 87–106.
24. Mohammadi S. *Flipping the Script: The Western Media’s Syria Propaganda Is Falling Apart* // *Activist Post*. 2012. 30 July. URL: <http://www.activistpost.com/2012/07/flipping-script-western-medias-syria.html> (дата обращения: 12.03.2024).

### REFERENCES

1. Abazalieva MM, Belokon AYu. Socio-political aspects of the mediatization of politics in Russia. *Modern Science and Innovations*. 2022;4(40):189-197. (In Russ.).
2. Vodopyan VG. Media space in the sphere of mass communication: sociocultural reality. *Vestnik Adygejskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 1: Regionovedenie: filosofiya, istoriya, sociologiya, yurisprudenciya, politologiya, kulturologiya = Bulletin of Adyghe State University. Series 1: Regional studies: philosophy, history, sociology, jurisprudence, political science, cultural studies*. 2017;1(194):182-189. (In Russ.).
3. Voinova E. Mediatization of political communication: the way of media distortion of politics or the way of discourse organizing. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 10. Zhurnalistika = Moscow University Bulletin. Series 10. Journalism*. 2006;6:6-10. (In Russ.).
4. US Secretary of State John Kerry called RT a "mouthpiece of propaganda". *RT*. 2014. 25 apr. Available from: <http://russian.rt.com/article/29283> [Accessed 12 March 2024]. (In Russ.).
5. The EU has banned the broadcasting of Russia Today and the work of the Sputnik agency. Available from: <https://tass.ru/mezhdunarodnaya-panorama/13931753?ysclid=lwdqf9rsw5133423875> [Accessed 12 March 2024]. (In Russ.).
6. Kagarlickij BV. "Orange mirage" or the beginning of politics? *Vzglyad*. 2007. 19 November. <http://vz.ru/columns/2007/11/19/125686.html> [Accessed 12 March 2024]. (In Russ.).
7. Ledyukova NL. Functional dimension of mass media. *World Economy and International Relations*. 2011;1:69-76. (In Russ.).
8. Manojlo AV. Ukrainian crisis and the “controlled chaos”: a trace of color revolutions of the arab spring. *Vlast’ = Power*. 2014;4:24-28. (In Russ.).
9. Napalkova IG, Semenov AS. Internet-meme as a method of political communication. *Humanitarian, political and legal studies*. 2022;2:55-72. (In Russ.).
10. Nim EG. Media space: main directions of research. *Biznes. Obshestvo. Vlast = Business. Society. Power*. 2013;14:31-41. (In Russ.).
11. Political strategists in the West want to destabilize the situation in Russia before the elections – Lavrov. Available from: <https://www.belta.by/world/view/polittechnologi-na-zapade-hotjat-rasshatat-situatsiju-v-rossii-pered-vyborami-lavrov-451816-2021> [Accessed 22 March 2024].
12. The collapse of anti-Syrian propaganda in Western media. Available from: <https://yvision.kz/post/razval-antisiriyskoy-propagandy-v-zapadnyh-smi-280193> [Accessed 12 March 2024]. (In Russ.).
13. Svechnikov VS. *Manipulative practices in social construction of realities: author's abstract. diss. ... candidate of sociological sciences*. Saratov; 2004. 7 p. (In Russ.).
14. Solovev AI. *Political Communication: To the Problem of Theoretical Identification*. *Polis. Political Studies*. 2002;3:5-18. (In Russ.).

15. Soldatov AV, Soldatov AA. The nature and features of communication processes in the political sphere of modern Russia. In *The Fourth Industrial Revolution: Realities and Modern Challenges. X Anniversary St. Petersburg Sociological Readings: collection of materials from the International Scientific Conference, St. Petersburg, April 13-14, 2018. St. Petersburg: Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University"; 2018;471-474. (In Russ.)*.
16. Stroganov VB. Rhizomorphic political manipulation on the internet: specifics and technologies. *Management Issues. 2021;6:99-104. (In Russ.)*.
17. Sharkov FI. Social Networks as the Basis for the Formation of Public Communication Space. *Communicology. 2019;7(4):32-40. (In Russ.)*.
18. Yudina EN. Media space as a new sociological category. *Prepodavatel XXI vek = Teacher XXI century. 2008;2:151-155. (In Russ.)*.
19. Cook T. *Governing with the news: the news media as a political institution. Chicago: University of Chicago Press; 2005. 398 p.*
20. Deutsch KW. *The Nerves of Government. Models of Political Communication and Control. N.Y.: The Free Press; 1963. 250 p.*
21. Lasswell HD. *The Structure and Function of Communication in Society / Berelson B, Janowitz M. Reader in Public Opinion and Communication. New York: The Free Press; 1966. P. 178-189.*
22. Jarren O. *Politische Kommunikation in der Mediengesellschaft: Eine Einführung. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachver-lage GmbH, Wiesbaden; 2006. 276 p.*
23. Jansson A. *Textural Analysis. Materialising Media Space. Geographies of Communication: The Spatial Turn in Media. Göteborg: Nordicom; 2006. P. 87-106.*
24. Mohammadi S. *Flipping the Script: The Western Media's Syria Propaganda Is Falling Apart. Activist Post. 2012. 30 July. Available from: <http://www.activistpost.com/2012/07/flipping-script-western-medias-syria.html> [Accessed 12 March 2024].*

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Мадина М. Абазалиева** – кандидат политических наук, доцент, доцент кафедры философии и гуманитарных дисциплин, Северо-Кавказская государственная академия, +789283921456, [abazalieva@mail.ru](mailto:abazalieva@mail.ru)

**Мария Г. Павлова** – кандидат филологических наук, доцент кафедры европейских языков, Институт международных отношений, Пятигорский государственный университет, +79614731370, [egoistria@bk.ru](mailto:egoistria@bk.ru)

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Madina M. Abazalieva** – Cand. Sci. (Polit.), Associate Professor, Professor of Philosophy and Humanitarian Disciplines, North Caucasian State Academy, +79614833806, [abazalieva@mail.ru](mailto:abazalieva@mail.ru)

**Maria G. Pavlova** – Cand. Sci. (Philol.), Associate Professor of European languages, Institute of international relations, Pyatigorsk State University, +79614731370, [egoistria@bk.ru](mailto:egoistria@bk.ru)

**Вклад авторов:** все авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию: 16.03.2024;  
одобрена после рецензирования: 17.04.2024;  
принята к публикации: 10.06.2024.*

*The article was submitted: 16.03.2024;  
approved after reviewing: 17.04.2024;  
accepted for publication: 10.06.2024.*

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 163-172.  
Modern Science and Innovations.  
2024;2(46):163-172.

ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
POLITICAL SCIENCE

Научная статья / Original article

УДК 328  
<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.17>

**Николай Александрович Шавеко**  
[Nikolai A. Shaveko]

**Демократия и содержательная  
справедливость: моральные обоснования  
демократии инструментального характера  
на примере взглядов Р.А. Даля**

**The democracy and substantive justice:  
instrumental moral justifications  
of democracy on the example  
of R.A. Dahl's views**

*Институт философии и права Уральского отделения Российской академии наук,  
г. Екатеринбург, Россия, [shavekonikolai@gmail.com](mailto:shavekonikolai@gmail.com) / Institute of Philosophy and Law of the Ural  
Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia, [shavekonikolai@gmail.com](mailto:shavekonikolai@gmail.com)*

**Аннотация.** Рассматриваются наиболее часто встречающиеся моральные обоснования демократии инструментального характера на примере взглядов Р.А. Даля. Анализируются три аргумента, приводимых Далем в поддержку демократии: 1) народ не менее компетентен в вопросах моральной истины, чем любая возможная правящая элита; 2) никакая правящая элита, даже знающая моральную истину, не будет реализовывать её на практике, если не будет контролироваться народом; 3) никакая «элита» не может быть определена в качестве таковой никем, кроме как самим народом. Каждый из этих аргументов подвергается критике автором статьи. Делается вывод, что политическое управление требует ряда личностных качеств и компетенций, которые неизбежно более развиты у одних людей, чем у других, и тем самым ставится под сомнение моральная обоснованность наделения всего корпуса дееспособных граждан политическими правами.

**Ключевые слова:** Даль, попечительское правление, элитизм, демократия, справедливость, моральная истина

**Для цитирования:** Шавеко Н. А. Демократия и содержательная справедливость: моральные обоснования демократии инструментального характера на примере взглядов Р.А. Даля // Современная наука и инновации. 2024. № 2 (46). С. 163-172. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.17>

**Abstract.** The article examines the most common instrumental moral justifications of democracy. Moral justifications are understood as justifications from the point of view of a certain social ideal, and the instrumental nature of the justifications means that the social ideal differs from democracy, and democracy is justified as a way to achieve it. Three arguments given by Dahl in support of democracy are considered: 1) the people are no less competent in matters of moral truth than any ruling elite; 2) no ruling elite, even knowing moral truth, will put it into practice if it is not controlled by the people; 3) no "elite" can be defined as such by anyone except by the people themselves. All these arguments are criticized by the author of the article. It is concluded that political governance requires a number of virtues and competencies, which are inevitably more developed in some people than in others, and thus the moral validity of universal suffrage is questioned.

**Keywords:** Dahl, guardianship, elitism, democracy, justice, moral truth

**For citation:** Shaveko NA. The democracy and substantive justice: instrumental moral justifications of democracy on the example of R.A. Dahl's views. Modern Science and Innovations. 2024;2(46):163-172. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.17>

**Введение.** Все способы морального обоснования демократии как особой процедуры принятия коллективных могут быть разделены на два вида: первый (процедурный) заключается в обосновании того, что демократия справедлива сама по себе, а второй (инструментальный) – в обосновании того, что демократия способствует познанию и реализации отличного от неё самой содержательного (а не процессуального) идеала справедливости. В настоящей статье мы рассмотрим наиболее часто встречающиеся аргументы, относящиеся ко второму виду.

Инструментальные моральные обоснования демократии, как правило сводятся к утверждению, что народ лучше, чем некоторая «элита», знает, в чем состоит справедливость, или имеет больше шансов познать её, равно как и основные пути её достижения и воплощения (а потому лишь подконтрольная народу элита сможет действительно эффективно воплощать справедливость).

**Материалы и методы исследований.** Фундаментальным трудом по данной тематике является работа Р. Даля «Демократия и её критики» [2], в которой автор пытается обосновать демократию перед её противоположностью – попечительским правлением. Ученый понимает демократию в широком смысле, как форму правления, при которой «рядовые граждане осуществляют относительно высокую степень контроля над лидерами» [13, р. 3] или осуществляют власть непосредственно. Соответственно, попечительское правление означает такое правление, при котором народные массы отстранены от контроля за правителями, не говоря уже о прямом участии в управлении. Основная идея правления попечителей, согласно словоупотреблению Даля, состоит в том, что простые люди не способны управлять собой (в том числе путем избрания представителей и делегирования им функций управления), в связи с чем управление обществом во всех отношениях должно быть возложено на меньшинство, превосходящее остальных в знании и добродетели. Следует отметить, что те аргументы, которые выдвигает Даль, приводятся также и другими авторами, и в целом являются наиболее часто встречающимися в западной демократической теории. С учетом изложенного, анализ инструментальных обоснований демократии будет осуществлен нами через рассмотрение той критики правления попечителей, которую предлагает Даль. Мы исходим из того, что в рамках одной статьи невозможно раскрыть всю современную западную литературу по указанной теме, однако рассмотрение взглядов Даля позволяет раскрыть суть соответствующей проблематики.

Нижеприведенный анализ носит нормативный характер. Это означает, что он посвящен, в первую очередь, теоретическим аргументам «за» и «против» демократии, а не эмпирическим подтверждениям тех посылок, на которых соответствующие аргументы основываются. Однако такой анализ, как представляется, имеет самостоятельную ценность, поскольку прежде, чем обращаться к опыту, необходимо определить, в какой именно части он имеет для нас значение, и что именно подлежит доказыванию в рамках конкретных эмпирических исследований.

**Результаты исследований и их обсуждение. Компетентность народа и элит в моральных вопросах.** Во-первых, Даль утверждает, что, хотя существуют специалисты в техническом знании, такие как инженеры, врачи или юристы, не существует аналогичных специалистов в моральных вопросах, так как не существует объективных «моральных истин». Следовательно, никаких «компетентных» философов, лучше других знающих принципы справедливости и цели социального развития, попросту не существует.

Здесь стоит упомянуть, что из тезиса об отсутствии или непознаваемости «моральных истин» ещё не следует, что пути развития общества должны определяться демократически (то есть всеми затронутыми лицами), хотя сторонники демократии очень часто совершают эту логическую ошибку *non sequitur*.

Но верен ли сам тезис о том, что моральных истин не существует? Ответ на этот вопрос предполагает погружение в проблемы метаэтики, и в любом случае вряд ли будет окончательным. Но, как представляется, суть инструментальных обоснований демократий

заключается как раз в принятии утверждения, что моральная истина (справедливость), во-первых, существует, во-вторых, познаваема.

Как представляется, если принять эти две посылки, то далее можно обратить внимание и на то, что в любой области есть люди более компетентные и менее компетентные, а, следовательно, весьма вероятно и то, что существуют и специалисты по «моральным» вопросам. Представляется очевидным, например, что суждения философов, специализирующихся на рассмотрении моральных вопросов, будут более взвешенными и аргументированными, чем суждения обывателей.

Сказанное, конечно, не означает, что данные специалисты должны иметь право навязывать свои моральные взгляды другим людям, то есть приобретать статус «попечителей». Однако даже при таких обстоятельствах моральный философ необходим хотя бы для того, чтобы помочь нам разобраться со своими собственными моральными интуициями и цепочками логических рассуждений. Роль специалиста по моральным вопросам здесь подобна Сократу-оводу. Так, например, психологи давно отмечают, что идеологические установки рядовых граждан весьма непоследовательны: они могут скептически относиться к концепции социального обеспечения, но при этом поддерживать практически все программы социальной помощи [15; 10, р.30-36]. В этом смысле роль философа могла бы состоять в том, чтобы помочь людям разобраться в собственных моральных принципах и установках. Кроме того, в ситуации, когда есть заранее данный (скажем, демократически определенный) принцип справедливости, моральный философ мог бы с помощью эмпирических фактов и деонтической логики показать, какое именно решение на практике соответствует данному принципу [16, р. 550-551].

Выбор принципов справедливости через процедуры народного волеизъявления может быть оправдан только при доказанности эвристических преимуществ данного способа по сравнению с деятельностью «моральных философов». Но проблема в том, что обычный гражданин вовсе не имеет мотивации и времени разбираться в сложных моральных вопросах. В этих условиях те, кого можно было бы назвать «философами», не просто выявляют, но и в некоторых отношениях непременно «домысливают» (или же помогают выработать) моральные суждения, которых могли бы придерживаться те или иные рациональные и разумные граждане в условиях полноты информации и отсутствия физического и психического принуждения. Так, например, существуют научные исследования, стремящиеся установить, «каким образом индивид *стал бы* думать, если бы его демографические характеристики остались теми же, а политический I.Q. вырос до заоблачных высот» [4, с. 47] (критику применяемой при этом методологии см. в [17], а дискуссии относительно оценки результатов указанных исследований см. в [11, 12]). Следовательно, роль морального философа могла бы состоять не только в том, чтобы быть «оводом», но и в том, чтобы «домыслить» некоторые моральные суждения за граждан. И снова, это не означает, что моральные философы получают полную свободу по навязыванию остальным своих представлений хотя бы потому, что возможности «домысливания» всегда ограничены имеющимися данными (например, данными о предпочтениях хорошо информированных представителей определенной демографической группы).

Одновременно можно привести аргументы против того, чтобы моральные принципы определялись народом посредством политических выборов и т.п. механизмов, даже если народ является более компетентным в этом отношении. Здесь, в частности, обращает на себя внимание тот факт, что на практике демократии в общем и целом не являются способами определения морально-ценностного фундамента общества. Так, в типичной ситуации, когда в обществе достигнут некоторый ценностный консенсус, основные политические силы практически не отличаются друг от друга идеологически (радикальные позиции существуют, но не пользуются значительной поддержкой). Это приводит к тому, что политики пытаются завлечь электорат риторикой скорее о добросовестности или

техничко-управленческой квалификации кандидатов или партий, о надуманных проблемах и противопоставлениях, чем суждениями об общем благе (поскольку базовые ценности, составляющие общее благо, уже устоялись и очевидны, в противном случае мы бы имели нетипичную ситуацию, при которой общество нестабильно, расколото и стоит на перепутье). Иными словами, основная цель политика состоит обычно уже не в том, чтобы убедить избирателя в правильности своей идеологии, а в том, чтобы вызвать к себе доверие, и доказать, что именно он сможет реализовать ходячие представления об общем благе.

Сегодня мы также сталкиваемся с попытками политиков отвлечь избирателей от идеологических вопросов. Как отмечал Дж. Кин, в позднекапиталистическом обществе господствуют «партии компромисса», то есть такие партии, которые в своей риторике избегают острых мировоззренческих дилемм, сосредотачивая внимание на уже решенных проблемах, при этом стремясь своей умеренностью и «хамелеоновской» тактикой угодить максимально широкому слою избирателей. Важную роль при этом приобретает харизматичность лидера партии [5, с. 184-191]. Короче говоря, избегание острых ценностных вопросов порой связано не с тем, что в обществе достигнут прочный консенсус, а с тем, что тактика «угоди всем» оказывается более эффективной. Но это вновь говорит о том, что демократия на самом деле не является средством разрешения моральных разногласий. Б. Манен, в свою очередь, связывал возросшую роль личных качеств политика и доверия к нему с усложнением социальных связей, делающих сомнительной любую заранее установленную политическую программу, а также с развитием СМИ (поскольку теперь влиятельная фигура может воздействовать на избирателей напрямую, не заручаясь поддержкой идейных сторонников) [6, с. 271-276]. На нестабильную среду и давление внешних факторов, препятствующих выработке четких политических программ, и способствующих конкуренции уже не программ, а личностей, обращал внимание и П. Розанваллон [8, с. 83]. Таким образом, по всей видимости, существуют и некоторые объективные причины, заставляющие сосредотачивать внимание на личности политиков, а не на их программах. От самих политиков ждут ответа не только на вопрос «как делать?», но и на вопрос «что делать?», вместо того, чтобы давать им четкие указания относительно подлежащих достижению целей.

Общий вывод состоит в том, что в действительности в ходе избирательных кампаний мы редко наблюдаем содержательные дискуссии об справедливости. Но если так, то смыслом демократических процедур практически никогда (за исключением периодов серьезных социальных потрясений и кризисов) не является выражение морально-ценностных суждений народа.

**Добросовестность элит и способы их контроля.** Итак, если моральная истина существует, и некие моральные философы имеют больше шансов приблизиться к ней, чем обыватели, то почему бы нам не наделить этих моральных философов особыми правами в этой области? Тем более что политические выборы на практике не служат ареной для дебатов о моральных ценностях. И если есть специалисты, которые понимают мои потребности лучше, чем я, то почему бы не наделить их большими политическими правами в соответствующей части?

Здесь Р. Даль высказывает своё второе фундаментальное возражение против идеи попечительства, апеллируя к известному афоризму Лорда Актона: «Любая власть развращает, а абсолютная власть развращает абсолютно». С точки зрения Даля, ссылающегося на исторический опыт, даже если правитель лучше всех знает, в чем состоит справедливость и предпочтения народа, он вряд ли будет действительно стремиться реализовать таковые. Добросовестный правитель остается таковым лишь постольку, поскольку его контролируют. Следовательно, по логике Даля, право окончательного решения и эффективного контроля правящих элит всегда должны оставаться за «народом». Таким образом, ученый высказывает сомнение в том, что в отсутствие контроля со стороны народа, управление окажется в руках наиболее добродетельных людей.

В этом аргументе мы видим определенную авторскую интерпретацию человеческого опыта, которая имеет право на существование, но не является бесспорной. Однако даже если принять тот факт, что власть всегда развращает, в своем аргументе Даль вновь совершает ошибку *non sequitur*, ведь из того, что правители имеют тенденцию к недобросовестности, не следует, что их должен контролировать именно народ.

Так, возможно, мы могли бы разработать специальные механизмы для отбора во власть лиц, отвечающих строгим моральным требованиям, превышающим требования к среднестатистическому гражданину (сейчас таковые уже существуют для судей и других представителей власти). Иными словами, контроль должен быть, но не обязательно от имени «народа».

Помимо этого, даже если власть действительно развращает, не мешало бы задаться вопросом о том, будет ли сам контролируемый народ достаточно квалифицированным в своем контроле. Как мы полагаем, само по себе отсутствие активной гражданской реакции на недобросовестность чиновников далеко не всегда свидетельствует о том, что никакой недобросовестности с точки зрения общественных представлений об «общем благе» и не имеется, ведь действия людей далеко не всегда соответствуют их убеждениям, а сами убеждения далеко не всегда осмыслены. Так, не лишены смысла сетования Г. Моски на то, что демократическая система «устраняет с важных постов и должностей тех, кто не хочет или не может покупать голоса избирателей. Она против тех, у кого характер слишком возвышенный, чтобы жертвовать достоинством ради амбиций и слишком честный и порядочный, чтобы раздавать обещания без намерения их выполнять» [7, с. 214]. В свою очередь Дж. Бьюкенен указывал, что вера в эффективность электорального контроля правительств была главным заблуждением политической мысли XIX в. и первой половины XX в. [1, с. 424].

Не оспаривая тот факт, что никому не подконтрольные правители вряд ли будут добросовестными, можно задаться вопросом: а будет ли добросовестным сам «народ»? Конечно, от каждого человека можно ожидать действий, направленных на реализацию собственного интереса. Однако будут ли люди стремиться голосовать за справедливые решения и справедливых политиков вместо тех, которые выгодны лично им? Здесь уместно вспомнить поставленную еще Ж.-Ж. Руссо проблему разграничения «воли всех» и «общей воли» [9, с. 24-28, 30-33, 89-91], поскольку при голосовании граждане нередко отстаивают свои частные интересы, а вовсе не представления о справедливости. Интересен пример, который приводит один из сторонников делиберативной демократии К.С. Нино: все жильцы кондоминиума, за исключением одного, проживающего на первом этаже, приняли решение обязать последнего оплатить ремонт лифта. Названный ученый показывает, что обоснованность этого решения несколько не выигрывает от того, что данное решение удовлетворяет интересы почти всех жильцов кондоминиума [19, р. 119]. Данный пример свидетельствует о том, что наделение большинства правом определять моральные принципы, применяемые в отношении всех (в том числе опосредованно – через контроль правящих элит), может оказаться сомнительной идеей.

Короче говоря, с точки зрения нормативной теории не совсем понятно, почему именно народ в целом, а не какое-либо квалифицированное меньшинство, должен быть конечной инстанцией, судящей о добродетелях правителей. У нас действительно есть необходимость контролировать правящую элиту. Но, возможно, более эффективный способ — это сделать – попытаться развить и усовершенствовать идею разделения властей, чтобы различные части правящей элиты могли контролировать друг друга. Это, конечно, не страхует нас от общего заговора всех элит. Однако, уменьшая риск заговора элит через наделение людей все большими политическими правами, мы, вероятно, увеличиваем риски некомпетентного и недобросовестного правления, причем без гарантии повышения эффективности контроля, поэтому здесь важно найти разумный баланс.

**Проблема определения компетентной элиты.** Наконец, третий аргумент против «попечительского правления» состоит в том, что даже если существуют специалисты в моральных и технических вопросах, определять принадлежность конкретных лиц к этим специалистам должен народ.

Так, признавая ценность технических специалистов, Даль предлагает делегировать им право принятия соответствующих решений, но право окончательного контроля оставить за народом. В частности, говорит мыслитель, обращаясь к врачу, мы всё же оставляем за собой возможность не следовать полученным медицинским рекомендациям [3, с. 70]. Но что Даль упускает в своем примере, так это то, что право занятия медицинской деятельностью мы изначально предоставляем лишь признанным специалистам, имеющим необходимые образование и лицензию, при этом получение ими образования и лицензии не зависит от результатов всеобщего голосования граждан, равно как и отзыв соответствующей лицензии и запрет на осуществление медицинской деятельности. В целом мы, конечно, сами решаем, обращаться к врачу или нет (хотя даже здесь стоит вспомнить о принудительном психиатрическом лечении для тех, кто представляет опасность для общества), но обычно существуют жесткие ограничения на само право называться врачом, не связанные с демократическим контролем.

В общем виде аргумент демократов против «правления знающих» выглядит следующим образом: в отсутствие демократии не ясно, кто будет выявлять этих «знающих» [14, р. 84-89]. Этот аргумент призван показать, что окончательный контроль над правящей элитой должен быть оставлен за гражданами.

Между тем, квалификацию тех или иных специалистов подтверждает, как правило, их узкое профессиональное сообщество, а не народ как целое. Например, только сообщество физиков может подтвердить квалификацию физика, пусть даже критерии и процедуры оценки не скрываются от посторонней публики. В свою очередь профессиональное сообщество историков лучше определяет компетентность того или иного автора, написавшего монографию по истории, чем широкая публика, зачастую вводящая на псевдоисторические спекуляции.

Конечно, если мы отдаем решение политически значимых вопросов на откуп профессионалов, то можно ожидать политизации самого процесса причисления к профессионалам. Поэтому крайне важно, чтобы сами профессиональные сообщества оставались максимально открытыми и не превращались в привилегированные касты. Как представляется, в современных обществах избежать такой опасности помогает то, что огромное множество людей по сути являются профессионалами в какой-либо сфере. Отсюда происходят, с одной стороны, плюрализация центров власти (осложняющая политические чистки профессиональных сообществ), с другой стороны, вовлечение в принятие решений широких народных масс (открытость, препятствующая образованию элитарных каст). Всё это еще не означает демократизации, если каждое конкретное решение по-прежнему принимается лишь соответствующими группами профессионалов: аналогия с профессиональными сообществами больше напоминает процедуры конкурсного отбора (как, например, в авторитарных Китае или Сингапуре), являющиеся альтернативой демократии, чем саму демократию, хотя и подразумевает открытость подобных конкурсов, равно как и публичное обоснование конкретных решений, претендующих на профессиональность.

Кроме того, как отмечается в литературе, «хотя мы не можем знать, кто из 0,1% наиболее мудр, чтобы управлять нами, мы, конечно, можем определить более невежественные и неспособные 20% или 10%, и оставить их вне политических процессов» [18, р. 50], то есть имеются некоторые очевидные факты, не вызывающие серьезных разногласий. Иными словами, если возникают сомнения в том, кого относить к «знающим», можно определить тех, кто точно не является таковым. На самом деле, положительный эффект будет уже в том случае, если кандидаты на государственные должности будут обладать компетенциями хотя бы выше средних. Вряд ли существуют какие-то

непреодолимые сложности с выполнением данной задачи. Поскольку профессионалы, как правило, принимают более правильные решения, чем непрофессионалы, отсутствует какая-то необходимость более точно определять уровень «профессиональности», хотя чем более компетентным является должностное лицо, тем лучше. Таким образом, проблема «определения знающих» не столь серьезна, как кажется.

Подводя итог второму и третьему аргументам Р. Даля в пользу демократии отметим также следующее. Сегодня в политической практике ключевым становится «имиджмейкинг», т.е. создание медийного образа, который простому избирателю нелегко сверить с реальностью, а также ораторское искусство и манипуляция сознанием со стороны политиков. Следовательно, идея представительства не спасает демократию от того, что в большом обществе затруднен действенный контроль добросовестности и опытности политических лидеров. Вот почему смысл предвыборной агитации политических представителей столь часто искажается, сводясь к медийным войнам и пустопорожней демагогии (в ходе которой действующей власти путем контроля медиа обычно удается иллюзию добросовестности и квалифицированности своих лидеров и значимости якобы решаемых ими проблем). А значит, и добросовестность, и профессионализм правящих элит народу определить довольно сложно.

**Заключение.** Итак, на примере воззрений Р. Даля мы разобрали три ключевых «инструментальных» довода в пользу справедливости демократии: 1) народ не менее компетентен в моральных вопросах, чем любая возможная «элита»; 2) никакая «элита», даже знающая моральную истину, не будет реализовывать её на практике, если не будет контролироваться народом; 3) никакая «элита» не может быть определена в качестве таковой никем, кроме как самим народом. Все эти доводы мы подвергли критике.

Общий вывод состоит в том, что теоретический выбор между демократией и «отеческим правлением» во многом зависит от того, как мы характеризуем способности человека. Но идеология попечительства далеко не всегда зиждется на каком-то пессимистическом взгляде относительно природы человека и коллективного поведения (т.е. на представлении о том, что человек или народные массы ведут себя неразумно и не добросовестно). Гораздо чаще встает менее абстрактный вопрос: каких именно знаний и навыков требует политическое управление и политический выбор? Сторонники нормативного элитизма («попечительства») зачастую хотят сказать не то, что большинство людей не блещут умом, а то, что область политики не менее сложна, чем многие другие области знания и практики. В реальности, даже если допустить, что все взрослые люди способны сами выносить продуманные суждения о социальной справедливости, спорным остается наличие у типичного гражданина навыков определения тех лиц, которые лучше всего смогут реализовать его интересы в рамках, допустимых справедливостью (в современном мире, перегруженном информационными потоками, это становится всё труднее, чем и пользуются политтехнологи), а также то, что избрание лиц, уполномоченных на реализацию идеала справедливости, в целом эффективнее, чем, например, назначение этих лиц по результатам конкурса или определения их с помощью жребия.

Приведенный анализ также показывает, что спор между сторонниками демократии и попечительства во многом сводится к ответу на вопрос о том, что лучше: некомпетентная народная масса или недобросовестная элита. Демократы не верят в добросовестность неподконтрольных народу элит, а сторонники попечительства – в компетентность необузданной толпы. Но в той мере, в которой большинство избирателей будет становиться более компетентным, а элита – более добросовестной, противоречия между двумя теоретическими позициями будут устраняться. И всё же нет гарантий, что такие изменения будут существенными: некомпетентность масс и своекорыстие элит – факторы, пожалуй, фундаментальные.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бьюкенен Дж. М. Политика без романтики: краткое изложение позитивной теории общественного выбора и ее нормативных условий // Вехи экономической мысли. Экономика благосостояния и общественный выбор. Т. 4. СПб.: Экономическая школа, 2004. С. 417–434.
2. Даль Р. Демократия и ее критики. М.: РОССПЭН, 2003. 574 с.
3. Даль Р. А. О политическом равенстве. М.: Московская школа политических исследований, 2010. 112 с.
4. Каплан Б. Миф о рациональном избирателе: почему демократии выбирают плохую политику. М.: ИРИСЭН, Мысль, 2012. 368 с.
5. Кин Дж. Демократия и гражданское общество. М.: Прогресс-Традиция, 2001. 397 с.
6. Манен Б. Принципы представительного правления. СПб.: Изд-во Европейского ун-та, 2008. 322 с.
7. Моска Г. Начала политической науки. М.: Русайнс, 2016. 256 с.
8. Розанваллон П. Демократическая легитимность. Беспристрастность, рефлексивность, близость. М.: Московская школа гражданского просвещения, 2015. 300 с.
9. Руссо Ж.-Ж. Об общественном договоре. Принципы политического права. М.: Государственное социально-экономическое издательство, 1938. 124 с.
10. Achen Ch. H., Bartels L. M. Democracy for realists: why elections do not produce responsive government. Princeton: Princeton University Press, 2016. 390 p.
11. Althaus S. L. Collective Preferences in Democratic Politics: Opinion Surveys and the Will of the People. New York: Cambridge University Press, 2003. 370 p.
12. Bartels L. M. Uninformed Votes: Information Effects in Presidential Elections // American Journal of Political Science. 1996. Vol. 40. No. 1. P. 194–230.
13. Dahl R. A Preface to Democratic Theory. Chicago, London: University of Chicago Press, 2006. 200 p.
14. Estlund D. Making truth safe for democracy // Idea of democracy. Ed. by Copp D., Hampton J., Roemer J. Cambridge: Cambridge University Press, 1993. P. 71–100.
15. Free L. A., Cantril H. The Political Beliefs of Americans. A Study of Public Opinion. New Brunswick, New York: Rutgers University Press, 1967. 239 p.
16. Holsta C., Molander A. Epistemic democracy and the role of experts // Contemporary Political Theory. 2019. Vol. 18. P. 541–561.
17. Luskin R. C. Measuring Political Sophistication // American Journal of Political Science. 1987. Vol. 4. No. 31. P. 856–899.
18. Marti J. L. The epistemic conception of deliberative democracy defended // Deliberative democracy and its discontents / Ed. by Besson S. and Marti J. L. Hampshire: Routledge, 2006. P. 27–56.
19. Nino C. S. The constitution of deliberative democracy. New Haven & London: Yale University Press, 1996. 251 p.

## REFERENCES

1. Buchanan JM. Politics Without Romance: A Sketch Of Positive Public Choice Theory And Its Normative Implications // Veho jekonomicheskoy mysli. Jekonomika blagosostojanja i

- obshhestvennyj vybor = Milestones of Economic Thought: Welfare Economics and Public Choice. Vol. 4. St. Petersburg: Economic school; 2004;417-434. (In Russ.).
2. Dahl R. Democracy and its critics. Moscow: ROSSPEN; 2003. 574 p. (In Russ.).
  3. Dahl RA. On political equality. Moscow: Moscow School of Political Studies; 2010. 112 p. (In Russ.).
  4. Caplan B. The myth of the rational voter: why democracies choose bad policies. Moscow: IRISEN, Mysl'; 2012. 368 p. (In Russ.).
  5. Keane J. Democracy and civil society. On the Predicaments of European Socialism, the Prospects for Democracy, and the Problem of Controlling Social and Political Power. Moscow: Progress-Tradition; 2001. 397 p. (In Russ.).
  6. Manin B. The principles of representative government. St. Petersburg: Publishing House of the European University; 2008. 322 p. (In Russ.).
  7. Mosca G. The ruling class. Moscow: Rusains; 2016. 256 p. (In Russ.).
  8. Rosanvallon P. Democratic legitimacy. Impartiality, reflexivity, proximity. Moscow: Moscow School of Civic Education; 2015. 300 p. (In Russ.).
  9. Rousseau J.-J. On the social contract or principles of political right. Moscow: State Social and Economic Publishing House; 1938. 124 p. (In Russ.).
  10. Achen ShH, Bartels LM. Democracy for realists: why elections do not produce responsive government. Princeton: Princeton University Press; 2016. 390 p.
  11. Althaus SL. Collective Preferences in Democratic Politics: Opinion Surveys and the Will of the People. New York: Cambridge University Press; 2003. 370 p.
  12. Bartels LM. Uninformed Votes: Information Effects in Presidential Elections. *American Journal of Political Science*. 1996;40(1):194-230.
  13. Dahl R. A Preface to Democratic Theory. Chicago, London: University of Chicago Press; 2006. 200 p.
  14. Estlund D. Making truth safe for democracy. Idea of democracy. Ed. by Copp D., Hampton J., Roemer J. Cambridge: Cambridge University Press; 1993. P. 71-100.
  15. Free LA., Cantril H. The Political Beliefs of Americans. A Study of Public Opinion. New Brunswick, New York: Rutgers University Press; 1967. 239 p.
  16. Holsta C, Molander A. Epistemic democracy and the role of experts. *Contemporary Political Theory*. 2019;18:541-561.
  17. Luskin RC. Measuring Political Sophistication. *American Journal of Political Science*. 1987;4(31):856-899.
  18. Marti JL. The epistemic conception of deliberative democracy defended. *Deliberative democracy and its discontents*. Ed. by Besson S and Marti JL. Hampshire: Routledge; 2006. P. 27-56.
  19. Nino CS. The constitution of deliberative democracy. New Haven & London: Yale University Press; 1996. 251 p.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Николай Александрович Шавеко** – кандидат юридических наук, старший научный сотрудник, Институт философии и права, Уральское отделение Российской академии наук, [shavekonikolai@gmail.com](mailto:shavekonikolai@gmail.com)

### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Nikolai A. Shaveko** – Cand. Sci. (Law), Senior Researcher, Institute of Philosophy and Law, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, [shavekonikolai@gmail.com](mailto:shavekonikolai@gmail.com)

**Конфликт интересов:** автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest:** the author declares no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию: 14.03.2024;  
одобрена после рецензирования: 19.04.2024;  
принята к публикации: 07.06.2024.*

*The article was submitted: 14.03.2024;  
approved after reviewing: 19.04.2024;  
accepted for publication: 07.06.2024.*

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 173-183.  
Modern Science and Innovations.  
2024;2(46):173-183.

**Антон Викторович Аристов**  
[Anton V. Aristov]

**Управление информационным полем в  
период межгосударственного  
противоборства**

*ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
POLITICAL SCIENCE*

*Научная статья / Original article*

**The information field management during the  
period of interstate confrontation**

УДК 32.019.5

<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.18>

*Национальный исследовательский технологический университет МИСиС, г. Москва, Россия,  
[aristov.av@misis.ru](mailto:aristov.av@misis.ru) / National University of Science and Technology MISIS,  
Moscow, Russia, [aristov.av@misis.ru](mailto:aristov.av@misis.ru)*

**Аннотация.** В статье анализируются актуальные вопросы практической деятельности в сфере информационного сопровождения деятельности органов власти, общественных и бизнес-организаций в контексте их участия в решении масштабных задач межгосударственного противоборства. Управление информационным полем рассматривается в статье как одно из важнейших направлений деятельности и может реализовываться либо на территории противоборствующих/смежных государств, на территории стран, которые используются как арена для борьбы, либо в «экстерриториальных» пространствах, одним из которых и является информационное пространство. В рамках складывающейся на текущий момент времени в России общественно-политической дискуссии разнообразными специалистами нередко озвучивается мнение о том, что Россия никогда не отличалась «высокими» компетенциями в ведении информационной борьбы. Автор статьи на примере конкретных исторических «парадоксов» опровергает данный миф и приходит к выводу о том, что в истории нашей страны есть немало примеров успешных информационных кампаний, которые позитивным образом сказались на ходе того или иного военно-политического противоборства. Мало того, анализ опыта «информационного» участия России в конфликтах разных эпох позволяет прийти к выводу о том, что у страны есть как положительный, так и отрицательный опыт реализации подобных проектов. По мнению автора статьи, в текущий момент времени одной из наиболее перспективных форм политического участия в процессе информационного противоборства является управление информационным полем. В первую очередь за счет использования его резонансного потенциала, эффекта новизны в используемой информации и/или разнообразных триггеров. Такое политическое участие в конечном счете приводит к возникновению многочисленных информационных потоков и может быть детерминировано тем или иным выбранным сценарием. Выделяются три основных вида сценария (сценарий-эссе, аналитический сценарий, графический сценарий), отличающихся друг от друга, как совокупностью свойств самого текста, так и тем, какие технологические средства могут быть использованы при подготовке сценариев. При этом любой сценарий строится в логике одной из двух альтернатив: «от объекта» или «от процесса». Попытка построения сценария от «процесса» в рамках информационного противоборства по сути означает попытку оказания точечного воздействия на инициатора даже отдельного локального информационного потока, чтобы купировать конкретную проблему. Что же касается построения сценария «от объекта», этот подход, например, может предполагать восприятие противоборствующей элиты как единого целого и постановку задачи по нанесению ей урона, например, на электоральном поле. Логика построения сценария содержит 3 этапа: создание теоретической модели, проектирование практической модели, определение альтернатив развития сценария.

**Ключевые слова:** межгосударственное противоборство, информационное поле, информационное пространство, информационный поток, сценарный метод

**Для цитирования:** *Аристов А. В. Управление информационным полем в период межгосударственного противоборства // Современная наука и инновации. 2024. № 2 (46). С. 173-183. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.18>*

**Abstract.** *The article analyzes topical issues of practical activity in the field of information support for the activities of government agencies, public and business organizations in the context of their participation in solving large-scale tasks of interstate confrontation. The management of the information field is considered in the article as one of the most important areas of activity and can be implemented either on the territory of warring/adjacent states, on the territory of countries that are used as an arena for struggle, or in "extraterritorial" spaces, one of which is the information space. Within the framework of the current socio-political discussion in Russia, various experts often voice the opinion that Russia has never been distinguished by "high" competencies in conducting information warfare. The author of the article, using the example of specific historical "paradoxes", refutes this myth and comes to the conclusion that in the history of our country there are many examples of successful information campaigns that have positively affected the course of a particular military-political confrontation. Moreover, an analysis of the experience of Russia's "informational" participation in conflicts of different eras allows us to conclude that the country has both positive and negative experience in implementing such projects. According to the author of the article, at the current moment, one of the most promising forms of political participation in the process of information warfare is the management of the information field. Primarily due to the use of its resonant potential, the effect of novelty in the information used and/or a variety of triggers. Such political participation ultimately leads to the emergence of numerous information flows and can be determined by one or another chosen scenario. There are three main types of scenarios (essay scenario, analytical scenario, graphic scenario), which differ from each other both in the set of properties of the text itself and in what technological means can be used in the preparation of scenarios. At the same time, any scenario is built in the logic of one of two alternatives: "from the object" or "from the process". An attempt to build a scenario from a "process" within the framework of an information confrontation essentially means an attempt to exert targeted influence on the initiator of even a separate local information flow in order to stop a specific problem. As for the construction of the "from the object" scenario, this approach, for example, may involve the perception of the opposing elite as a whole and setting the task of causing damage to it, for example, in the electoral field. The logic of building a scenario contains 3 stages: the creation of a theoretical model, the design of a practical model, and the definition of alternatives for the development of the scenario.*

**Keywords:** interstate confrontation, information field, information space, information flow, scenario method

**For citation:** *Aristov AV. The information field management during the period of interstate confrontation. Modern Science and Innovations. 2023;2(46):173-183. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.18>*

**Введение.** О каком бы историческом этапе развития человеческой цивилизации не шла речь – первобытнообщинном строе или рабовладельческом, феодализме/феодальной раздробленности или абсолютизме, индустриальной эпохе или эпохе информационного общества, известная максима прусского военного теоретика генерала Карла фон Клаузевица о том, что «война есть не что иное, как продолжение государственной политики иными средствами» [1, с. 27] сохраняет свою актуальность.

**Материалы и методы исследований.** Вне зависимости от того, какими были движущие силы развития человечества внутри каждой из эпох, вопрос о поиске адекватных реалиям времени моделей ведения противоборства, пригодных для решения задач как в рамках войны, вне ее, так и, конечно, в смешанных условиях, всегда оставался на повестке дня.

Вероятно, по этой причине, само понятие «противоборство» в разное время толковалось по-разному: первобытный человек «боролся» в буквальном смысле с помощью подручных средств, а в эпоху информационного общества информация является главенствующим фактором и войны, и общественных отношений, и производства. Причем в идеале вопрос должен ставиться не столько и не только о том, в чем заключается суть

феномена противоборства здесь и сейчас, а о том, каким оно будет, спустя время. Вопрос, относящийся к категории вечных.

С учетом того, что данная работа не претендует на статус глубокой теоретико-методологической разработки именно этой, безусловно, значимой научной проблемы, автор предпочитает в своих рассуждениях ограничиться возможностями ее структурно-функционального анализа и сделать акцент на том, что противоборство может осуществляться несколькими способами:

- 1) на территории противоборствующих/смежных с ними государств;
- 2) на территории стран, чья зона суверенитета может иметь для противоборствующих сторон лишь косвенное значение и использоваться в первую очередь как арена для борьбы;
- 3) в каком-либо «экстерриториальном» пространстве, например, в финансовой сфере, сфере информации, когнитивной сфере и др.

Отсюда вытекает еще одна существенная для данной работы мысль: решение задач по управлению информационным полем (в частности — с использованием метода сценариев) в контексте межгосударственного противоборства также может осуществляться одним из упомянутых выше способов: на территории противоборствующих/смежных государств, на территории стран, которые используются как арена для борьбы, в «экстерриториальных» пространствах.

Естественно, любая из разновидностей противоборства подразумевает проекцию силы либо на источник встречной силы, либо имеет в виду многонаправленное силовое воздействие на тот сегмент реальности, в рамках которого принято решение вести борьбу.

Если принято решение вести борьбу в информационном поле, стороны пытаются оказывать влияние на состояние информационных и аудиторных ресурсов друг друга, а значит — на социальные процессы внутри юрисдикции противоборствующей стороны.

Что касается Российской Федерации, то о ней сегодня многие говорят, что, даже располагая «танковыми кулаками», «воздушными армадами» и многочисленными ракетами, Россия никогда не отличалась «высокими» компетенциями в информационной борьбе. В такой ситуации вспоминается еще одна максима из числа тех, что формируют сборники цитат на все случаи жизни, согласно которой М.В. Ломоносов, якобы, считал, что «народ, не знающий своего прошлого, не имеет будущего».

**Результаты исследований и их обсуждение.** Давайте проверим, насколько это справедливо для ситуации с противоборством в информационном поле, используя для этого осваиваемый в рамках вузовского курса «История» «фазический» метод анализа пространства истории. Условимся на входе, что для сбора и последующего осмысления накопленного материала нами будут использованы три последних крупных исторических периода развития русской государственности: современный российский, советский и имперский.

Вопрос, который будет подвергаться осмыслению, заключается в том, «использовали ли власти страны в какой-то конкретный период инструменты работы с информационным полем, и если да, то насколько эффективно?». Оговоримся отдельно, что речь будет идти лишь о самых значимых вооруженных конфликтах.

Российская империя, провозглашенная в 1721 году, за время своего существования воевала на самых разных направлениях десятки раз. Любопытнейшим примером использования Империей в рамках военных действий и дипломатической борьбы инструментов управления информационным полем считается так называемый Очаковский инцидент 1791 года, когда на фоне поражений Османской империи в русско-турецкой войне 1787-1791 гг. Британия решила вступить в дипломатическую игру и заставить Петербург отказаться от своих завоеваний. Закончилось все тем, что служивший в то время в Лондоне послом Российской империи граф С.Р. Воронцов реализовал в Британии проект, который сегодня мы бы назвали информационной кампанией. В результате этой кампании в

английском обществе разразился скандал, на улицах английских городов прошли демонстрации, а все претензии, согласно которым Российская империя должна была вернуть Турции Крым и территории Новороссии, были сняты. В результате намерения Великобритании начать войну с Россией не были реализованы.

Спустя несколько лет развить полученный опыт попробовал император Павел Первый, который отправил казачий отряд завоевывать Индию, чем, естественно, насторожил Британскую корону, считавшую Индию своей «жемчужиной». К сожалению, для самого императора эта история закончилась смертью, а пробританская партия в России только усилилась.

Особый интерес в деле осмысления возможностей использования информации в контексте противоборства разных уровней представляет опыт XIX столетия – эпохи развития индустрии, разнородного знания, а также СМИ, периодики и телеграфа. Печально, что практически до войны 1877-1878 годов царское правительство почти никак не проявило себя на этом фронте. Есть все основания полагать, что само создание при штабах группировок войск корпунктов в 1877-1878 годах было шагом не осознанным, а скорее продиктованным веяниями времени. Но факт остается фактом: корреспонденты работали, и русская позиция или позиция с русским участием становилась достоянием читателя, находящегося в тысячах километров от театра боевых действий.

Следующей важнейшей вехой в развитии технологий информационного противоборства стали события вокруг Памирского кризиса в конце XIX века, Англо-бурской войны и войны между Российской и Японской империями в 1904-1905 годах.

При этом если вопрос относительно русско-английского противостояния в Афганистане обсуждался в отечественной прессе того времени преимущественно под знаком размышлений о том «как бы чего не вышло», в двух других случаях царскому правительству удалось добиться главного – мощнейшего информационного резонанса как внутри страны, так и вовне.

Однако нельзя сказать, что в полном смысле позитивного: если в рамках Англо-бурской войны мы совместно с немцами сумели представить миру Британию как страну бесчеловечной агрессии, ставшую изобретательницей концентрационных лагерей, то японский кейс на фоне ура-патриотических ожиданий внутри России и военных поражений вовне был, по сути, провальным.

О трагедии Первой Мировой Войны в этом контексте также можно сказать только одно: если и хотели, то не сделали.

Принципиально иной была информационная политика нашей страны в период существования Советского Союза: большевики, как всем известно, придавали агитации и пропаганде огромное значение. Они оставили после себя массу любопытных примеров того, как работа с информацией может быть использована для достижения поставленных целей. Здесь могли бы быть упомянуты и развитые СМИ, и единая в политическом смысле система представления информации, и работа с информационным полем противника. Прекрасным примером тому является деятельность Фридриха Паулюса в плену, регулярно выходившего в эфир с обращениями к солдатам Вермахта.

К сожалению, несмотря на все эти успехи, Советский Союз проиграл свое, едва ли не главное информационное сражение, – информационную борьбу в рамках Афганской кампании. Помимо того, что внутри общества бродили самые нехорошие слухи, подогреваемые многочисленными диссидентами, так еще и на внешнем фронте мы оттолкнули от себя всех: и страны Запада, и его периферию, и страны Востока, которые в результате главным врагом Ислама стали считать именно Союз, а не США. Итог понятен – арабская нефть пошла на запад, а наша стала никому не нужна, что усугубило и без того многочисленные проблемы в экономике Страны Советов.

Опыт ведения Россией информационного противоборства в период ее новейшей истории также выглядит крайне неоднозначно: информационное сопровождение Первой чеченской войны смело можно считать провальным. Реакцией на тогдашние события

стало создание в Минобороны Департамента информации и массовых коммуникаций, который в пределах компетенции Минобороны информирует общество о событиях в зоне боевых действий и работает с журналистами.

В рамках Второй чеченской кампании работа этой структуры стала настоящим прорывом.

Но уже события 08.08.2008 показали: всего этого недостаточно. За пределами России мало кого интересовали наши сухие сводки, а репортажи, эксклюзивы и аналитика наших журналистов с мест событий на Западе не интересовали практически никого. Из этой кампании мы вышли с ощущением, что нам нужны свои международные медиа, работа над созданием которых и началась вскоре после тех событий. Сокрушаясь об отставании в СМИ и разнообразных ограничениях в работе с ними, мы, к сожалению, на первых порах не оценили всерьез новых, уже появившихся на тот момент времени инструментов: соцсетей, мессенджеров, блогосферы, контекстной рекламы и др.

И это притом, что в США с помощью этого ресурса господин Обама срывал овации миллионов, а в самой России не имевший опыта публичной политики Михаил Прохоров с использованием этих же технологий сумел в рамках Президентской избирательной кампании набрать голосов больше, чем многоопытные Владимир Жириновский и Сергей Миронов [2].

Что касается Министерства обороны, его информационная политика свое новое дыхание приобрела с приходом на пост Министра С.К. Шойгу, под руководством которого в 2014 году операция по «Возвращению Крыма в родную гавань» в информационном плане прошла в целом гладко. Мало того, своеобразным положительным мемом тех событий стали так называемые «Вежливые люди».

Сирийский эпизод, вероятно, в силу его ограниченного масштаба дал возможность продемонстрировать мощь государственной информационной машины на локальном участке реальности, но уже в первые часы операции, начавшейся 24 февраля 2022 года, события показали: противник вновь приготовил нам сюрпризы по части работы с информационным полем.

Даже такой весьма общий анализ опыта «информационного» участия России в конфликтах разных эпох позволяет сделать однозначный вывод: у страны есть как положительный, так и отрицательный опыт реализации подобных проектов.

При этом разговор о причинах успехов и неудач в разные времена требует всестороннего анализа, который, к сожалению, не может быть реализован на страницах настоящей работы в первую очередь по причине масштабности этой темы.

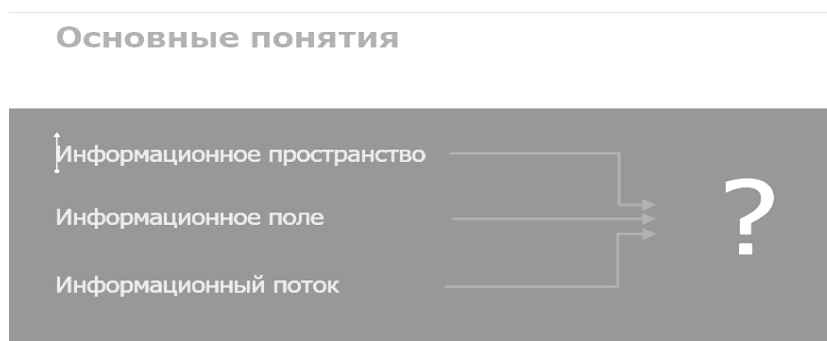
О чем можно говорить однозначно – это о том, что у нас до настоящего момента времени пока так и не был полностью систематизирован опыт советской пропаганды времен Великой Отечественной войны (1941-1945 гг.), недостаточно активно проводится экспертное обсуждение тех решений, которые в этой сфере принимают оппоненты, а значит запаздывают собственные решения в этой сфере. При этом характерной особенностью текущей экспертной дискуссии является излишнее игнорирование биосоциальной природы человека и сведение вопроса к чисто технологическим моментам: перечисляются используемые технологии, оценивается их потенциал, фиксируется отсутствие доступа к многим аналогичным решениям, а выводы сводятся к тому, что «раз доступа к каналам нет, то и сделать мы ничего не можем».

Возвращаясь к биосоциальной природе человека, в вопросах о способах ведения информационного противоборства следует, по мнению автора, руководствоваться не перечисленными выше ограничительными соображениями, а исходить из того, что человек будет общаться всегда и везде. Вопрос сводится лишь к тому, как скоро в новых обстоятельствах он будет находить все новые и новые способы, чтобы делать это, а также какова будет их основа: она может быть технологической, социальной или даже биологической.

Сумма этих обстоятельств и является одной из причин относительных неудач нашей информационной борьбы в рамках СВО.

В продолжение дискуссии о методах информационного противоборства автор хотел бы предложить вниманию специалистов апробированную технологию информационного противоборства с использованием сценарного метода.

Ниже, на рисунке 1, представлены основные понятия, владение которыми дает возможность приступить к построению сценариев.



**Рисунок 1 – Основные понятия**  
**Figure 1 – Basic concepts**

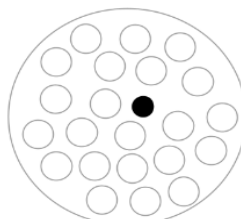
Исторически сложилось так, что информационное пространство многими исследователями рассматривается с позиций либо технического, либо гуманитарного подходов. Согласно первому из них, «информационное пространство – это система, осуществляющая передачу, обработку и хранение информации с использованием технических средств и других ресурсов». Согласно второму, информационное пространство «рассматривается как совокупность знаний и информации, формирующаяся и постоянно изменяющаяся в процессе эволюции общества» [3].

По мнению автора настоящей работы, описанная выше классификация не в полной мере соответствует содержанию дискурса, связанного с проблематикой межгосударственного противоборства, в основе которого зачастую лежит территориальный фактор. Учитывая это, оправданным при определении понятия «информационное пространство», на наш взгляд, выглядит использование геополитического подхода, согласно которому информационное пространство понимается как территория, на которой размещены аудиторные ресурсы (определенные группы населения того или иного размера или другие общности, способные информацию воспринимать, перерабатывать, сохранять и распространять), а также информационные ресурсы. Последние чаще всего воспринимаются людьми непосвященными как СМИ (регулярно выходят). Также существуют средства массовой коммуникации, которые могут иметь большую аудиторию, но не иметь четко определенной периодичности выхода. Например, разнообразные публичные мероприятия и бюллетени о них (собрания прихожан, трудовых коллективов и др.), доски объявлений и многое другое. В современном мире к числу таковых также относятся разнообразные дата-центры и узлы связи между ними. А, кроме того, таковыми являются блогеры и их информационные площадки. Информационное пространство, в соответствии с данной логикой, стремится к достижению естественных границ (гор, морей, рек, лесных массивов, ареалов расселения крупных этносов).

Каждый из этих элементов/любой из них является носителем индивидуального информационного поля. Взаимодействуя между собой, они создают более сложные конструкции – информационные поля разнообразных, даже мало связанных с ними, информационных пространств. Утрируя, информационное поле можно определить, как всю совокупность информации, существующей вокруг субъекта/объекта, тем или иным образом связанной с ним, и зачастую – латентной. Минимальной единицей информационного поля

является сообщением, причем с другими сообщениями поля такая единица может быть связана лишь одной переменной. В основе сообщения всегда будет лежать либо факт, либо домысел.

На рисунке 2 показана принципиальная модель информационного поля. Черный кружок – это некий субъект/объект, информационное поле которого состоит из других сегментов, сопоставленных с ним пустыми кружками. Движение информации внутри данных информационных полей или между ними выражается в феномене, который называется информационным потоком. Как правило, это цепочка из нескольких сообщений, связанных между собой чем-то: целью, темой, авторством, оценкой, аргументом и др.



**Рисунок 2 – Модель информационного поля**  
**Figure 2 – Information field model**

Стратегически управление информационным полем за счет использования его резонансного потенциала, эффекта новизны в информации или разнообразных триггеров и приводит к возникновению многочисленных информационных потоков.

Логика развития данных информационных потоков подчиняется законам специфической драматургии и развивается в несколько этапов:

1. этап появления первичных неподтвержденных сообщений;
2. этап появления первых подробностей;
3. этап появления сжатого официального подтверждения;
4. этап появления комментариев со стороны официальных лиц;
5. этап появления экспертных комментариев;
6. этап аналитического осмысления;
7. этап официального завершения информационного потока.

На каждом из этих этапов в информационном поле могут появляться сотни и даже тысячи сообщений. Умелая манипуляция этими этапами, а также резонансом, триггерами и фактором новизны в этом контексте дают возможность достигать результатов в информационной войне с любым противником.

Что касается составления сценариев, выделяются две наиболее очевидные задачи, решения которых начинается подготовка любого вида сценариев. Первая состоит в выборе типа итогового сценария как документа. Вторая состоит в выборе методики его написания. Очевидно, что особое значение при разрешении каждой из этих задач будут играть определенные в начале исследования его цели, задачи, объект и предмет исследовательской деятельности, возможности группы проектирования/прогнозирования и др.

В целом выделяются три основных вида сценария, отличающихся друг от друга, как совокупностью свойств самого текста, так и тем, какие технологические средства могут быть использованы при подготовке сценариев.

1. *Сценарий-эссе* отличается описательностью, детализацией, иногда даже отсутствием четкой логики повествования. Он может быть весьма и весьма объемным.
2. *Аналитический сценарий* отличается строгим стилем, наличием четко определенной логики изложения. Чаще всего находит выражение в виде справки относительно основных акторов, причинно-следственных связей и др.

3. *Графический сценарий*. Отличается от первых двух типов сценариев тем, что в его рамках находят активное применение событийные сети, количественные методы, диаграммы, графики и др.

Помимо этого, существует и иная классификация видов сценариев. В ее рамках выделяются поисковая (1) и нормативная (2) разновидности сценариев.

В целом, сценарии строятся в логике одной из двух представленных на рисунке 3 альтернатив.



**Рисунок 3 – Варианты построения сценария**  
**Figure 3 – Options for building a scenario**

Кроме того, терминологическая система метода под названием «сценарное проектирование» включает в себя некоторое количество понятий, к числу которых относятся «предсказуемость» и «неопределенность», «временной диапазон». Обстоятельством, определившим такую категориальную структуру, является то, что политика как вид деятельности отличается наличием в крайней степени неочевидной структуры.

В любом случае нельзя не учитывать того важнейшего обстоятельства, что анализ перспектив развития сложноорганизованных систем может представляться крайне затруднительным в случае, если в качестве отправной точки для аналитического рассуждения будут использованы только лишь отдельные элементы системы, без учета весьма обширного набора факторов, определяющих характер развития системы в целом. Таким образом, одной из наиболее важных задач прогнозной деятельности будет поиск оптимальной формулы, описывающей характер взаимосвязей внутри системы в целом, а также общих для всех ее элементов императивов развития. Вместе с тем нельзя также упускать из поля зрения проблему вычленения наиболее значимых «субъектов» из общей совокупности составляющих систему элементов.

На примере ситуации вокруг СВО два описанных на рисунке 3 противоположных подхода позволяют порассуждать о том, как могла бы развиваться или реально развивается ситуация.

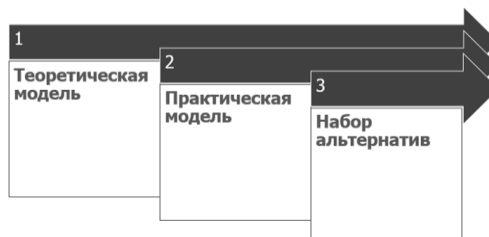
Например, попытка построения сценария от «процесса» с высокой вероятностью будет означать попытку оказать точечное воздействие на инициатора даже отдельного локального информационного потока, чтобы купировать конкретную проблему. Если будет выбрана такая логика развития событий, объем трудо- и финансовых затрат будет расти со скоростью геометрической прогрессии. Мало того, такая тактика диктует и чисто смысловые ограничения, ведь участники информационного противоборства, находящиеся в публичном поле, крайне неохотно меняют заявленную ранее позицию, осознавая очевидные репутационные риски.

Второй вариант, или развитие от объекта, может предполагать, например, восприятие противоборствующей элиты как единого целого и постановку задачи по нанесению ей урона, например, на электоральном поле.

Вариантов таких стратегий может быть множество, их количество зависит от объема поставленных задач, имеющихся человеческих, финансовых и иных ресурсов. Один из таких вариантов подробнее будет описан ниже.

Что касается логики построения сценариев, эта деятельность подразумевает три разнородных активности, представленных на рисунке 4.

#### Этапы построения сценария



**Рисунок 4 – Этапы построения сценария**  
**Figure 4 – The stages of building a scenario**

Традиционно в процессе построения сценариев выделяются этапы построения теоретической модели, практической модели и этап формирования набора альтернатив. За годы практики автор пришел к выводу, что для построения теоретической модели в наибольшей степени подходит структурно-функциональный анализ, а для построения практической модели – системный анализ.

Основой теоретической модели сценария может быть либо структура самого информационного поля, либо структура его фактологической/мифологической основы, либо оперативная структура аудитории.

Работать со структурой инфополя, а также его фактологической/мифологической основой в условиях СВО крайне проблематично – они на сегодняшний день перенапряжены резонансными волнами и триггерами, а значит маловосприимчивы. Кроме того, действие их кратковременно.

Претендовать на влияние на информационные ресурсы, подконтрольные противнику, фактически бессмысленно – резонансный потенциал наших ресурсов, который в иных условиях мог бы заставить западные ресурсы перенимать нашу повестку, на сегодня явно недостаточен, а сами иностранные ресурсы работают с нами лишь от случая к случаю, да и то зачастую по конъюнктурным соображениям.

Отсюда наилучшим вариантом является работа с оперативной структурой аудитории. Решение данной задачи подразумевает поиск самой этой аудитории. Методы поиска и изучения таковых аудиторий, в целом, известны, и могут иметь либо социологическую, либо экспертную, либо оперативную основу, либо основываться на осуществлении каких-либо иных действий. Раскрывать их на страницах данной работы излишне.

Учитывая стоящие на сегодня перед нами задачи по поиску инструментов влияния на информационные поля, в том числе, так называемых «недружественных» государств, прекрасным вариантом развития событий могла бы стать работа с российскими избирателями, то есть гражданами РФ и их близкими, проживающими за рубежом. Таковые списки избирателей существуют, и отдельно взятый зарубежный избирательный округ закреплен за многими депутатами Государственной Думы ФС РФ.

Достаточно сказать, что в соответствии с оценками ЦИК РФ, по состоянию на лето текущего года, за рубежом проживало свыше 2 000 000 граждан РФ, обладающих избирательным правом [4]. Плюс к этому – члены их семей, не обладающие таковым правом. Что это означает на практике? В 2016 году в той же Юрмале, например, община граждан РФ составляла около 40000 человек. Еще более крупные общины проживали и проживают в городах Германии и других стран Евросоюза.

Все эти люди – мощнейший ресурс влияния, как на состояние информационного поля, так и на реальную политику, причем зачастую они проживают компактно, имеют сходные заботы, интересы, проблемы и др.

Естественно, определенная работа с этими людьми организована по линии посольств и диппредставительств, а полные их списки формируются ЦИК РФ совместно с МИДом. Какой канал работы с ними будет правильно выбрать в той или иной ситуации – это вопрос отдельный, но, вероятнее всего, он должен быть неформальным и никак не связанным с официальными властями РФ и ее дипломатами.

Собственно, составив данную сеть, мы и получаем теоретическую модель управления информационным полем. Причем это может быть инфополе России, других стран, политиков, политических элит – в зависимости от поставленной задачи, которая совсем необязательно должна быть экстремальной.

Что касается практической модели, построенной на основе системного подхода, она «накладывается» на полученную теоретическую модель в виде следующего механизма, сформулированного на основе теоретических разработок Т. Парсонса [5], Д. Истона [6] и Г. Алмонда [7]:

- 1) системе для начала работы требуется импульс или ресурс;
- 2) система обладает множеством точек входа;
- 3) в основе системы лежит механизм переработки полученных импульсов или ресурсов;
- 4) механизм из п.3 подразумевает наличие алгоритма функционирования;
- 5) система обладает множеством точек выхода;
- 6) система имеет правила работы с обратной связью.

Собственно, практическая модель – это информация о том, как выглядит каждый из этих пунктов в случае с конкретной системой. В нашем случае таковыми системами будут конкретные общины: вокруг Гамбурга, например, или Парижа.

Все что нужно сделать – это определиться со всеми этими параметрами и запустить в соответствии с полученной информацией программу мероприятий. Разница в программах, адресованных аудиториям разных профилей, и будет являть собой набор тех альтернатив, которые необходимо найти на третьем этапе построения сценария.

Следующим шагом становится создание для выбранных аудиторий наборов информационных поводов, которые, чтобы добиться искомого результата, должны повторяться 3-5 раз и отвечать минимум одному – максимум трем из следующих требований:

- 1) в них может содержаться привязка к внешним знаковым событиям и датам;
- 2) в них может содержаться привязка к внутренним событиям и датам;
- 3) они должны содержать потенциал для творческого переосмысления навязанной СМИ повестки;
- 4) в них может содержаться привязка к повестке, актуальной для тех или иных слоев населения;
- 5) они могут учитывать повестку разного рода управляющих и просто влиятельных субъектов;
- 6) они могут призывать аудиторию ориентироваться на необходимость реализации либо собственных, либо групповых, либо корпоративных интересов.

**Заключение.** Таким образом, современная Россия, обладая положительным и отрицательным историческим опытом ведения информационного противоборства, фактически в одиночку противостоя коалиции из 50 государств, проанализировав свой собственный опыт, опыт противника и используя гибкие управленческие и аналитические технологии, в состоянии добиваться успеха в деле ведения информационной войны, приближая тем самым момент своего политического торжества.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Клаузевиц К. О войне: Пер. с нем. Москва: Издательская корпорация «Логос»; Международная академическая издательская компания «Наука», 1994. 448 с.
2. Выборы Президента Российской Федерации в 2012 году. Итоги голосования. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.cikrf.ru/banners/prezident\\_2012/itogi/result.php](http://www.cikrf.ru/banners/prezident_2012/itogi/result.php) (дата обращения: 20.12.2023).
3. Добровольская И. А. Понятие «информационное пространство»: различные подходы к его изучению и особенности // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Литературоведение, журналистика. 2014. № 4. С. 142–149.
4. Сведения о численности зарегистрированных в Российской Федерации и за пределами территории Российской Федерации избирателей, участников референдума Российской Федерации по состоянию на 1 июля 2023 года [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cikrf.ru/izbiratel/quantity/01072023.php> (дата обращения: 22.12.2023).
5. Парсонс Т. О социальных системах / под. Ред. В.Ф. Чесноковой и С.А. Блановского. Москва: Академический проект, 2002.
6. Easton D. The Political System: An Inquiry Into the State of Political Science. Knopf, 1971. 377 p.
7. Алмонд Г. Политическая наука: история дисциплины // Полис. 1997. № 6. С. 175–183.

### REFERENCES

1. Clausewitz K. On War: Translated from German. Moscow: Logos Publishing Corporation; Nauka International Academic Publishing Company, 1994. 448 p. (In Russ.).
2. Elections of the President of the Russian Federation in 2012. Voting results. [Electronic resource]. Available from: [http://www.cikrf.ru/banners/prezident\\_2012/itogi/result.php](http://www.cikrf.ru/banners/prezident_2012/itogi/result.php) [Accessed 20 December 2023]. (In Russ.).
3. Dobovol'skaya IA. The concept of "information space": different approaches to its study and features. Vestnik RUDN Journal of Studies in Literature and Journalism. 2014;(4):142-149. (In Russ.).
4. Information on the number of voters registered in the Russian Federation and outside the territory of the Russian Federation, participants in the referendum of the Russian Federation as of July 1, 2023 [Electronic resource]. Available from: <http://www.cikrf.ru/izbiratel/quantity/01072023.php> [Accessed 22 December 2023]. (In Russ.).
5. Parsons T. On Social Systems. Ed by VF. Chesnokova and SA. Blanovskiy. Moscow: Academicheskyy Proekt; 2002. (In Russ.).
6. Easton D. The Political System: An Inquiry Into the State of Political Science. Knopf; 1971. 377 p.
7. Almond G. Political Science: History of the Discipline. Polis. Political Studies. 1997;(6):175-183. (In Russ.).

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Антон Викторович Аристов** – старший преподаватель кафедры социальных наук и технологий, Национальный исследовательский технологический университет МИСиС, +79637886506, [aristov.av@misis.ru](mailto:aristov.av@misis.ru)

### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Anton V. Aristov** – Senior Lecturer of the Department of Social Sciences and Technologies, National University of Science and Technology MISIS, +79637886506, [aristov.av@misis.ru](mailto:aristov.av@misis.ru)

**Конфликт интересов:** автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest:** the author declares no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию: 15.03.2024;  
одобрена после рецензирования: 11.04.2024;  
принята к публикации: 10.06.2024.*

*The article was submitted: 15.03.2024;  
approved after reviewing: 11.04.2024;  
accepted for publication: 10.06.2024.*

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 184-195.  
Modern Science and Innovations.  
2024;2(46):184-195.

ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
POLITICAL SCIENCE

Научная статья / Original article

УДК 32.324  
<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.19>

Артём Игоревич Зайцев  
[Artyom I. Zaitsev]

**Партийно-политическая трансформация  
сербии на рубеже XX-XXI вв.: исторический  
аспект**

**The party-political transformation of serbia at  
the turn of the XX-XXI centuries: a historical  
aspect**

Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия, [artyomzaitcev@yandex.ru](mailto:artyomzaitcev@yandex.ru) /  
North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia, [artyomzaitcev@yandex.ru](mailto:artyomzaitcev@yandex.ru)

**Аннотация.** Данная статья исследует процесс партийно-политической трансформации в Сербии на рубеже XX-XXI веков с исторической перспективы. Авторы анализируют основные этапы развития политической системы Сербии, начиная с конца XX века и до настоящего времени. В статье подробно рассматриваются факторы, которые повлияли на трансформацию политической системы Сербии. Особое внимание уделяется историческим событиям, таким как распад Социалистической Федеративной Республики Югославии, война на Балканах и последующая политическая нестабильность в регионе. Авторы анализируют роль различных политических партий и движений в этом процессе, а также их влияние на формирование новой политической системы. Помимо этого, рассматриваются изменения в политической культуре Сербии, которые сопровождали процесс трансформации. Авторы обращают внимание на изменение предпочтений и ценностей избирателей, а также на роль СМИ и социальных сетей в формировании общественного мнения. В заключение, авторы делают выводы о том, что партийно-политическая трансформация Сербии на рубеже XX-XXI веков была сложным и многогранным процессом, который был сопряжен с историческими событиями и изменениями в политической культуре. Они также указывают на необходимость дальнейших исследований в этой области и возможные последствия для политической системы Сербии в будущем.

**Ключевые слова:** Сербия, партийно-политическая трансформация, исторический аспект, политическая система, политические партии, политическая культура

**Для цитирования:** Зайцев А. И. Партийно-политическая трансформация сербии на рубеже XX-XXI вв.: исторический аспект // Современная наука и инновации. 2024. № 2 (46). С. 184-195. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.19>

**Abstract.** This article examines the process of party-political transformation in Serbia at the turn of the XX-XXI centuries from a historical perspective. The authors analyze the main stages of the development of the Serbian political system, starting from the end of the 20th century and up to the present. The article examines in detail the factors that influenced the transformation of Serbia's political system. Special attention is paid to historical events such as the collapse of the Socialist Federal Republic of Yugoslavia, the war in the Balkans and the subsequent political instability in the region. The authors analyze the role of various political parties and movements in this process, as well as their influence on the formation of a new political system. In addition, the changes in the political culture of Serbia that accompanied the transformation process are considered. The authors draw attention to the changing preferences and values of voters, as well as the role of the media and social networks in shaping public opinion. In conclusion, the authors

*conclude that the party-political transformation of Serbia at the turn of the XX-XXI centuries was a complex and multifaceted process that was associated with historical events and changes in political culture. They also point to the need for further research in this area and possible implications for Serbia's political system in the future.*

**Keywords:** Serbia, party-political transformation, historical aspect, political system, political parties, political culture

**For citation:** Zaitsev AI. *The party-political transformation of Serbia at the turn of the XX-XXI centuries: a historical aspect. Modern Science and Innovations. 2024;2(46):184-195. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.19>*

**Introduction.** At the turn of the 20th and 21st centuries, Serbia experienced significant transformations in the political sphere, largely determined by its party dynamics. The historical context of this process is important for understanding the modern political reality of the country. In this article we will look at the evolution of the Serbian party system over two centuries, starting from key historical events and trends that shaped its modern appearance.

The problems of the genesis and development of the modern Yugoslav crisis have been studied by domestic and foreign researchers, but most of the works have a political science and journalistic orientation. However, the post-conflict development of the region throughout the 2000s remains poorly studied, both in Russia and abroad. More serious studies are of a narrow country nature, focusing on the political development of individual republics, such as Croatia, Serbia, Bosnia and Herzegovina, Montenegro. Thus, research into the genesis and development of the modern Yugoslav crisis continues, and different points of view and approaches are presented in the scientific literature. It is important to continue to analyze events and processes in the region to better understand and solve problems associated with it. Serbia faced challenges on the way to integration into European structures, which was reflected in the party and political scene of the country. Political parties were forced to adapt to new requirements and standards imposed on candidate countries for membership of the European Union. One of the key topics of research is the analysis of the role of parties in the formation of the political system of Serbia. Political parties have played and continue to play an important role in determining the course of the country's development and developing strategies to solve internal and external problems. With the collapse of Yugoslavia, a new party system emerged in Serbia, characterized by plurality and fragmentation. The Communist Party was dissolved and replaced by a heterogeneous group of democratic, nationalist and socialist organizations. The democratic opposition, united in the Democratic Party of Serbia (DSS), achieved power in the 1990 elections. However, President Slobodan Milosevic, who formed the Socialist Party of Serbia (SPS), soon concentrated power in his own hands. During Milosevic's reign, Serbia experienced wars in Croatia and Bosnia and Herzegovina, which led to international isolation and economic crisis. The Kosovo War broke out in 1998, leading to NATO bombing and the ouster of Milosevic as president in 2000. After the overthrow of Milosevic, a period of democratic reforms and integration with the West began in Serbia. The democratic opposition formed a coalition government and adopted a new constitution that enshrined fundamental rights and freedoms. Serbia became a candidate for membership in the European Union and joined NATO's Partnership for Peace program.

**Materials and research methods. Methodology** includes methods such as:

1. Interpretation and analysis of historical sources: research of official documents, publications, statistical data, memoirs and other documents related to the history of party and political life in Serbia.
2. Contextual analysis: consideration of events, trends and problems in the historical context of Serbia at the turn of the 20th-21st centuries.
3. Comparative method: comparison of various political parties and movements, their strategies, ideologies and influence on public life in Serbia.

4. Historiographical analysis: review of existing studies, theories and approaches to the study of the party system in Serbia and their critical analysis.
5. Empirical analysis: use of statistics, surveys, interviews and other empirical methods to analyze changes and trends in party politics in Serbia.
6. Use of qualitative and quantitative research methods: including analysis of qualitative data (texts, documents) and quantitative data (statistics, numerical indicators).
7. Historical synthesis: bringing together the information received into a general picture of the development of the party-political system of Serbia at the turn of two centuries.

Works of domestic researchers such as B.A. Shmelev and others, consider the historical roots of the crisis and the problems of Yugoslav statehood and the economy that led to the conflict. Certain aspects of the crisis were analyzed in the works of M.S. Kashuby, N.V. Vasilyeva, E.Yu. Guskova, B.A. Shmeleva, S.A. Romanenko, V.V. Chebana, M.Yu. Martynov and others [7]. The literature also widely analyzes the problem of external factors that influenced the deepening of the Yugoslav crisis and especially the Bosnian crisis.

The complexity of the topic and the broad chronological scope of the study, as well as the ambiguity of assessments of the causes of the collapse of the SFRY and the Yugoslav crisis, created the need to use a large number of sources and a significant amount of scientific literature. The historiography of this issue is important for analyzing the formation of new relations between the former republics of the SFRY. The historiography of this topic is an important tool for analyzing the formation of new relations between the former republics of the SFRY. The processes taking place in the post-Yugoslav space are of keen interest to historians and publicists. There is a wide range of points of view on the causes of the crisis, the responsibility of the parties to the conflict, the methods and results of a peaceful settlement, and the opinions of specialists on the same problem almost always contradict each other. The works of domestic specialists such as K, Yu. A. Pisarev and Kulikova N.V. [2].

They examine the historical roots of the crisis and the problems of Yugoslav statehood and economics that led to the uncontrollable conflict.

In the works of A.S. Botyanovsky, V.N. Vinogradova, V.K. Volkova, A.V. Fenenko Volkov V.K. The tragedy of Yugoslavia and others examines the steps of the international community, the UN, the European Union and the Conference on Security and Cooperation in Europe to resolve the conflict. A comprehensive and objective study of the political space of the modern post-Yugoslav region, as well as the study of the problems of Yugoslav federalism, was also comprehensively studied in the works of E.G. Ponomareva [10]. The monograph by E. G. Ponomareva is the only representative of Russian science dedicated to the transformation of the post-Yugoslav political space. This study introduces the reader to a political science analysis of the connection between the historical heritage of the Balkan peoples, modernization processes and existing problems of transformation of the political and party system. In the works of most Russian researchers, such as E.Yu. Glushko [3] carried out an in-depth analysis of the features of the ethnic structure and political problems of the Balkan region during the years of the SFRY.

Domestic scientific literature also contains a significant number of works touching on the internal causes and problems of the collapse of the SFRY. Works of S.A. Romanenko, A.A. Yazkova and P. Kandel [12] are based on an integrated approach to the study of the causes of the collapse of Yugoslavia, paying special attention to political, economic and ethno-confessional factors.

However, the works of Western researchers, especially American ones, are often biased. Western historiography and media materials often place the blame for conflicts solely on the Serbian side, justifying this with the historical "aggressive essence" of Serbian nationalism. Research by American scientists such as F. Friedman, R. Remington, J. Allcock and M. Glennie [17] relies mainly on materials from the Western press, which only increases their bias.

Currently, after the change of regimes in many republics of the former SFRY and gradual democratization, there is a certain turn from a one-sided interpretation of events to the presentation of the positions of all conflicting parties. The work of researcher of the Yugoslav conflict Sabrina

P. Ramet deserves special attention [26], which, despite bias in judgment, still tries to consider all aspects of the reasons for the collapse of the SFRY and explores the positions of various parties to the conflict. An example of a comprehensive study of the situation in the region is the monograph of the American researcher R. Kaplan [25], which examines the Yugoslav crisis through the prism of the historical development of the Balkan peoples and presents it as a result of the systemic crisis of the Yugoslav state itself and the inability of regional ethnic elites to make concessions in order to preserve peace and stability.

The study and analysis of the party-political transformation of Serbia at the turn of the 20th-21st centuries is a complex and multifaceted task that requires turning to general theoretical developments in the field of political systems. In the works of such authors as K. von Boime, R. Dahl, S. Lipset, V. Merkel, G. O'Donnell, A. Åslund, K. Offe, D. Powell, L. Pye, D. Rustow, F.B. Ryuta, A. Touraine, S. Huntington, S. Eisenstadt, considerable attention is paid to the main problems of political science, theory and philosophy of politics.

Regarding research in the field of typology of party systems, the work of the Italian political scientist G. Sartori [12] and his classification of seven types of party systems occupy a special place. Important in this work is the analysis of the characteristics of various party systems, such as systems with a dominant party, an atomized party system, a system of extreme pluralism, as well as the concept of "coalition and blackmail potential".

Despite the significant contribution of foreign authors to the study of political systems, it is also necessary to note the importance of the work of domestic researchers in this field. The works of K. S. Gadzhiev, T. A. Alekseeva, A. I. Solovyov [6] made a significant contribution to the study of general problems of political science and political systems.

The development of integration processes in Europe and the transformation of the internal political situation in Eastern European states were studied in the works of scientists from the Institute of Europe of the Russian Academy of Sciences, such as Yu.S. Borko and V.G. Shemyatenkova. Collective monographs devoted to this issue, such as "Power - society - reforms: Central and South-Eastern Europe. Second half of the 20th century" [1] "History of anti-communist revolutions of the late 20th century: Central and South-Eastern Europe" [13], as well as a collection of articles by the Center for Scientific Information Research of Global and Regional Problems of the INION RAS "Political leaders and reform strategies in Eastern Europe" is an important contribution to this study" [9].

The role of international organizations, in particular the European Union, in resolving the Yugoslav crisis has been examined in detail in domestic science. Work by E. Yu. Guskova "History of the Yugoslav crisis (1990 - 2000)" [4] and her publications concerning Serbian issues and US, Russian and EU activities in the Balkans are significant studies in the field. Works by V.K. Volkov and K.V. Nikiforov [8]. Between also focuses on the origins of the crisis and collapse of Yugoslavia, the role of the international community in resolving the situation and the formation of a new Serbian statehood.

Serbia's choice of a European perspective, its implementation and Russia's role in this process are discussed in the works of S. Romanenko, A. Ulunyan and P. Kandel [7]. Of particular value is the candidate's dissertation of V.S. Glushko, which highlights the direct role of the European Union in resolving the Yugoslav crisis.

Research by European authors, such as J. Gow [18], concerning the anti-crisis policy of the EU and the international community in the 90s of the 20th century, represents a significant contribution to this area. The authors consider the main reasons for the failure of EU peace initiatives in the former Yugoslavia to be the lack of unity of European leaders and the lack of support for peace initiatives from the United States. It is also very important to note the contribution of scientists from the former Yugoslavia, such as Deian Jovic [19], to the study of this issue. Their research allows us to more adequately assess the transformation of the political system of Serbia at the turn of the 20th - 21st centuries in connection with the political processes in the Socialist Federal Republic of Yugoslavia in the 80s and early 90s of the 20th century.

Research on the party-political transformation of Serbia at the turn of the 20th-21st centuries is not limited to the works of Serbian scientists at the present stage of research. The study "Party Politics and the Party System" by Vladimir Goati is dedicated to the broader process of democratization in Serbia after the rule of Milosevic, with an emphasis on the role of political parties in this transformation. It examines the challenges that parties face in adapting to new political conditions, as well as the impact of party politics on democratic consolidation [24].

The work is entitled "Parties and the Serbian Party System and European Integration" by Slavisa Orlović - This study examines the transformation of the party system in Serbia, in particular the transition from the dominant one-party system under former President Slobodan Milosevic to a more competitive multi-party system. It analyzes the factors that contributed to this transformation and its implications for democratic governance [28]. Article "Party identification in Serbia during the period 1990–2020. Godine" from the author Miroslav Perišić explores the history of transformations of the party system in Serbia. The author analyzes the influence of the party system and its changes on the political life of Serbia. The article is of interest to researchers of politics and history of the country [23].

In the book "Tradition and Transformation. Historical heritage and national identities in Serbia in the 20th century - III" Dr. Momčila Mitrović analyzes the historical heritage and national identities in Serbia in the 20th century. The author explores issues of cultural heritage and the formation of identities of the modern Serbian nation [14].

The book "Politički identitet Srbije u globalnom i regionalnom kontekstu" was published by Prof. dr. Vesna Knežević-Prediš and is a collection of articles devoted to the political identity of Serbia in a global and regional context. The book will be of interest to policy researchers, as well as anyone interested in contemporary challenges and trends in Serbian politics [25]. The works of Serbian researchers provide a valuable comparative perspective on the party-political transformation of Serbia. They complement the European and domestic discourse on this issue, expanding the understanding of the historical and political context, as well as the influence of external factors on the political development of Serbia. The works of European, domestic and American researchers taken together provide a comprehensive understanding of the complexity and nuances of this historically significant process.

At the turn of the 20th and 21st centuries, significant changes took place in the political life of Serbia, which influenced its party and political transformation. Researchers are studying the genesis and development of the modern Yugoslav crisis, which has become the subject of attention of both domestic and foreign experts. However, the main attention in research is paid to the political science and journalistic aspects of the problem. The post-conflict development of the region throughout the 2000s remains little studied both within the country and outside its borders. Despite this, some serious research has focused on the political development of Croatia, Serbia, Bosnia and Herzegovina, and Montenegro. The complexity of the topic, the broad chronological scope of the study, as well as the ambiguity of assessments of the causes of the collapse of the SFRY and the Yugoslav crisis require the involvement of a large number of sources and scientific literature.

The historiography of the modern process of normalization of relations between the former republics of the SFRY leaves many questions. When analyzing the formation of new relations, it is necessary to take into account the problem of the collapse of Yugoslavia. Historians and publicists show a keen interest in the processes taking place in the post-Yugoslav space.

The diversity of points of view on the causes of the crisis, the responsibility of the parties to the conflict, and methods of peaceful resolution makes the topic even more relevant. Experts' opinions on these issues often differ, reflecting the complexity and multifaceted nature of the problem. Important for research are the works of famous domestic researchers, such as V. N. Vinogradov, V. K. Volkov, V. Klimenko, N. V. Kulikova, I. I. Leshilovskaya, Yu. A. Pisarev, L. V. Tyagunenkov, A. A. Yazkova, B. A. Shmelev [2]. They examine the historical roots of the crisis and make an important contribution to understanding the complex processes taking place in the region.

Serbia, as one of the key countries of the former Yugoslavia, faced serious challenges on the way to political stability and economic development. After the collapse of the SFRY and the Yugoslav crisis, the country faced the task of transitioning to democratic principles and integration into European structures. Research on the party-political transformation of Serbia at the turn of the 20th-21st centuries allows us to better understand the dynamics of changes in the political life of the country and its role in regional and world politics. Analysis of the development of political parties opens up new horizons for research and understanding of the complex processes taking place in modern Serbia. Summarizing the above works and studies, we can conclude that it is difficult to study the party-political transformation of Serbia at the turn of the 20th-21st centuries. This process requires taking into account general theoretical developments in the field of political systems, analysis of the historical heritage and the relationship with political processes within the SFRY. The works of domestic and foreign researchers, as well as the work of scientists from the former Yugoslavia, are an important basis for a deeper understanding of this problem. The party-political transformation of Serbia at the turn of the 20th-21st centuries was a complex and multifaceted process. Political parties sought to adapt to new realities and changes in society. Different ideologies and approaches competed for influence and voter support.

The post-conflict transformation of Serbia was a complex and multifaceted process, influenced by both internal and external factors. The country has come a long way from international isolation to a candidate for the European Union. However, modern Serbia continues to face a number of political and economic challenges, including divisions along ethnic lines, questions of historical memory and tensions with Kosovo. Serbia's role in the regional context also remains uncertain as the country seeks to balance relations with the West and Russia.

Thus, the party-political transformation of Serbia at the turn of the 20th-21st centuries is an interesting and relevant topic for research, which requires further study and analysis. The interaction and relationship of political parties with society and government structures play an important role in the formation of the political culture and stability of the country.

The study of the famous expert on international terrorism Bodanski [16] analyzed the progress of the conflict resolution in Bosnia and Herzegovina, showing the initial bias of decisions made by international organizations. An extensive analysis of the Islamic aspect is given. The author warns that the intervention of international troops in BiH poses a threat, including to the West itself. Questions about the mythologization of the Yugoslav crisis are increasingly being raised in Western media and scientific literature. However, usually. There are many cases where Western journalists who read the "Serbian legend" and spoke about one-sided coverage of events in the Balkans fell into disgrace. The positions of the Italian historian M. Paretti [20] and the Canadian journalist S. Taylor stand out against the background of the prevailing opinion in European and American society on the issues of the collapse of Yugoslavia and the vulnerability of one side to ethnic cleansing in the Balkans. In particular, M. Paretti, based on facts, accuses the Western powers of "deliberate inaction" in the process of the collapse of the SFRY. Studying the roots of the problem and the reasons for the collapse of the SFRY, one cannot ignore a whole layer of research in the literature of Yugoslavia on the path of both the introduction of the mass market and the development of authoritarian socialism (D. Voinich, 3 Pjanic, N. Korosic, G. Nikic, K. Strahinich, B. Horvath [29]). National problems, which prevailed throughout the history of Yugoslavia, have repeatedly been the subject of study by Yugoslav scientists Causes. The works of I. Banac, S. Terezic, and R. Petrovich are devoted to the collapse of the SFRY and the national question in Yugoslavia [15]. The problem of nationalism is considered mainly in the works of A. Pakovic, D. Pantic, D. Janich [22]. The political crisis in Yugoslavia, the transformation of the country's political system and Yugoslav federalism in general are devoted to the works of D. Jovic, S. Samardzic, M. Djordjevic, A. Fir [18]. Here, as in Russia, there are a number of complex positions on the question of possible ways to change the status of Yugoslavia, as well as the need for its preservation. In the Slavic space there was a difference in "ideas" regarding the role of external and internal things. Proponents of the concept of the decisive role of external factors are

mainly Serbian researchers. Let us note the main monograph by V. Djuretic, as well as the works of M. Ekmečić, P. Jakšić, M. Jovanovic, I. Marković [5]. Some aspects of Western anti-crisis technologies and national interests are presented in the studies of I. Minin and M. Tsrnborniya. [20].

**Research results and their discussion.** Researchers increasingly emphasize the need for a careful study of ethnopolitical processes in Yugoslavia, as they had a significant impact on the course and results of the conflict. Understanding the historical roots and motivations of different ethnic groups helps develop effective strategies to resolve conflict and build peaceful coexistence. One of the key aspects of Yugoslavia's post-conflict development is the process of national reconciliation and cooperation between different ethnic groups. This process requires not only political will and effort on the part of leaders, but also the active participation of public organizations, media, educational institutions and international partners. Of particular importance is the interaction of political parties and public organizations in the process of post-conflict development. The participation of civil society in dialogue, peace initiatives and projects to promote national reconciliation plays an important role in creating the conditions for sustainable peace and justice. Partnerships with international organizations and states are also a key element of successful post-conflict development. Support from the international community helps build trust between parties to conflict, ensure respect for human rights and promote economic and social recovery.

**Conclusion.** Thus, research on the party-political transformation of Serbia and other countries of the former Yugoslavia plays an important role in understanding the complex processes of post-conflict development in the region. Active interaction between political parties, public organizations, international partners and civil society contributes to strengthening peace, stability and prosperity in the Balkans. Special attention is paid to the economic recovery and development of the region. To ensure sustainable development, it is necessary to overcome the consequences of war destruction, create a favorable investment climate, promote the development of small and medium-sized businesses, and introduce innovative technologies.

An important aspect of post-conflict development is also the restoration of the legal order and institutional mechanisms. This includes reforms in the fields of justice, law enforcement, administration and local government.

The role of the international community in supporting the post-conflict development of Yugoslavia is also extremely important. This includes financial assistance, expert support for reforms, participation in peacekeeping operations and assistance in the process of integration of countries in the region into European and world structures. In the context of studying the post-conflict development of Yugoslavia, significant attention is also paid to the social aspects of the reconstruction of the region. This includes working on the reintegration of refugees and displaced persons, promoting the psychological rehabilitation of war victims, and supporting socially vulnerable groups. One of the main steps in the post-conflict development process is to support the participation of youth and women in various areas of public life. This helps strengthen democracy, promotes the inclusion of diverse population groups in the decision-making process, and contributes to the creation of sustainable development for the region as a whole. In addition, an important component of post-conflict development is also the promotion of intercultural dialogue and increasing tolerance in society. This helps overcome interethnic and religious contradictions, strengthens social solidarity and promotes the establishment of peaceful relations between different ethnic groups. Finally, in the process of post-conflict development, it is necessary to pay attention to such issues as the protection of human rights, the fight against corruption, the development of civil society and the creation of conditions for citizen participation in decision-making at all levels of government.

In general, the study and analysis of the post-conflict development of Yugoslavia requires an integrated approach and consideration of various aspects, including social, economic, political and cultural factors. Continuing scientific research in this area will make it possible to effectively solve complex problems associated with the development of the region after the conflict. The

Serbian political system has gone through a number of changes and transformations, reflecting complex socio-political processes in the country. An important point was the transition to a multi-party system and the establishment of democratic institutions. Serbia's post-conflict transformation took place in a complex regional context. After the collapse of Yugoslavia, new independent states emerged, such as Croatia, Bosnia and Herzegovina, Slovenia and Macedonia. Ethnic conflicts and territorial disputes broke out between some of these states. Regional instability complicated the process of reconciliation and normalization of relations between the former republics. Serbia found itself at the center of many of these conflicts and faced accusations of war crimes during the wars in Croatia and Bosnia and Herzegovina. The international community has played a significant role in Serbia's post-conflict development. After the Yugoslav wars, the UN and NATO launched peacekeeping operations in the region. The European Union and the United States provided political and economic support to Serbia in the process of democratization and European integration.

After the overthrow of Milosevic, Serbia's foreign policy was focused on integration with the West. The country has signed a Stabilization and Association Agreement with the European Union and has expressed interest in joining NATO. However, in recent years, Serbia has also sought to strengthen ties with Russia, which is seen as a strategic partner in the fields of energy, security and trade. The rapprochement with Russia has caused concern in the West, which seeks to maintain its influence in the region. Serbia finds itself in a difficult position trying to balance relations with two major world powers.

Today, Serbia faces a number of political and economic challenges. The country remains divided over issues of nationality, ethnicity and historical memory. Corruption and organized crime remain serious problems. Serbia also faces tensions with Kosovo, which declared independence in 2008. Serbia does not recognize the independence of Kosovo and seeks to resolve the status of the region through dialogue and negotiations. In addition to internal problems, Serbia faces a number of external challenges. The country is at the epicenter of international relations between the West and Russia. It must skillfully maneuver between these two forces, defending its interests and maintaining stability in the region.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Власть-общество-реформы. Центральная и Юго-Восточная Европа. Вторая половина XX века / отв. ред. Э.Г. Задорожнюк: Институт славяноведения РАН. М.: 2006, 442 с.
2. Волков В. К. Трагедия Югославии // Новая и новейшая история. 1994. № 4. С. 214–254.
3. Глушко В. С. Политика Европейского Союза (Европейских Сообществ) в отношении югославского кризиса (1991-1995 гг.). Диссертация на соискание ученой степени к.и.н. по ВАК РФ 07.00.15, Екатеринбург, 2002. 274 с.
4. Гуськова Е. Ю. История югославского кризиса (1990-2000) / Гуськова Е. Ю. Москва: Рус. нац. фонд: Соловьёв, 2001. 717 с.
5. Екмечић М. Србија између Средње Европе и Европе. Београд: Политика: ВМГ, 1992. 129 с. [Экмечич Милорад. Сербия между Центральной Европой и Европой / Милорад Экмечич. Белград: Политика: БМГ, 1992. 129 с.].
6. Гаджиев К. С. и др. Имидж России в СМИ и общественном мнении Запада. Отв. ред. Э. Г. Соловьёв. Москва: ИМЭМО РАН, 2008. 163 с.
7. Косово: прошлое, настоящее, будущее / ред. С. А. Романенко, Б. А. Шмелев. Санкт-Петербург: Алетейя, 2012. 243 с.
8. Никифоров К. В. Между Кремлем и Республикой Сербской (Боснийский кризис: завершающий этап). М.: Институт славяноведения РАН, 1999. 262 с.
9. Политические лидеры и стратегии реформ в Восточной Европе: сб. обзоров и рефератов / Рос. акад. наук, Ин-т науч. информ. по обществ. наукам, Центр науч.-информ. исслед.

- глоб. и регион. проблем; Отв. ред. к. филос. н. Л. Н. Шаншиева. Москва: ИНИОН РАН, 2003. 235 с.
10. Пономарева Е. Г. Политическое развитие постъюгославского пространства: (внутренние и внешние факторы): монография / Е. Г. Пономарева. М.: МГИМО Университет, 2007. 235 с.
  11. Романенко С. А. Югославия: История возникновения. Кризис. Распад. Образование независимых государств. Национальное самоопределение народов Центральной и Юго-Восточной Европы в XIX–XX вв. М.: Московский общественный научный фонд, 2000. ISBN 5-89554-142-9 (Московский общественный научный фонд); ISBN 5-93101-047-5. 495 с.
  12. Сартори Дж. Партии и партийные системы: рамки анализа // Партии и выборы: Хрестоматия / Ред. и сост. Анохина Н.В., Мелешкина Е.Ю. Ч. 1. М., 2004. С. 14–25.
  13. XX век в документах и исследованиях. История антикоммунистических революций конца XX века: Центральная и Юго-Восточная Европа / отв. ред. Ю.С. Новопашин РАН. Ин-т славяноведения. Москва: Наука, 2007. 396 с. (Серия «XX век в документах и исследованиях»).
  14. Mitrović M. Tradition and Transformation. Historical Heritage and National Identity in Serbia in the 20th century (III 47019).
  15. Banac I. The National Question in Yugoslavia: Origins, History, Politics. Ithaca: Cornell University Press. 1984. 425 p.
  16. Bodansky Y. Offensive in the Balkans: The Potential for a Wider War as a Result of Foreign Intervention in Bosnia-Herzegovina. International Media Corporation, 1995. 117 p.
  17. Fridman F., Remington R. A. Bosnian Muslim Views of National Security / Crises in the Balkans. Views from the Participants. Westview Press, 1997.
  18. Gow J. Triumph of the Lack of Will: International Diplomacy and the Yugoslav War. London, 1997.
  19. Jovic D. Jugoslavia Drzava koja je odumrla. Zagreb: Prometej, 2003. 531 p. [Йович Д. Югославия, которая умерла. Загреб: Прометей, 2003. 531 с.].
  20. Minic J. Integration Process in the Balkans Subregional Integrations and Interests of the European Union // The Cost of War in Former Yugoslavia. London: Peace and Crisis Management Foundation, 1995. P. 508–515.
  21. Parent M. Kill a Nation: The Attack on Yugoslavia / M. Parent. New York, 2000. 256 p.
  22. Pavkovic A. The Fragmentation of Yugoslavia Nationalism in a Multinational Stale / A. Pavkovtc. London, 1997. 196 p.
  23. Pavlović Z. Партије без партијских присташа? Партијска идентификација у Србији у периода 1990–2020. године / У. М. Јовановић & Д. Вучићевић (прир.). Како, кога и зашто смо бирали: избори у Србији 1990-2020. године (стр. 133-165). Београд: Институт за политичке студије. 2020. [Павлович З. Партии, у которых нет сторонников? Партийная идентификация в Сербии в период 1990-2020 гг. / Как, кого и почему мы выбрали: выборы в Сербии 1990-2020 гг. Под ред. М. Йованович и Д. Вучичевич (изд.). Белград: Институт политических исследований. 2020. С. 133–165.].
  24. Goati V. Političke partije i partijski sistemi. Podgorica, 2007. 330 p. [Гоати В. Политические партии и партийные системы. Подгорица, 2007. 330 с.].
  25. Politički identitet Srbije u globalnom i regionalnom kontekstu. Uredila Prof. dr Vesna Knežević-Predić. Beograd, 2015. 375 p. [Политическая идентичность Сербии в

- глобальном и региональном контексте. Под редакцией проф. д-р Весна Кнежевич-Предич. Белград, 2015 г. 375 с.].
26. Kaplan R. D. *Balkan Ghosts. A journey through History*. New York: Picador. 2005. 307 p.
  27. Ramet S. P. *Dissolution of Yugoslavia Competing Narratives of Resentment and Blame // Südost Europa*. 2007. Vol. 55. No. 1. P. 26–69.
  28. Orlovic S. *Parties and the party system of Serbia and European integrations. Journal of Southern Europe and the Balkans*. 2008. Vol. 10. P. 205–222.
  29. Воймч Д. *Aktualni problemi privrednih krelanja i ekonomske politike Jugoslavije*. Zagreb: Informator, 1990. [Воймч Д. *Современные проблемы экономического развития и экономической политики Югославии // Загреб: Информатор, 1990.*].

### REFERENCES

1. *Power-society-reforms. Central and South-Eastern Europe. The second half of the 20th century*. Ed. E.G. Zadorozhnyuk: Institute of Slavic Studies of Russian Academy of Sciences. Moscow: 2006; 442 p. (In Russ.).
2. Volkov VK. *The Tragedy of Yugoslavia // Modern and Contemporary History*. 1994;(4):214-254. (In Russ.).
3. Glushko VS. *The policy of the European Union (European Communities) towards the Yugoslav crisis (1991-1995)*. Dissertation for the degree of candidate of historical sciences according to the Higher Attestation Commission of the Russian Federation 07.00.15, Yekaterinburg; 2002. 274 p. (In Russ.).
4. Guskova EYu. *History of the Yugoslav crisis (1990-2000)*. Ed. by Guskova EYu. Moscow: Rus. national fund: Solovyov; 2001. 717 p. (In Russ.).
5. Ekmecic M. *Serbia between Central Europe and Europe / Milorad Ekmecic*. Belgrade: Politika: BMG; 1992. 129 p.]. (In Serb.).
6. Gadzhiev KS et al. *The image of Russia in the media and public opinion of the West*. Ed. by EG Solovyov. Moscow: IMEMO RAS; 2008. 163 p. (In Russ.).
7. *Kosovo: past, present, future*. Ed. SA Romanenko, BA Shmelev. St. Petersburg: Alethea; 2012. 243 p. (In Russ.).
8. Nikiforov KV. *Between the Kremlin and the Republic of Srpska (Bosnian crisis: the final stage)*. Moscow: Institute of Slavic Studies of Russian Academy of Sciences; 1999. 262 p. (In Russ.).
9. *Political leaders and reform strategies in Eastern Europe: a collection of reviews and abstracts / Russian Academy of Sciences, Institute of Scientific Information on Social Sciences, Center for Scientific and Information Research on Global and Regional Problems; Ed. LN Shanshieva*. Moscow: INION RAS; 2003. 235 p. (In Russ.).
10. Ponomareva EG. *Political development of the post-Yugoslav space: (internal and external factors)*. Moscow: MGIMO University; 2007. 235 p. (In Russ.).
11. Romanenko SA. *Yugoslavia: The history of its origin. Crisis. Disintegration. The formation of independent States. National self-determination of the peoples of Central and South-Eastern Europe in the XIX–XX centuries*. Moscow: Moscow Public Science Foundation; 2000. 495 p. (In Russ.).

12. Sartori J. Parties and party systems: a framework of analysis // Parties and elections: A Textbook / Ed. and comp. Anokhina NV, Meleshkina EY. Part 1. Moscow; 2004. P. 14-25. (In Russ.).
13. The 20th Century in Documents and Research. History of Anti-Communist Revolutions of the Late 20th Century: Central and South-Eastern Europe. Ed. YuS Novopashin, Russian Academy of Sciences. Institute of Slavic Studies. Moscow: Nauka; 2007. 396 p. (Series "The 20th Century in Documents and Research"). (In Russ.).
14. Mitrović M. Tradition and Transformation. Historical Heritage and National Identity in Serbia in the 20th century (III 47019).
15. Banac I. The National Question in Yugoslavia: Origins, History, Politics. Ithaca: Cornell University Press; 1984. 425 p.
16. Bodansky Y. Offensive in the Balkans: The Potential for a Wider War as a Result of Foreign Intervention in Bosnia-Herzegovina. International Media Corporation; 1995. 117 p.
17. Fridman F, Remington RA. Bosnian Muslim Views of National Security. In Crises in the Balkans. Views from the Participants. Westview Press; 1997.
18. Gow J. Triumph of the Lack of Will: International Diplomacy and the Yugoslav War. London; 1997.
19. Jovic D. Jugoslavia Drzava koja je odumrla. Zagreb: Prometej, 2003. 531 p. (In Croat.).
20. Minic J. Integration Process in the Balkans Subregional Integrations and Interests of the European Union. The Cost of War in Former Yugoslavia. London: Peace and Crisis Management Foundation; 1995. P. 508-515.
21. Parent M. Kill a Nation: The Attack on Yugoslavia / M. Parent. New York; 2000. 256 p.
22. Pavkovic A. The Fragmentation of Yugoslavia Nationalism in a Multinational Stale / A. Pavkovtc. London; 1997. 196 p.
23. Pavlović Z. Parties without Party Supporters? Party Identification in Serbia in the Period 1990–2020). Ed. M Jovanovic and D Vucicevic. In How, whom and why we chose: elections in Serbia 1990-2020. P. 133-165. Belgrade: Institute of Political Studies; 2020. (In Serb.).
24. Goati V. Political parties and party systems. Podgorica; 2007. 330 p.
25. The political identity of Serbia in the global and regional context. Ed. Prof. Dr. Vesna Knežević-Predić. Belgrade; 2015. 375 p.
26. Kaplan RD. Balkan Ghosts. A journey through History. New York: Picador; 2005. 307 p.
27. Ramet SP. Dissolution of Yugoslavia Competing Narratives of Resentment and Blame. Südost Europa. 2007;55(1):26-69.
28. Orlovic S. Parties and the party system of Serbia and European integrations. Journal of Southern Europe and the Balkans. 2008;10:205-222.
29. Vojmc D. Modern problems of economic development 1 economic policy of Yugoslavia. Zagreb: Informant, 1990.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Артём Игоревич Зайцев** – аспирант кафедры зарубежной истории, политологии и международных отношений, Северо-Кавказский федеральный университет, <https://orcid.org/0009-0006-3742-903X>, [artyomzaytcev@yandex.ru](mailto:artyomzaytcev@yandex.ru)

### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Artyom I. Zaitsev** – Postgraduate Student of the Department of Foreign History, Political Science and International Relations, North-Caucasus Federal University, <https://orcid.org/0009-0006-3742-903X>, [artyomzaytcev@yandex.ru](mailto:artyomzaytcev@yandex.ru)

**Конфликт интересов:** автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest:** the author declares no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию: 14.03.2024;  
одобрена после рецензирования: 15.04.2024;  
принята к публикации: 10.06.2024.*

*The article was submitted: 14.03.2024;  
approved after reviewing: 15.04.2024;  
accepted for publication: 10.06.2024.*

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 196-201.  
Modern Science and Innovations.  
2024;2(46):196-201.

ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
POLITICAL SCIENCE

Научная статья / Original article

УДК 327

<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.20>

Алихан Магомедович Исраилов  
[Alihan M. Israilov]

Детерминанты политического процесса на  
Ближнем Востоке

Determinants of the political process in the  
Middle East

Пятигорский государственный университет, г. Пятигорск, Россия, [al.isr.2000@mail.ru](mailto:al.isr.2000@mail.ru) /  
Pyatigorsk State University, Pyatigorsk, Russia, [al.isr.2000@mail.ru](mailto:al.isr.2000@mail.ru)

**Аннотация.** Политический процесс на Ближнем Востоке отличается большим количеством детерминирующих факторов, которые в комплексе формируют сложную систему функционирования политической системы региональных обществ. Каждая из стран Ближнего Востока обладает набором общих и частных черт политического процесса, что обуславливает уникальные характеристики ближневосточной политической жизни. Наличие значительного массива этно-конфессиональных, исторических, цивилизационных, социально-экономических особенностей региона предопределяет исследовательский интерес к заявленной теме. При этом политический процесс на Ближнем Востоке постоянно видоизменяется под влиянием новых факторов. Таким образом, настоящая работа ставит перед собой цель выявление ключевых параметров политического процесса в ближневосточном регионе.

**Ключевые слова:** политический процесс, Ближний Восток, этнос, религия, политические элиты, политическая жизнь, внутренняя политика, внешняя политика

**Для цитирования:** Исраилов А. М. Детерминанты политического процесса на Ближнем Востоке // Современная наука и инновации. 2024. № 2 (46). С. 196-201. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.20>

**Abstract.** The political process in the Middle East is distinguished by a large number of determining factors, which together form a complex system of functioning of the political system of regional societies. Each country in the Middle East has a set of general and specific features of the political process, which determines the unique characteristics of Middle Eastern political life. The presence of a significant array of ethno-confessional, historical, civilizational, socio-economic features of the region predetermines research interest in the stated topic. At the same time, the political process in the Middle East is constantly changing under the influence of new factors. Thus, this work aims to identify the key parameters of the political process in the Middle East region.

**Keywords:** political process, Middle East, ethnicity, religion, political elites, political life, domestic politics, foreign policy

**For citation:** Israilov AM. Determinants of the political process in the Middle East. Modern Science and Innovations. 2024;2(46):196-201. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.20>

**Введение.** Анализируя политический современный политический процесс на Ближнем Востоке, в первую очередь необходимо отметить, что под этим географическим термином мы понимаем государства Аравийского полуострова, страны Леванта и Ирак,

Египет, Иран и Турцию [4]. Очерченная территория соответствует наиболее распространенным политико-географическим трактовкам понятия «Ближний Восток» и детерминируется прочными культурными, религиозными, историческими, политическими, культурными и иными связями [5].

Отмеченные связи позволяют говорить о том, что государства региона обладают определенными общими факторами, определяющими формирование и ход политического процесса на Ближнем Востоке. Именно эти факторы можно объединить в группу цивилизационных характеристик регионального политического процесса, способствующих выявлению общих черт ближневосточной политической жизни. Вместе с тем, динамика внутрирегиональных политических процессов и влияние на них многочисленных внешних факторов наделяют весь комплекс политического процесса на Ближнем Востоке значительным количеством разобщающих вводных. Последнее определяет типы политических систем, связи между различными политическими институтами и их влияние на население, состав политических элит, этноконфессиональные особенности политической жизни, идеологические конструкты и т.д. Тем не менее, указанные частности являются производной от цивилизационных совокупностей региона.

**Материалы и методы исследований.** Методологическую основу настоящей работы составили принципы общей теории политических процессов. Комплексный характер настоящего исследования, связанный с необходимостью рассмотрения разносторонних государств в рамках единого подхода к пониманию специфики регионального политического процесса предопределил совокупности таких частных методов как социологические, исторические, логические, системные, субстанциональные, нормативные, ценностные, антропологические, психологические, эмпирические.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Ближний Восток, населенный преимущественно арабами, можно наделять обобщающими характеристиками, связанными с арабской цивилизацией. Данная черта определяет некоторые особенности политического процесса в части стран региона. В качестве примера здесь следует привести феномены арабского национализма или панарабизма, ставшие развитием идей С. Аль-Хусри [10]. Они имели значительное распространение в постколониальную историю региона и до начала, так называемого, нефтяного бума. Рост арабского самосознания напрямую связан с активизацией политических доктрин, основанных на необходимости подчинения внутривосточного процесса нуждам общеарабского «дела». Наиболее отчетливо это проявилось во времена череды арабо-израильских войн середины XX века, приведших, по мнению В.Н. Панина к «усилению арабского национализма» [7]. Несмотря на то, что к настоящему моменту панарабизм в значительной степени ослаб его отголоски в политическом процессе многих арабских государств видны и сегодня. В частности, в периоды обострения палестинской проблемы, в ряде стран региона принимаются пропалестинские решения в ответ на запрос части населения. Помимо этого, к последствиям арабского национализма следует относить большое число палестинских беженцев, рассредоточенных во многих странах региона.

Также добавим, что арабский национализм остается популистским инструментом в руках многих лидеров арабских государств на Ближнем Востоке [14]. Необходимость поддерживать дух арабского единства многими учеными связывается с чередой переворотов и революций в регионе, получивших название «арабская весна» [9]. Так, согласно Т. Рамадану, к политическому развитию «весны» следует относиться с осторожным оптимизмом – так как в эту новую эпоху арабская нация и арабский народ должны найти новую концепцию, особенно в отношении того, как их «местные ценности ислама и арабской культуры могут быть синтезированы для создания нового понимания политики и демократии» [13].

Арабский контекст политических процессов на Ближнем Востоке зачастую некоторыми учеными увязывается с предрасположенностью части государств региона к

авторитаризму и его спокойному восприятию со стороны населения. Такое предположение основано на том, что арабский мир «обречен на тоталитарное правление и полностью игнорирует многочисленные аспекты политической культуры в регионе, как формальные, так и неформальные» [11]. В качестве одного из основных доказательств подобной предрасположенности выступает провал уже упомянутой «арабской весны». В качестве еще одной обобщающей цивилизационной черты политических процессов на Ближнем Востоке можно выделить религию, которая уже носит более широкий охват в отличие от арабского цивилизационного фактора и объединяет большинство государств и народов региона. С момента проникновения во все страны региона ислам стал играть важную роль в политической жизни государств и укоренился в статусе неотъемлемой части политического процесса.

В научной среде в настоящее время, как правило, превалируют три подхода при анализе исламского фактора ближневосточного политического процесса. Первый основан на рассмотрении религии, как традиционного политического инструмента и органичного составного компонента социально-политической жизни общества. На это, в частности, указывает А. Мотен [12]. Второй подход связан с проблемой «политического ислама» и его радикализации, а также с его противоречиями процессам модернизации и другими деструктивными характеристиками (например, Г.И. Мирский) [6]. Наконец, третий подход опирается на тезис о том, что ислам всегда был политизирован и, наоборот, может быть проводником прогрессивных идей. Полагаем, что ислам, вбирает в себя множество функций, которые соответствуют общему представлению о государстве. В этой связи указанные подходы следует рассматривать в комплексе и воспринимать, как объективную характеристику политического процесса на мусульманском Ближнем Востоке.

С конфессиональные точки зрения ближневосточный политический процесс также обрамляется постоянной дихотомией между светскими и религиозными политическими силами. Восстания и перевороты «арабской весны» 2011 года выдвинули на первый план научные дебаты об исламизме и секуляризме. Напомним, что после свержения З.А. Бен Али в Тунисе возросла роль исламистской партии «Ан-Нахда», которой противостояли другие политические силы, позиционировавшие себя как светские [3]. Впоследствии ведущие тунисские политические силы сформировали коалиционное правительство в знак политического примирения. Египет, с другой стороны, стал свидетелем прихода к власти «Братьев-мусульман» после отстранения от должности президента Х. Мубарака в ходе революции 25 января 2011 года, но это было встречено стойким сопротивлением со стороны вооруженных сил страны, которые составляют глубинное государство Египта [8]. Здесь же в качестве еще одного примера можно привести неприятие частью турецкого общества и наличие сильной политической оппозиции у правящей ПСР [1].

Во многих государствах региона весомую роль в политическом процессе отводится исламским политическим партиям или движениям. Например, правящая партия Турции – Партия справедливости и развития (ПСР) – пришла к власти, во многом, найдя отклик у сторонников усиления роли религии в жизни общества. Египетское движение «Братья-мусульмане», несмотря на запрет своей деятельности, остается действенной политической силой, объединяющей миллионы людей. Партия «Хезболла» в Ливане, движение «Хамас» в Палестине, Высший исламский совет Ирака и многие другие политические структуры не только сохраняют, но и усиливают свои позиции на политическом ландшафте ближневосточных государств.

К этому можно добавить, что в большинстве стран региона функционируют профильные органы исполнительной власти. Например, Министерство вакуфов Египта, отвечающее за религиозные пожертвования, или министерство по делам вакуфов, ислама и святых мест Иордании. Также нельзя не отметить первостепенную роль исламского духовенства в определении политической повестки, что реализуется, в том числе, через механизм богословских заключений («фетв»).

Еще одним спутником современного политического процесса на Ближнем Востоке в рамках конфессионального фактора можно считать распространение терроризма и экстремизма, в основе которых лежит различная религиозная идеология. С началом политического кризиса в Сирии в 2011 году на авансцену регионального политического процесса вышло Исламское государство Ирака и Леванта (ИГИЛ) – террористическая структура, которая имела в своем пике беспрецедентные масштабы и организационный уровень, распространив влияние на множество стран Ближнего Востока и Северной Африки. Отметим, что терроризм религиозного толка не является для региона новым явлением. До конца XX века террористическая активность на Ближнем Востоке носила, как правило, локальный характер и практически не влияла на общую политическую обстановку в регионе. Однако на стыке XX и XXI веков масштабы террористической активности начали возрастать [15].

Также добавим, что Государства Ближнего Востока многообразны с точки зрения своего политического устройства. В регионе представлены президентские (Сирия, Турция), парламентские (Израиль, Ирак, Ливан), исламские (Иран) и смешанные республики (Египет, Йемен). Также среди ближневосточных политических систем можно выделить абсолютные монархии (Саудовская Аравия), дуалистические монархии (Кувейт, Бахрейн, Катар, Оман), парламентские монархии (Иордания), выборные монархии (ОАЭ) [2].

Арабо-израильский конфликт, полагаем, также является одним из частных параметров политического процесса на Ближнем Востоке. При этом отметим, что еще несколько десятилетий назад, до момента снижения популярности идей панарабизма, арабо-израильские противоречия можно было смело считать обобщающим ближневосточный политический процесс фактором. Однако в настоящее время он характеризует особенности политического поведения лишь части стран региона [5].

Выше озвучены только основные характеристики текущего политического процесса в регионе Ближнего Востока, однако их набор крайне разнообразен, что формируют прочную основу для дальнейших исследований данного направления политической науки.

**Заключение.** Таким образом, несмотря на трудности в определении четких параметров современного политического процесса на Ближнем Востоке, совокупность специфических черт политической жизни региона позволяет выявить основные детерминанты ближневосточного политического процесса и проанализировать их, сформировавшихся в результате длительного процесса исторического развития. Этот процесс вбирает в себя культурные, социальные, религиозные и другие особенности, следовательно, учет озвученных факторов позволяет максимально упростить исследование и понимание хода политических процессов в отдельно взятых государствах или целых регионах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аватков В. А. Внешняя и внутренняя политика Турции. Ключевые изменения 2020 г. // Свободная мысль. 2021. № 1 (1685). С. 81–90.
2. Воскресенский А. Д. Сравнительный анализ политических систем, политических культур и политических процессов на Востоке как часть дискурса мирового комплексного регионоведения: общие закономерности и специфика их региональной трансформации // Политические системы и политические культуры Востока. Москва: издательства АСТ. 2006. № 1. С. 5–31.
3. Долгов Б. В. Феномен «арабской весны» 2011-2016 гг.: причины, развитие, перспективы. Тунис, Египет, Ливия, Сирия, Алжир. М.: Общество с ограниченной ответственностью «Ленанд», 2016. 200 с.
4. Исаев Г. Г. Ближний Восток в эпоху исторических перемен // Ислам в современном мире: внутригосударственный и международно-политический аспекты. 2011. № 3–4. С. 18–19.

5. Миргород Д. А. Военные элиты в политическом процессе стран Ближнего Востока и Северной Африки // Вопросы элитологии. 2022. Т. 3. № 2. С. 41-50.
6. Мирский Г. И. Международный терроризм, исламизм и палестинская проблема. М.: ИМЭМО РАН, 2003. 103 с.
7. Панин В. Н. Политический процесс в арабском мире // Южно-российский журнал социальных наук. 2004. № 2. С. 6–15.
8. Примаков Е. М. «Арабская весна» и теория столкновений цивилизаций // Ислам в современном мире: внутригосударственный и международно-политический аспекты. 2011. № 3-4. С. 6–7.
9. Сатановский Е. Я. Котёл с неприятностями. Ближний Восток для «чайников». М.: Litres, 2018. 576 с.
10. Kenny L. M. Sati'al-Husri's Views on Arab Nationalism // Middle East Journal. 1963. Vol. 17. No. 3. P. 231–240.
11. Khatib L. Political Culture in the Arab World: Assumptions and Complexities / KAS: Regional Program Political Dialogue South Mediterranean. URL: <https://www.kas.de/documents/282499/282548/Mediterranean+Dialogue+Series+no.+34+Political+Culture+in+the+Arab+World.pdf/acfff329-81b8-f7a1-d690-70cba27175a3?version=1.0&t=1611311796963> (дата обращения: 15.11.2023)
12. Moten A. R. Politics in Islam // Political Science: An Islamic Perspective. 1996. No. 1. P. 17–31.
13. Ramadan T. Islam and the Arab Awakening. N.Y.: Oxford University Press, 2012. 245 p.
14. Robby H. M. F. Arab Nationalism: Past, Present, and Future // Arab Nationalism. 2020. Vol. 5. No. 1. P. 1–32.
15. Simonsen C. E., Spindlove J. R. Terrorism Today: The Past, the Players, the Future. New Jersey: Prentice Hall, 2000. 364 p.

#### REFERENCES

1. Avatkov VA. Turkey's foreign and domestic policy. Key changes in 2020 // Svobodnaya mysl' = Free thought. 2021;1(1685):81-90. (In Russ.).
2. Voskresensky A. D. Comparative analysis of political systems, political cultures and political processes in the East as part of the discourse of global comprehensive regional studies: general patterns and specifics of their regional transformation. Political systems and political cultures of the East. Moscow: AST Publishing House; 2006. No. 1. P. 5-31. (In Russ.).
3. Dolgov BV. The phenomenon of the "Arab Spring" 2011-2016: causes, development, prospects. Tunisia, Egypt, Libya, Syria, Algeria. M.: Lenand Limited Liability Company; 2016. 200 p. (In Russ.).
4. Isaev GG. The Middle East in an Era of Historic Change. Islam in the modern world. 2011;(3-4):18-19. (In Russ.).
5. Mirgorod DA. Military Elites in the Political Process of the Middle Eastern and North African Countries. 2022;3(2):41-50. (In Russ.).
6. Mirskij G.I. International terrorism, Islamism and the Palestinian problem. Moscow: IMEMO RAS, 2003. 103 p. Moscow: IMEMO RAN; 2003. 103 p. (In Russ.).
7. Panin VN. The political process in the Arab world. South-Russian Journal of Social Sciences. 2004;(2):6-15. (In Russ.).
8. Primakov EM. The "Arab Spring" and the Clash of Civilizations Theory. Islam in the modern world. 2011;(3-4):6-7. (In Russ.).
9. Satanovsky EYa. A cauldron of troubles. The Middle East for dummies. M.: Liters; 2018. 576 p. (In Russ.).
10. Kenny LM. Sati'al-Husri's Views on Arab Nationalism. Middle East Journal. 1963;17(3):231-240.
11. Khatib L. Political Culture in the Arab World: Assumptions and Complexities / KAS: Regional Program Political Dialogue South Mediterranean. Available from:

<https://www.kas.de/documents/282499/282548/Mediterranean+Dialogue+Series+no.+34+Political+Culture+in+the+Arab+World.pdf/acfff329-81b8-f7a1-d690-70cba27175a3?version=1.0&t=1611311796963> [Accessed 15 November 2023].

12. Moten AR. Politics in Islam. Political Science: An Islamic Perspective. 1996;(1):17-31.
13. Ramadan T. Islam and the Arab Awakening. N.Y.: Oxford University Press; 2012. 245 p.
14. Robby HMF. Arab Nationalism: Past, Present, and Future. Arab Nationalism. 2020;5(1):1-32.
15. Simonsen CE, Spindlove JR. Terrorism Today: The Past, the Players, the Future. New Jersey: Prentice Hall; 2000. 364 p.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Алихан Магомедович Исраилов** – аспирант, Пятигорский государственный университет, +79635940014, [al.isr.2000@mail.ru](mailto:al.isr.2000@mail.ru)

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Alihan M. Israilov** – Postgraduate, Pyatigorsk State University, +79635940014, [al.isr.2000@mail.ru](mailto:al.isr.2000@mail.ru)

**Конфликт интересов:** автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest:** the author declares no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию: 12.03.2024;  
одобрена после рецензирования: 19.04.2024;  
принята к публикации: 10.06.2024.*

*The article was submitted: 12.03.2024;  
approved after reviewing: 19.04.2024;  
accepted for publication: 10.06.2024.*

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 202-212.  
Modern Science and Innovations.  
2024;2(46):202-212.

ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
POLITICAL SCIENCE

Научная статья / Original article

УДК 323; 327

<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.21>

Мария Сергеевна Погосова  
[Maria S. Pogosova]

Медиатизация политики и политическое  
манипулирование как составляющие  
информационного противоборства

Mediatization of politics and political  
manipulation as components of information  
warfare

Пятигорский государственный университет, г. Пятигорск, Россия, [pogosova-mari@mail.ru](mailto:pogosova-mari@mail.ru) / Pyatigorsk State University, Pyatigorsk, Russia, [pogosova-mari@mail.ru](mailto:pogosova-mari@mail.ru)

**Аннотация.** В статье рассматривается проникновение медийной составляющей в информационное противоборство, что приводит к значительным трансформациям в логике и функциональном интерфейсе принятия решений на политическом уровне, а также к изменению внутривнутриполитической ситуации, основанной на изменении общественной дискуссии. Делается вывод, что средства массовой коммуникации и политика сражаются не только в поле интересов политической элиты и политического руководства, но и в зоне создания политического курса, политических ориентиров, обеспечивающих политический смысл существования определенного общества. Следующий вывод - в современных условиях медиатизация политики с целью информационного противоборства присуща любому политическому режиму и включает в поле влияния, например, повседневную культуру, культуру выбора делегирования полномочий, культуру реагирования и понимания новостной информации, отношение к депутатскому корпусу и в целом доверие к СМИ. Но при этом процессы информационного противоборства могут протекать в различных вариациях – от концентрации умов, когда политические смыслы транслируются неизменными, что дает возможности для позитивного сотрудничества, либо информационное противоборство приводит к открытой конфронтации, подогреваемой пропагандой.

**Ключевые слова:** информационное противоборство, информационная среда, медиакommunikация, политический процесс, медиатизация политики, манипулирование сознанием

**Для цитирования:** Погосова М. С. Медиатизация политики и политическое манипулирование как составляющие информационного противоборства // Современная наука и инновации. 2024. № 2 (46). С. 202-212. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.21>

**Abstract.** The article examines the penetration of the media component into information warfare, which leads to significant transformations in the logic and functional interface of decision-making at the political level, as well as to changes in the internal political situation based on changes in public discussion. It is concluded that mass media and politics merge not only in the field of interests of the political elite and political leadership, but also in the area of creating a political course, political guidelines that provide the political meaning of the existence of a certain society. The following conclusion is that in modern conditions, the mediatization of politics for the purpose of information confrontation is inherent in any political regime and includes in the field of influence, for example, everyday culture, culture of choice of delegation of authority, culture of reaction and understanding of news information, attitude towards the deputy corps and, in general, trust in the media. But at the same time, the processes of information warfare can occur in various variations – from the concentration of minds, when political meanings are transmitted unchanged, which gives opportunities for positive cooperation, or information warfare leads to open confrontation, fueled by propaganda.

**Keywords:** information warfare, information environment, media communication, political process, mediatization of politics, manipulation of consciousness

**For citation:** Pogosova MS. Mediatization of politics and political manipulation as components of information warfare. Modern Science and Innovations. 2024;2(46):202-212. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.21>

**Introduction.** The rivalry of political systems, the desire of individual subjects who have private media or have administrative resources that allow them to influence the media, create an information confrontation when it is possible to influence the perception of an individual or even society of the world around them. We are talking about the possibility of artificially, through the media, creating a picture of the world that does not correspond to reality that does not reflect objective reality. Even W. Lippman formulated the idea of a “pseudo-environment”, which is formed by the mass media, and “a person is not able to verify the accuracy of the information received through the mass media, and is forced to trust it” [19, 29]. Previously, this process was called mediocratization, and political confrontation based on information confrontation and influence on the media-political space, on the interaction and formation of media-political complexes - mediacracy [3, 85-86]. As an example, let us cite serious structural changes accompanied by information confrontation and symbolic forms that are firmly entrenched in the public consciousness, for example, the “era of glasnost”, “perestroika”, “Cold War”, “stagnation”, “thaw”, “Arab Spring”, etc.

Even the French sociologist P. Champagne turned to the theory of “mediatization of politics,” which considers such aspects of information warfare as the development of political topics on radio and especially on television. The researcher emphasized that the active intervention of politicians in the information sphere led to a change in the very content of what the media call “politics” [34, 154]. It should be noted that in the modern political space, information confrontation entails a new configuration of the strategic communication frame (frame of the rules of the game), where relations between the participants - the largest media, government bodies and political communication bodies - are built on the basis of mutual benefit, be it economic or political dividends, which leads to serious structural changes in the political process, political consciousness and political culture.

In connection with the above, the need to study the manipulation of human consciousness, which is the essence of information warfare, is becoming urgent.

**Materials and research methods.** The article uses a structural-functional method, which implies the decomposition of the object being studied into its component parts and the disclosure of the internal connection and relationship between them. The thematic field of research contributed to the use of general scientific methods of theoretical knowledge, such as the scientific description of the object of knowledge, the axiomatization method, the hypothetico-deductive method, the formalization method, etc. Among the specific scientific research methods, the authors turned to the method of theoretical pluralism.

**The degree of scientific development of the topic.** Fundamental works in the field of media research and information warfare in political communication were proposed by such Western scientists as B. Berelson, H. Godet and P. Lazarsfeld [2, 142], K. Deutsch [39], G. Lasswell [42, 37- 51], M. McCombs and D. Sheve [43, 176-185], J. Clapper [40], W. Weiss [44, 77-195], etc.

The works of famous domestic scientists deserve attention - I.A. Bronnikova [5, 66-88], V.V. Burmatova [6], M.S. Vershinina [8], S.V. Volodenkova [11, 22-31], Yu.Yu. Lektorova [18], N.V. Opanasenko [25], N.P. Pimenova [26], O.N. Podorova-Anikina [28], A.I. Solovyov [30, 5-18] and others, who focus on the difficulties and subtleties of the conceptual analysis of information warfare.

Modern domestic science examines in detail the problems of information warfare by using the capabilities of the media space. These are the works of E.L. Dotsenko [14], M.M. Dunyaeva [15], I.V. Nightingale [31, 1374-1390], A.Ya. Farina [33] and others, who discuss technologies for constructing socio-political reality in political confrontation. G.V. Kashkan [2, 142], O.A. Kuprin [2, 142], N.A. Lukyanova [2, 142], O.Yu. Malinova [2, 142], T.N. Mitrokhina [2, 142] and others explore the mechanisms of formation of semantic content and political discourse in order to influence public opinion.

Much attention is paid to the activities of the media, which often pose a threat to the construction or existence of civil society, the information and psychological security of the

individual, and national security, considered in their works by M.A. Astvatsaturova [2, 142], R.V. Abrahamyan [2, 142], S.V. Anufrienko [2, 142], A.K. Botasheva [2, 142], E.V. Galkina [2, 142], P.L. Karabuschenko [2, 142], B.G. Koibaev [2, 142], S.I. Linets [2, 142], A.V. Peconidi [2, 142] and others.

But a review of the literature shows that, despite a fairly large number of works close to our chosen topic, a comprehensive and large-scale study of the phenomenon of information warfare has not been carried out. It is precisely this circumstance that dictated the choice of the topic of the article.

**Research results and their discussion.** Back in the late 1940s, Western scientists established that the political message (the shortest meaning, a summary of the political text) and the essence of political texts play a very important role not only in the process of human communication, but also in the process of information warfare, in the opinion of most researchers, based on the manipulation of consciousness. Therefore, we agree with D.P. Gavroy, who comes to the conclusion: “information warfare is a form of struggle of social actors aimed at obtaining information superiority and winning in the sphere of real life, which represents the use by each of them of information and other resources, special means and methods to influence information processes and information environment of the opposing subject and protection of one’s own information processes and information environment” [12, 20].

Modern science examines in detail the problems of information warfare. And here we agree with leading scientists that the core of information warfare is the propaganda and psychological impact on human consciousness. So, A.Ya. Kasyuk suggests that “In the system of methods and methods of information warfare, along with information and propaganda influence in the first decades of the 21st century, information and psychological influence occupies an increasingly important place. Information-psychological impact is an influence on individual or social consciousness that causes a transformation of the psyche, a change in views, opinions, attitudes, value orientations, motives, attitudes, stereotypes of the object” [16, 23].

Considering that the media communication sphere, as a medium for conducting information warfare, is based on the manipulation of the individual’s consciousness, researchers name various technologies and techniques for influencing the human psyche in the process of information warfare and manipulation of political consciousness. In order to obtain an advantage, for example, [27, 8] are used: 1) “choice without choice” (when the field of choice is narrowed and only options that suit only the manipulator remain); 2) “fragmentation” (consists in informing the object of manipulation with fragmentary, brief, meager, insignificant reports about large-scale or significant events); 3) “simplification of the problem” (information is presented in such a way that the object of manipulation involuntarily affirms the idea that the information is beyond the scope of his understanding or knowledge); 4) “extraction from history” (false knowledge is introduced, various myths are used, certain facts are presented and others are hushed up).

In the field of television, when conducting information warfare, political manipulators more often use such manipulative technologies as “neurolinguistic programming” (NLP) and “repetition”. The first technique, using the technique of intonation highlighting individual words in the spoken text, carries a “hidden command” and a “hidden message”. The second technique consists of daily, constant and continuous information over a long period of time on the same topic, which affects the person’s subconscious, forcing other, more significant events to be relegated to the background or to “accept” as true the imposed information with which the recipient was previously exposed. I don't agree. Political manipulation and the construction of a different political reality is realized with the help of lexical and grammatical means of expressing epistemic modality, thanks to which the necessary behavior is achieved in the objects of manipulation.

The Internet is no less significant in terms of political manipulation. These are all kinds of blogs and websites, as well as news programs that use the technique of “information noise and rumors.” Their manipulative capabilities during information warfare are revealed by a large-scale accumulation of a large volume of various secondary information, after which the object of manipulation is unable to concentrate on searching for or understanding messages or problems that

are important to him.

Note that the nature of information warfare includes a double impact. The first is an open message, the second is a parallel “coded” signal intended to evoke those actions, behavior, opinions or feelings that the manipulator needs. The maximum success of political or other manipulation is facilitated by the ignorance of the individual or groups in a certain area, which does not allow the subjects at whom the power of information influence is directed to defend their interests.

Political manipulation in information warfare with the aim of shaping a certain media reality has become a widespread practice. In this case, the objective reflection of facts is relegated to the background, and the tasks of managing mass perception with the help of fictitious events, facts, and processes come to the fore. As a demonstration of this phenomenon, D. Rushkoff gives the following example, when the murder of a football fan can be presented in the media in a biased way, in the light of a nationalist interpretation, which will be a hidden radical message and will entail a chain reaction of discussion on social networks, actively supported in blogosphere. The growth of comments and the sending of information to the mobile phones of an endless circle of people, ultimately, can cause a strong emotional response in a large number of audiences, which will turn them into an angry crowd that can be indirectly controlled via the Internet and brought out into the city streets in a matter of hours [29].

This mechanism was used by specialists during color revolutions, often practiced by anti-globalists during actions, and is increasingly being used by various extremist groups. Such a reaction to information that has entered the sphere of mass media, interpreted in a certain way, aimed at changing worldviews, usually accompanied by video recording and hidden information inserts, can be called a “network virus.” Thus, any event interpreted and presented to the public can carry such a network virus, and with the development of digital technologies and mobile devices, the spread of the virus occurs instantly, which facilitates the process of manipulation. The global nature of the network and the anonymity of the distributor make network viruses especially dangerous, which is important from the point of view of the information security of nation states.

In this regard, the statement that the power of the ruler in a totalitarian society does not need to manipulate the consciousness of the masses at all [9, 30] has now lost its relevance. In our opinion, totalitarian governments in the age of the Internet and globalization are no less committed to the total invasion of the media into the control of a person’s feelings and consciousness, his passions, tastes, preferences, including political ones.

So, the political life of society is increasingly becoming the sphere of show business and public relations, which gave rise to the famous Canadian media researcher M. McLuhan to call the modern world a “global village” and the era of the “new tribal man,” since the mass media “returns man into a primitive state, in which the auditory-visual multidimensional perception of collectivity and the world as a whole comes first” [22]. In the “global village,” myth reigns, and with the help of mass media, according to M. McLuhan’s prophecy, “it will be possible to keep the emotional climate of entire cultures under control” [7, 10].

The constructivist approach when considering the problem of mediatization of politics interfering in the information space during information confrontation was demonstrated by the leading German sociologist N. Luhmann, the creator of the concept of social systems, who gave an original interpretation of the mass media as a separate social system operating on the basis of the binary code “information/ non-information.” According to N. Luhmann's hypothesis, the reality of the mass media is a second-order reality. It is intended to replace those landmarks of knowledge that in another historical period of time were formed through priests, aristocrats, sages, religion, etc. [21].

Information warfare is ideological in its essence, since information is specially generated, sold and bought, contract “murders” can be carried out with the help of a pen, and the interpretation of current political information continues to carry an ideological load.

When conducting information warfare, any information can act as a means for constructing the desired reality, for example, news from the world of economics, which, it would seem, should have objectivity. However, even economic events are presented selectively, depending on the degree to which they attract media attention. In this regard, D. Croteau notes that economic information in the media often concerns only the life of the business community [38].

Despite the fact that most media declare their ideological impartiality (which is explained by the desire to maintain neutrality in any situation, given that radicalism is not welcomed and “centrism” is traditionally held in high esteem), an invisible ideological commitment is certainly present, at least even in that a certain standard of democracy with a “centrist” position is being promoted. We can say that schemes for interpreting events are generated and circulated in the spirit of the dominant interpretations of Western “common sense” [32], reproducing or trying to reproduce the existing social order and the values on which it is based.

Consequently, we can agree with the researchers that information confrontation is based on the mediatization of politics, which is nothing more than “a set of mass phenomena of information impact and interaction in the process of penetration of the political field into the media, as a result of which there is a movement of political meanings from the real area to the area virtual, media” [10, 4].

At the same time, the information confrontation itself leads to the devaluation of traditional methods of legitimizing power, but the desire to influence the enemy forces political subjects to move even further into the sphere of virtual political space and to exploit the capabilities of the media even more actively. Of particular concern is the “intransitivity” of mass media serving mediatized politics, i.e. lack of technical ability for the recipient to give an adequate response to those who turn the world into a virtual, iconic reality. In other words, this is the absence of exchange between the subject (producer of information) and the object of exchange (consumer of information), where the communicator is not interested in the active position of recipients, their feedback, mental activity, or analytical approach to the perceived information.

Moreover, the manifestation of information and psychological influence from the media on public opinion and the consciousness of the population with a deliberately constructed goal (if not to misinform the population, then, at a minimum, to construct distorted/false ideas about international events and political events in the world) has become a new type of weapon, which is used in all countries of the world.

Virtual reality is the main result of the possibilities of information warfare, where the media are an active participant in this process. Formal or informal political subjects participate in the process of political interaction, either when interests coincide with the sphere of mass media (usually this occurs through public presentations of political meanings) or within the political sphere (for example, with the help of management technologies), or on the Internet, where they can remain shadow players in the political field.

In connection with the listed aspects of information warfare, it is possible to predict further qualitative changes, both in the structure of the media and in the strategy of states that seek to expand the degree of their influence on public opinion. Thus, information warfare, which is accompanied by political manipulation and/or purposeful construction of the “necessary” political reality, threatens the construction or existence of civil society, the information and psychological security of the individual, sometimes threatening national security, which makes the problem under consideration especially relevant.

The ensuing nature of the changes associated with the development of new media has brought forward the emergence of new theories of the model of mass political communication, among which the dialogue model of the Dutch researchers J. Bordwik and B. van Kaam is of particular interest. They focused on the emergence of alternative types of information flow, suggesting that the dialogue model of broadcasting is more typical for the flow of information in a real communication network, since agents have the opportunity to independently choose the time, topic and place of the message [37, 17-18]. In this case, it is possible to ignore the center and intermediaries.

In contrast to this model, we should highlight the widespread broadcasting model, in which information is broadcast from one center to a mass audience, which gives such a model a monological character and, accordingly, the leading character of the sender of information in mass political communication.

Having analyzed the essential side of political communication, which is carried out in the sphere of media space and more often serves to ensure issues not only of power and power interests, but also of information confrontation, we note that two components are mandatory in the process of modern mass communication: “source” and “consumer” / “involuntary consumer”. Note that this is the first time the problem has been considered from the “consumer”/ “involuntary consumer” perspective. This means that the phenomenon of mass political communication acts as the semantic content of the interaction of political subjects through the circulation of information in the process of struggle for power or its retention and in the process of information struggle, when attitudes are dictated that are internally rejected by the individual, but he is in the field of media influence.

It should be noted here that the concept of “media space” is the most important element of the conceptual apparatus of our research, since it is important for us to identify the relationship of social and political processes that underlie the concept of information confrontation in the “media space”, which will make it possible to determine the functional meaning of the media space in connection with political communication aimed at information impact.

The very concept of “media space,” which is actively used in the field of mass communication, is relatively new for political science and has not been fully conceptually developed. Moreover, this term is not associated with definitions in related disciplines that use the terms QMS or media. Traditionally, sociologists were the first to study the phenomenon of media space and more often designate it as “a special reality that is part of the social space and organizes social practices and representations of agents” [36, 36]. Domestic sociologist S.I. Shelonaev, relying on the teachings of P. Bourdieu on the functioning of the media space, understands by this term a set of force fields, the “nodes” of which are “media agents (mass audience, owners and representatives of the media), relations between which are built on the basis of influence or power” [35, 85].

We can talk about the birth of “mediatized political communication,” since today its implementation requires a small space where there is any electronic device and the Internet. Unlike previous years, the emphasis of political mobilization has moved from newspapers, radio, and to some extent television, to the Internet (blogosphere, social networks and other platforms). From now on, the preference of information consumers is given to personal media viewing, and mass political communication has come to be reduced to influencing the consciousness of the individual and the public consciousness in general through the use of the capabilities of “new media” and the formation of a certain media reality. We are talking about the mediatization of politics and the manipulation of an individual’s political beliefs, views and preferences.

In the context of the global media space, media in politics have become the main, if not the only important, channel for the dissemination of both influencing and counteracting information. The main characteristic feature of modern mass political communication has become the ability to experiment with “spaces”, audiences and the very potential of new media. As a result, politics began to be understood not only as relationships that develop in the struggle for power, but also as a systemic communicative device, where alternative actors in the political space are created through the Internet. Now it is the mass media that can determine the essence, content orientation and nature of the socio-political processes taking place in society.

During propaganda, the mechanism of influence on human consciousness occurs due to logical substitutions and emotional experiences occurring in the human mind. As a result, the formation of new attitudes is produced that influence the social or political behavior of the individual. It turns out that the mechanisms of influence on a person for propaganda purposes are based on the psychological impact on consciousness and affect the entire psychological and emotional sphere of the individual.

Of course, political culture and the political consciousness of citizens play an important role in the promotion of political values. It cannot be denied that the dominant political culture directs information flows in a certain direction, “sets” political and communication processes at a certain level of value orientations, patterns of political behavior, etc. Let us take as an example the elite American publication New York Times, whose views, as is known, have always been pro-government. It has become traditional for New York Times journalists to express the official point of view, reflecting the idea that American diplomacy is right.

**Conclusion.** Information warfare, as a process of communication technology, is carried out through a synthesis of everyday and theoretical knowledge, presented to the audience with the help of specially fabricated audiovisual information, which is, in essence, either political propaganda or a frankly psychological impact on the addressee. It turns out that the process of information warfare cannot proceed without the use of political propaganda, which is one of the leading tools in the implementation of intended political goals, which include, for example, the formation of public opinion on pressing government issues, changing the emphasis in the news “agenda”, distraction attention from covering topics and problems that are undesirable for authorities. Also, the process of information confrontation cannot proceed without the mediatization of politics, which has led to the fact that political subjects, in their desire to manipulate the political beliefs, views and preferences of an individual, often carry out an artificial construction of political reality in order to influence public consciousness. In this regard, it seems appropriate to study in more detail the effect of an equally effective tool for mediatizing politics - the mechanism of setting the “agenda”. Here we can state that the construction of political reality has brought virtual models into the socio-political reality of the population of most countries of the world, which contain an endless variety of brands, simulacra and political stereotypes that fill the communication space.

It should be emphasized that the simulation of objectivity and reality is inherent not only in professional journalists, but also in politicians when interacting with the media. They demonstrate a good knowledge of the subject of discussion, history, philosophy, economic factors and political events, skillfully misleading through a logically constructed chain of argumentation.

Thus, modern mass communications systems have become a convenient tool of information warfare for disseminating messages designed to influence the socio-political consciousness and behavior of citizens, to evoke certain political attitudes, views, and orientations. In the case of political communication in the media space, we are dealing with the media space as part of the political space, which projects political structures formed in the process of interaction of political actors into other subspaces or fields of socio-political space.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аствацатурова М. А., Абрамян Р. В. Этносоциальный и этнополитический контент СМИ Ставропольского края в условиях современных рисков Северо-Кавказского Федерального округа // Журналист. Социальные коммуникации. 2013. №1. С. 71-80.
2. Ануфриенко С. В., Линец С. И. Российская пресса как инструмент противодействия терроризму: мониторинг, анализ, интерпретация // Вестник ПГЛУ. 2014. № 12. С. 112-116.
3. Бодрунова С. С. Медиакратия: СМИ и власть в современных демократических обществах: дис. ...докт. полит. наук. СПб., 2015. 286 с.
4. Боташева А. К., Миллер И. С. Специфика политических дебатов в рамках политической коммуникации в предвыборный период // Каспийский регион: политика, экономика, культура. 2019. № 2 (59). С. 62-68.
5. Бронников И. А. Политическая коммуникация и современность // Юридические исследования. 2013. № 4. С. 66-88.
6. Бурматов В. В. Политическая коммуникация в России: запрос на новый институциональный порядок // Государственное управление. Электронный вестник. 2012. № 33. С. 6-21.

7. Верник А. Г. Теория социальных медиа в работах Маршала Маклюэна // Вестник Челябинского государственного университета. 2014. № 23. С. 10.
8. Вершинин М. С. Политическая коммуникация в информационном обществе. М.: Изд-во РГБ, 2009. 252 с.
9. Владимирова М. Б. Скрытое воздействие на массовое сознание (манипулирование) как современная проблема // Социальные коммуникации. 2011. № 4. С. 30-45.
10. Воинова Е. А. Медиатизация политики как феномен новой информационной культуры: автореф. дис. ... канд. филол. наук. М., 2006. 24 с.
11. Володенков С. В. Политическая коммуникация и современное политическое управление // Вестник Московского университета. Серия 12: Политические науки. 2011. № 6. С. 22-31.
12. Гавра Д. П. Информационное противоборство: современное понимание, характеристики, подходы к междисциплинарному познанию // Российская школа связей с общественностью. 2023. № 29. С. 10-26.
13. Галкина Е. В., Койбаев Б. Г., Пекониди А. В. Внутриполитический имидж России в медийном пространстве США (2008-2011 гг.). Владикавказ: ИПЦ СОИГСИ ВНЦ РАН и РСО-А, 2013. 216 с.
14. Доценко Е. Л. Психология манипуляции: феномены, механизмы и защита. М.: Речь, 2003. 304 с.
15. Дуняева М. М. Современные средства массовой коммуникации как технологии «информационной войны» // Перспективы науки. 2014. № 10 (61). С. 121-124.
16. Касюк А. Я. Информационно-психологическое воздействие в информационном противоборстве // Вестник Московского государственного лингвистического университета. Общественные науки. 2021. № 1 (842). С. 22-34.
17. Куприна О. А. Массовая коммуникация как элемент политических манипуляций // Наука и Мир. 2023. № 3 (3). С. 245-246.
18. Лекторова Ю. Ю. Политическая коммуникация в информационном пространстве: опыт теоретико-методологического осмысления // Вестник Пермского университета. Серия: Политология. 2011. № 1. С. 71-80.
19. Липпман У. Общественное мнение. М.: Институт фонда «Общественное мнение», 2004. 384 с.
20. Лукьянова Н. А., Кашкан Г. В. Коммуникативно-семиотические технологии конструирования социально-политической среды // Вестник Российского государственного гуманитарного университета. 2011. № 1. С. 50-58.
21. Луман Н. Реальность массмедиа. М.: Праксис, 2005. С. 133-134.
22. Маклюэн М. Понимание медиа: Внешние расширения человека. М.; Жуковский: «КАНОН-пресс-Ц», «Кучково поле», 2004. 418 с.
23. Малинова О. Ю. Конструирование смыслов: исследование символической политики в современной России. М.: Институт научной информации по общественным наукам РАН, 2013. 421 с.
24. Митрохина Т. Н. Проектирование современной политики: дискурс-анализ СМИ // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2014. № 5 (54). С. 157-164.
25. Опанасенко Н. В. Политические коммуникации: новые возможности и технологии // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Политология. 2013. № 1. С. 150-155.
26. Пименов Н. П. Концепты новых форм политической коммуникации в современной России // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Политология. Религиоведение. 2015. Т. 11. С. 105-111.
27. Пирущий О. Н. Телевидение и Интернет как средства политической манипуляции: дис. ... канд. полит. наук. Ставрополь, 2009. 180 с.

28. Подорова-Аникина О. Н. Политические коммуникации в условиях трансформации современного российского общества: дис. ....канд. полит. наук. СПб., 2013. 251 с.
29. Рашкофф Д. Медиавирус! Как поп-культура тайно воздействует на ваше сознание. М.: Ультра. Культура, 2003. С. 115-116.
30. Соловьев А. И. Политическая: к проблеме теоретической идентификации // Полис. Политические исследования. 2014. № 3. С. 5-18.
31. Соловей И. В. Трансформация политического бытия в пространстве медиа-реальности // В мире научных открытий. 2014. № 11.3 (59). С.1374-1390.
32. Тузиков А. Р. Масс-медиа: идеология видимая и невидимая // Полис. Политические исследования. 2002. № 5. С. 123-133.
33. Фарина А. Я. Анализ современных форм, методов и приемов информационно-психологического воздействия по каналам СМИ // Вестник Московского государственного лингвистического университета. 2010. № 581. С. 247-266.
34. Шампань П. Делать мнение: новая политическая игра. М.: Socio-Logos, 1997. 354 с.
35. Шелонаев С. И. Медиапространство: структура и распределение социально капитала медиа-агентов // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). 2011. № 4. С. 85-98.
36. Юдина Е. Н. Медиапространство как культурная и социальная система. М.: Прометей, 2005. 236 с.
37. Bordewijk J. L., Kaam B. Towards a classification of new teleinformation services // *Intermedia*. 1986. Vol. 14. No. 1. P. 17-18.
38. Croteau D., Hoynes W. *Media/Society: Industries, Images, and Audiences*, London: Sage publications, 2003. P. 123-134.
39. Deutsch K. W. *The Nerves of Government. Models of Political Communication and Control*. N.Y.: The Free Press, 1963. 316 p.
40. Klapper J. *The effects of mass communication*. N.Y.: Free Press, 1960. 302 p.
41. Lazarsfeld P., Berelson B., Gaudet H. *The People's Choice: How the Voter Makes Up his Mind in a Presidential Campaign*. N.Y. Columbia University Press, 1968. 478 p.
42. Lasswell H. D. *The Structure and Function of Communication in Society*. // *The Communication of Ideas* / Ed.: L. Bryson. New York, 1948. P. 37-51.
43. McCombs M., Shaw D. *The Agenda-Setting Function of Mass-Media* // *Public Opinion Quarterly*. 1972. No. 36. P. 176-185.
44. Weiss W. *Effects of the Mass Media of Communication* / *The Handbook of Social Psychology* / Eds. G. Lindzey, E. Aronson. Boston: Addison-Wesley, 1970. P. 77-195.

#### REFERENCES

1. Astvacaturova MA, Abramyan RV. Ethnosocial and ethnopolitical content of the media of Stavropol Krai in the context of modern risks of the North Caucasian Federal District // *Zhurnalists. Socialnye kommunikacii = Journalist. Social communications*. 2013;(1):71-80. (In Russ.).
2. Anufrienko SV, Linec SI. Russian press as a tool for countering terrorism: monitoring, analysis, interpretation. *Vestnik PGLU = Pyatigorsk state linguistic university bulletin*. 2014;12:112-116. (In Russ.).
3. Bodrunova S. S. *Mediacracy: mass media and power in modern democratic societies: diss. ... doctor of political sciences*. St. Petersburg; 2015. 286 p. (In Russ.).
4. Botasheva AK, Miller IS. The specificity of the political debates within political communication during the election period. the Caspian region: politics, economics, culture. 2019;2(59):62-68. (In Russ.).
5. Bronnikov IA. Political communication and modernity. *Legal Studies*. 2013;(4):66-88. (In Russ.).
6. Burmatov VV. Political communication in Russia: demand for a new institutional order. *Public Administration. E-journal (Russia)*. 2012;(33):6-21. (In Russ.).

7. Vernik AG. Social media theory in the works of Marshall McLuhan. *Bulletin of Chelyabinsk State University*. 2014;(23):10. (In Russ.).
8. Vershinin M. S. *Political communication in the information society*. Moscow: Publishing house of the Russian State Library, 2009. 252 p. (In Russ.).
9. Vladimirova MB. Hidden influence on mass consciousness (manipulation) as a modern problem. *Zhurnal. Socialnye kommunikacii = Journalist. Social communications*. 2011;(4):30-45. (In Russ.).
10. Voinova EA. *Mediatization of politics as a phenomenon of a new information culture: author's abstract. dis. ... candidate of philological sciences*. Moscow; 2006. 24 p. (In Russ.).
11. Volodenkov SV. *Political communication and contemporary political management*. Moscow University Bulletin. Series 12. Political Science. 2011;(6):22-31. (In Russ.).
12. Gavra DP. *Information confrontation: modern understanding, characteristics, approaches to interdisciplinary knowledge*. *Rossijskaya shkola svyazej s obshestvennostyu = Russian School of Public Relations*. 2023;(29):10-26. (In Russ.).
13. Galkina EV, Koibaev BG, Pekonidi A. V. *Domestic political image of Russia in the media space of the USA (2008-2011)*. Vladikavkaz: IPC SOIGSI VSC RAS and RNO-A; 2013. 216 p. (In Russ.).
14. Dotsenko EL. *Psychology of manipulation: phenomena, mechanisms and protection*. Moscow: Rech; 2003. 304 p. (In Russ.).
15. Dunyaeva MM. *Modern mass media as information warfare technologies*. *Perspektivy nauki = Prospects of Science*. 2014;(10)(61):121-124. (In Russ.).
16. Kasyuk AY. *Information-psychological actions in information warfare*. *Vestnik of Moscow State Linguistic University. Social Sciences*. 2021;(1)(842):22-34. (In Russ.).
17. Kuprina OA. *Mass communication as the element of political manipulations*. *Science and world*. 2023;(3)(3):245-246. (In Russ.).
18. Lektorova YuYu. *Political communication in the information space: an experience of theoretical and methodological understanding*. *Bulletin of Perm University. Political Science*. 2011;(1):71-80. (In Russ.).
19. Lippman U. *Public Opinion*. Moscow: Institute of the Public Opinion Foundation; 2004. 384 p. (In Russ.).
20. Lukyanova NA, Kashkan GV. *Communicative-semiotic technologies of constructing social-political environment*. *Vestnik Rossijskogo gosudarstvennogo gumanitarnogo universiteta = Bulletin of the Russian State University for the Humanities*. 2011;(1):50-58. (In Russ.).
21. Luhmann N. *The Reality of Mass Media*. Moscow: Praxis; 2005. P. 133-134. (In Russ.).
22. McLuhan M. *Understanding Media: External Extensions of Man*. M.; Zhukovsky: "CANON-press-C", "Kuchkovo Pole"; 2004. 418 p. (In Russ.).
23. Malinova O. Yu. *Construction of meanings: a study of symbolic politics in modern Russia*. Moscow: Institute of Scientific Information on Social Sciences, Russian Academy of Sciences; 2013. 421 p. (In Russ.).
24. Mitrohina TN. *Planning contemporary politics media discourse analysis*. *Bulletin of Saratov State Social and Economic University*. 2014;(5)(54):157-164. (In Russ.).
25. Opanasenko NV. *Political communications: new opportunities and technologies*. *RUDN Journal of Political Science*. 2013;(1):150-155. (In Russ.).
26. Pimenov NP. *Concepts of New Forms of Political Communication in Modern Russia*. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series "Political Science and Religion Studies"*. 2015;11:105-111. (In Russ.).
27. Pirushchy ON. *Television and the Internet as means of political manipulation: diss. ... candidate of political sciences*. Stavropol; 2009. 180 p. (In Russ.).
28. Podorova-Anikina O. N. *Political communications in the context of transformation of modern Russian society: dis. ....cand. political sciences*. St. Petersburg, 2013. 251 p. (In Russ.).

29. Rushkoff D. Mediavirus! How pop culture secretly influences your consciousness. Moscow: Ultra. Culture, 2003. P. 115-116.
30. Political Communication: To the Problem of Theoretical Identification. Polis. Political Studies. 2014;(3):5-18. (In Russ.).
31. Solovej IV. Transformation of political existence in media reality. In the World of Scientific Discoveries. 2014;(11.3)(59):1374-1390. (In Russ.).
32. Tuzikov AR. Mass-Media: Visible and Invisible Ideology. Polis. Political Studies. 2002;(5):121-134. (In Russ.).
33. Farina AYа. Analysis of modern forms, methods and techniques of informational and psychological influence via media channels. Vestnik of Moscow State Linguistic University. 2010;(581):247-266. (In Russ.).
34. Champagne P. Making an opinion: a new political game. Moscow: Socio-Logos, 1997. 354 p. (In Russ.).
35. Shelonaev SI. Media space: structure and distribution of social capital of media agents. Obshestvo. Sreda. Razvitie (Terra Humana). 2011;(4):85-98. (In Russ.).
36. Yudina EN. Media space as a cultural and social system. Moscow: Prometej; 2005. 236 p. (In Russ.).
37. Bordewijk JL, Kaam B. Towards a classification of new teleinformation services. Intermedia. 1986;14(1):17-18.
38. Croteau D, Hoynes W. Media/Society: Industries, Images, and Audiences, London: Sage publications; 2003. P. 123-134.
39. Deutsch KW. The Nerves of Government. Models of Political Communication and Control. N.Y.: The Free Press; 1963. 316 p.
40. Klapper J. The effects of mass communication. N.Y.: Free Press; 1960. 302 p.
41. Lazarsfeld P, Berelson B, Gaudet H. The People's Choice: How the Voter Makes Up his Mind in a Presidential Campaign. N.Y. Columbia University Press; 1968. 478 p.
42. Lasswell HD. The Structure and Function of Communication in Society. The Communication of Ideas. Ed.: L. Bryson. New York; 1948. P. 37-51.
43. McCombs M., Shaw D. The Agenda-Setting Function of Mass-Media // Public Opinion Quarterly. 1972;(36):176-185.
44. Weiss W. Effects of the Mass Media of Communication. The Handbook of Social Psychology. Eds. G. Lindzey, E. Aronson. Boston: Addison-Wesley; 1970. P. 77-195.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Мария Сергеевна Погосова** – магистрант кафедры международных отношений, политологии и мировой экономики, Институт международных отношений, Пятигорский государственный университет, +79197508947, [pogosova-mari@mail.ru](mailto:pogosova-mari@mail.ru)

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Maria S. Pogosova** – Undergraduate student of the Department of International Relations, Political Science and World Economy, Institute of International Relations, Pyatigorsk State University, +79197508947, [pogosova-mari@mail.ru](mailto:pogosova-mari@mail.ru)

**Конфликт интересов:** автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest:** the author declares no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию: 13.03.2024;  
одобрена после рецензирования: 19.04.2024;  
принята к публикации: 10.06.2024.*

*The article was submitted: 13.03.2024;  
approved after reviewing: 19.04.2024;  
accepted for publication: 10.06.2024.*

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 213-220.  
Modern Science and Innovations.  
2024;2(46):213-220.

ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
POLITICAL SCIENCE

Научная статья / Original article

УДК 327.5 (571.6)  
<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.22>

Эдуард Анатольевич Пронин  
[Eduard A. Pronin]<sup>1\*</sup>,

Денис Алексеевич Сафронов  
[Denis Al. Safronov]<sup>2</sup>,

Владислав Валерьевич Тарасенко  
[Vladislav V. Tarasenko]<sup>3</sup>

Западные и незападные исследовательские  
традиции изучения тайваньского вопроса

Western and non-western research  
traditions of studying the Taiwanese question

<sup>1</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия / Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Росгосстрах, г. Москва, Россия / Rosgosstrakh, Moscow, Russia

<sup>3</sup>МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия / Bauman Moscow State  
Technical University, Moscow, Russia

\*Автор, ответственный за переписку: Эдуард Анатольевич Пронин, [edpronin@yandex.ru](mailto:edpronin@yandex.ru) /  
Corresponding author: Eduard A. Pronin, [edpronin@yandex.ru](mailto:edpronin@yandex.ru)

**Аннотация.** Исследование фокусируется на изучении западных и не-западных исследовательских традиций в изучении тайваньского вопроса в современной политической науке. В работе рассматриваются подходы и методы анализа международных отношений вокруг Тайваня и предоставляется классификация подходов на основе используемых методов и инструментов. Различия между западными и не-западными исследовательскими традициями позволяют глубоко понимать тайваньский конфликт, учитывая его многогранный и сложный характер. Интеграция различных методов и подходов способствует разработке широких стратегий по разрешению и предотвращению конфликтов. В работе применяются различные исследовательские методики для описания тайваньского конфликта, включая целостный анализ политических, исторических, экономических и социокультурных аспектов. Историческая методология охватывает ключевые этапы событий вокруг Тайваня, начиная с последствий Гражданской войны в 1949 году. Политический анализ сфокусирован на стратегиях и тактиках различных государств в рамках конфликта. Социологические подходы изучают социокультурные аспекты конфликта, в то время как экономический анализ исследует экономические интересы, переплетенные с конфликтом. Сравнительный анализ с другими региональными конфликтами дает представление о уникальных особенностях тайваньского конфликта.

**Ключевые слова:** международные отношения, региональные конфликты, эскалация, парадигма, исследовательская традиция, Тайвань

**Для цитирования:** Пронин Э. А., Сафронов Д. А., Тарасенко В. В. Западные и незападные исследовательские традиции изучения тайваньского вопроса // Современная наука и инновации. 2024. № 2 (46). С. 213-220. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.22>

**Abstract.** The study focuses on exploring Western and non-Western research traditions in the study of the Taiwanese issue in contemporary political science. The paper examines the approaches and methods of analyzing international relations surrounding Taiwan and provides a classification of approaches based on the methods and tools utilized. Differences between Western and non-Western research traditions enable a comprehensive understanding of the Taiwanese conflict, considering its multifaceted and complex nature. Integrating various methods and approaches contributes to the development of broad strategies for conflict resolution and prevention. Various research methodologies are used to describe the Taiwanese conflict, including a holistic analysis of political, historical, economic, and socio-cultural aspects. The historical

*methodology covers key stages of events around Taiwan, starting from the aftermath of the Civil War in 1949. Political analysis focuses on the strategies and tactics of different states within the conflict. Sociological approaches examine the socio-cultural aspects of the conflict, while economic analysis explores the economic interests intertwined with the conflict. Comparative analysis with other regional conflicts provides insights into the unique features of the Taiwanese conflict. Research paradigms employed by Western scholars highlight several key aspects of analyzing the Taiwan conflict. Realist approaches emphasize national interests, power balance, and geopolitical dynamics. The liberal school underscores the role of international institutions, democracy, and economic interdependence in conflict resolution. Constructivist approaches utilize social constructs such as identity and norms to explain behavior in the conflict. Western researchers often use quantitative research methods such as statistical analysis and modeling. Conversely, non-Western scholars propose alternative analysis methods. The Chinese school focuses on China's history, culture, and foreign policy in the conflict context. The Japanese-Asian school emphasizes regional factors like Japan, South Korea, and ASEAN's roles in the conflict dynamics. Post-colonial studies analyze the influence of colonial legacies and neo-colonialism on the conflict. Conflict resolution studies utilize an interdisciplinary approach, integrating knowledge from various fields like political science, history, sociology, economics, and cultural studies. Access to diverse information sources and critical analysis aids in building an objective understanding of the conflict. Comparing Western and non-Western research traditions sheds light on the Taiwanese conflict, considering its multifaceted nature. Integrating different approaches facilitates the development of comprehensive strategies for conflict resolution and prevention. Further research on the Taiwanese conflict necessitates a multi-faceted approach encompassing a wide range of disciplines and methodologies for a deeper understanding of the issue and the formulation of constructive resolution strategies.*

**Keywords:** international relations, regional conflicts, escalation, paradigm, research tradition, Taiwan

**For citation:** Pronin EA, Safronov DA, Tarasenko VV. *Western and Non-Western Research Traditions of Studying the Taiwanese Question. Modern Science and Innovations. 2024;2(46):213-220. (In Russ.).* <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.22>

**Введение.** Различия между западными и не западными исследовательскими традициями позволяют получить всестороннее представление о тайваньском конфликте, учитывая его многоаспектную и сложную природу. Интеграция различных методов и подходов способствует разработке широкомасштабных стратегий для урегулирования и предотвращения конфликта.

**Материалы и методы исследований.** Для описания тайваньского конфликта используются различные методологии исследования научных подходов. Одним из наиболее распространенных методов является комплексный анализ политических, исторических, экономических и социокультурных аспектов конфликта.

Методология исторического подхода позволяет охватить основные этапы развития событий вокруг Тайваня, начиная с исследования ситуации после Гражданской войны в 1949 году. Исследование исторических документов, архивов и свидетельств очевидцев помогают понять корни конфликта и его динамику.

Политический подход направлен на анализ стратегий и тактик различных государств в рамках конфликта. Исследование политических решений, дипломатических переговоров, международных отношений и роли международного сообщества помогает выявить ключевые факторы и динамику конфликта.

Социологический подход позволяет изучить социокультурные аспекты конфликта, включая идентичность народов, общественное мнение, уровень образования, медийное воздействие и другие факторы, влияющие на развитие событий.

Экономический подход анализирует взаимосвязь экономических интересов и конфликта между Тайванем и Китаем, включая торговые отношения, инвестиции, экономическое развитие и влияние на мировую экономику.

Сравнительный анализ с другими региональными конфликтами также может быть полезным для понимания особенностей тайваньского конфликта и выявления общих закономерностей и уникальных особенностей.

Сочетание различных методологий исследования и научных подходов позволяет получить всестороннее и глубокое понимание тайваньского конфликта, его причин, динамики и перспектив разрешения.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Исследовательские парадигмы, применяемые западными учеными для анализа конфликта на Тайване, акцентируют внимание на нескольких ключевых аспектах.

Примеры реалистического подхода, основанного на идее национальных интересов представлены в исследованиях Medeirosa E.S. и Pietrafesa P. являются баланса сил и геополитической динамики, позволяет проанализировать конфликт с точки зрения стратегических интересов сторон [1, 2].

Реалистический подход в международных отношениях нацелен на анализ политики государств с учетом их национальных интересов, стремления к обеспечению своей безопасности и укреплению своего влияния. Когда речь идет о Тайване, данный подход признает, что ситуация вокруг острова определяется соперничеством крупных держав, прежде всего США и Китая, а также другими странами региона.

Анализ национальных интересов позволяет понять, почему для Китая Тайвань имеет такое стратегическое значение и почему Пекин готов принимать решительные меры для поддержания своей территориальной целостности. США, в свою очередь, также заинтересованы в стабильности региона и сохранении статус-кво вокруг Тайваня, что отражает их стремление к обеспечению собственной безопасности и сохранению влияния в регионе.

Баланс сил и геополитическая динамика в регионе играют важную роль, определяя возможные сценарии развития событий в случае обострения ситуации вокруг Тайваня. В этом контексте соотношение сил между США и Китаем, а также их способность убедить других участников международной арены в своей правоте, становятся ключевыми факторами. Геополитическая динамика включает в себя такие аспекты, как стратегические альянсы, региональные конфликты и тенденции развития международной безопасности.

Либеральная школа (например, исследования Copperra J.F. и Lasatera M.L.) подчеркивает роль международных институтов, демократии и экономической взаимозависимости в предотвращении и разрешении межгосударственных противоречий [3,4].

Либеральная школа в международных отношениях сосредотачивается на роли международных институтов, демократических норм и экономической интеракции в предотвращении и разрешении межгосударственных конфликтов. При анализе текущей ситуации в области Тайваня представители этой школы мыслят в контексте ключевых принципов консенсуса при разрешении конфликта.

Первым аспектом, на который обращается внимание, являются международные организации и механизмы кооперации, воздействующие на степень сотрудничества между государствами и способности контролировать конфликты. Поэтому при анализе ситуации вокруг Тайваня, специалисты либерального направления могут уделить пристальное внимание роли Организации Объединенных Наций, Всемирной торговой организации и другим международным институтам в процессе урегулирования споров и поддержании мира.

Вторым важным фактором для либеральной школы является демократическая организация государств и их влияние на международные отношения. Поскольку демократические системы, по мнению представителей школы, менее склонны к военным конфликтам и более открыты к мирному разрешению разногласий, при анализе ситуации в районе Тайваня специалисты либерального профиля могут обратить внимание на демократические процессы на острове Тайвань и в континентальном Китае, их влияние на взаимоотношения между странами и возможные механизмы урегулирования конфликтов.

Третьим аспектом, на который акцентируется внимание либеральной школы, является экономическая взаимозависимость между государствами. Либеральные теоретики считают, что сильные экономические связи способствуют уменьшению вероятности вооруженных столкновений и улучшают вероятность мирного разрешения конфликтов.

В свете ситуации вокруг Тайваня, их интересы могут быть обращены к торговым и экономическим связям между Китаем, Тайванем и другими государствами региона как фактору, способствующему предотвращению конфликтов и поиску выходов из них.

В результате либеральный подход позволяет рассмотреть сложную ситуацию в регионе Тайваня через призму ключевых факторов, таких как международные институты, демократия и экономическая взаимозависимость, и искать аналитический каркас для понимания возможных сценариев развития событий в данном контексте.

Конструктивистский подход, к которому можно отнести работы Lin S.S. в свою очередь, использует социальные конструкции, такие как идентичность и нормы, для объяснения поведения и восприятия сторон в конфликте [5, 6].

Изучение идентичности и норм оказывает существенное влияние на анализ поведения и восприятия сторон в контексте конфликтной ситуации вокруг Тайваня. Идентичность, в данном контексте, представляет собой систему самоидентификации индивидов и групп, учитывающую их принадлежность к определенной социокультурной общности. Нормы, в свою очередь, являются установленными правилами и ожиданиями, регулирующими поведение и взаимодействие участников общества.

Подход к изучению данных концепций в рамках анализа ситуации вокруг Тайваня предполагает углубленное рассмотрение различных аспектов идентичности.

Во-первых, исследование национальной идентичности. Принадлежность к определенной нации, в частности, оказывает значительное влияние на восприятие политических событий и конфликтов. Национальные символы, исторические нравы и культурные представления о формировании коллективной идентичности играют ключевую роль в понимании отношений между сторонами в ситуации вокруг Тайваня.

Во-вторых, обращение к этническим и религиозным аспектам идентичности. Взаимодействия различных этнических и религиозных групп на Тайване оказывают важное влияние на конфликтные сценарии и формирование межличностных взаимодействий. Анализ этой динамики позволяет пролить свет на мотивы и ценностные системы, лежащие в основе действий и установок участников конфликта.

В-третьих, изучение политических и культурных норм. Правовые и политические нормы, а также культурные ценности и ожидания оказывают существенное воздействие на поведение индивидов и групп в обществе. Анализ нормативных систем позволяет понять, какие правила игры регулируют взаимодействие сторон и какие ценности и принципы оказывают влияние на перспективы решения конфликтных ситуаций.

Изучение идентичности и норм в контексте ситуации вокруг Тайваня представляет собой важный инструмент для анализа и понимания факторов, формирующих поведение и восприятие участников конфликта, и может служить основой для разработки стратегий урегулирования и преодоления конфликтной динамики.

Западные ученые: Fell D. и Chang C. С. в своих исследованиях часто прибегают к использованию количественных методов исследования, таких как статистический анализ и моделирование, для проверки своих гипотез и теорий [7, 8].

Применение количественных методов исследования, таких как статистический анализ, моделирование, теория игр и искусственный интеллект, представляет собой ключевой инструмент в анализе конфликтной ситуации вокруг Тайваня. Отличительной чертой данных методов является их способность к формализации данных, выявлению закономерностей и предсказанию развития событий на основе количественных показателей.

Статистический анализ позволяет численно оценить структуру данных, провести комплексное изучение корреляций и взаимосвязей, а также определить статистическую

значимость выявленных результатов. Это позволяет установить возможные зависимости между различными переменными и выявить факторы, влияющие на динамику конфликта в регионе Тайваня.

Моделирование, в свою очередь, позволяет создать математические модели на основе доступных данных и провести симуляции различных сценариев развития конфликта. Это позволяет прогнозировать вероятные исходы и оценивать потенциальные долгосрочные последствия различных стратегий действий сторон, что существенно облегчает принятие решений в условиях неопределенности.

Теория игр применяется для анализа стратегического взаимодействия участников конфликта и разработки оптимальных стратегий поведения. С помощью игровых моделей можно оценить вероятные ходы действий сторон, предсказать их реакции и выявить наиболее благоприятные пути решения конфликта.

Использование искусственного интеллекта позволяет автоматизировать анализ данных, обнаруживать скрытые закономерности, делать прогнозы и оптимизировать процессы анализа. Методы машинного обучения и анализа больших данных позволяют обработать обширный объем информации и выявить важные паттерны, что способствует более глубокому пониманию конфликтной ситуации в регионе Тайваня и разработке наиболее эффективных методов ее разрешения.

В то же время ученые из не-западных стран предлагают альтернативные методы анализа тайваньского конфликта.

Например, китайская школа в исследованиях уделяет внимание истории, культуре и внешней политике Китая в контексте конфликта [9, 10].

Изучение истории, культуры и внешней политики Китая представляет собой ключевой аспект, способствующий пониманию сложной ситуации вокруг Тайваня. Анализ указанных сфер является неотъемлемой частью аналитического подхода к изучению давних и современных взаимоотношений между Китаем и Тайванем.

Можно детализировать основные аспекты, которые подчеркивают важность изучения истории, культуры и внешнеполитических стратегий Китая для адекватного понимания динамики конфликтной обстановки в регионе.

Глубокое погружение в историю взаимоотношений дает возможность выявить основополагающие события, тенденции и моменты, оказавшие влияние на формирование и укрепление позиций Китая и Тайваня. Знание летописи прошлых конфликтов, политических сдвигов и дипломатических усилий позволяет расширить перспективу анализа и сделать более глубокие выводы относительно текущей конфликтной ситуации.

Понимание культурных особенностей и ценностей Китая и Тайваня способствует более глубокому проникновению в психологические особенности участников конфликта. Анализ культурных аспектов помогает выявить ключевые мотивы поведения сторон, способы коммуникации и переговоров, а также позволяет предугадывать возможные развития событий, учитывая их культурный контекст.

Изучение дипломатических стратегий и шагов, предпринимаемых Китаем на международной арене, имеет существенное значение для понимания его отношения с Тайванем. Анализ внешнеполитических мотивов и целей Китая обогащает картину конфликта, помогая определить его долгосрочные перспективы и возможные сценарии разрешения противоречий.

Глубокое изучение истории, культуры и внешней политики Китая необходимо для формирования фундаментального понимания конфликтной ситуации вокруг Тайваня и разработки адекватных стратегий взаимодействия и разрешения противоречий между сторонами.

Японско-азиатская школа акцентирует внимание на региональных факторах, таких как роль Японии, Южной Кореи и АСЕАН в динамике конфликта при этом

постколониальная школа анализирует влияние колониального прошлого и современного неокOLONIALИЗМА на конфликт [11,12].

Постколониальная школа в контексте исследования воздействия колониального прошлого и неокOLONIALИЗМА на ситуацию вокруг Тайваня представляет собой методологический подход, основанный на анализе послекOLONIALИЗМских историй и последствий колониализма. В рамках изучения отношений между Тайванем и Китаем данный подход дает возможность глубже понять сложные динамики, связанные с историческими событиями завоевания, эксплуатацией, культурными трансформациями и потерей суверенитета, формировавшие современную реальность.

Основными особенностями постколониальной школы являются критика колониализма, раскрытие механизмов контроля и власти, анализ культурных последствий колонизации. Этот подход ставит в центр внимания оценку колониальных практик, которые приводили к применению насилия и эксплуатации, а также анализирует наследие колониализма и неокOLONIALИЗМА в современном обществе через призму властных структур и механизмов контроля, сохраняющихся в отношениях между странами. Высокую важность придается также исследованию культурных аспектов, проистекающих из колониальных практик и способствующих формированию представлений, ценностей и норм, влияющих на современную культурную и социальную динамику.

Анализируя ситуацию вокруг Тайваня с использованием постколониального подхода, исследователи могут более глубоко проникнуть в причины конфликтов и недопониманий, основанных на исторических и культурных аспектах колониального прошлого и современного неокOLONIALИЗМА. Этот подход позволяет предложить информированные и обоснованные решения для разрешения сложных задач, возникающих в контексте взаимоотношений между сопредельными странами.

В работах Эдуарда Пронина представлен отдельный исследовательский подход при изучении тайваньского конфликта - конфликтология. Одной из ключевых особенностей конфликтологии является междисциплинарный подход, позволяющий объединить знания из различных областей, таких как политология, история, социология, экономика и культурология. Интеграция различных перспектив и методов анализа позволяет получить более глубокое понимание причин, последствий и возможных путей разрешения конфликта на Тайване [13,14,15,16].

Также важным ресурсом конфликтологии является доступ к различным источникам информации, включая академические исследования, официальные документы, статистические данные, медийные источники, а также мнения экспертов и участников конфликта. Критический анализ разнообразных источников информации помогает строить объективное представление о конфликте и его особенностях.

**Заключение.** Сопоставление западных и не-западных исследовательских традиций позволяет более глубоко осветить тайваньский конфликт, учитывая его многогранные аспекты и сложную природу. Интеграция различных подходов способствует разработке всеохватывающих стратегий для урегулирования и предотвращения конфликтов.

Дальнейшее исследование тайваньского конфликта требует многоаспектного подхода, включающего в себя широкий спектр дисциплин и методологий, чтобы обеспечить более глубокое понимание проблемы и разработку конструктивных стратегий решения сложившейся ситуации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Medeiros E. S. The changing fundamentals of US-China relations // *The Washington Quarterly*. 2019. Vol. 42. No. 3. P. 93–119.
2. Pietrafesa P., da Silva A. G. Political and economic relations of Strategic Triangle among China, Taiwan and United States (1996-2016) // *Revista Produção e Desenvolvimento*. 2019. Vol. 5.
3. Copper J. F. *Taiwan: Nation-state or province?* Routledge, 2019.

4. Lasater M. L. *The Taiwan Issue in Sino-American Strategic Relations*. Routledge, 2019.
5. Lin S. S. *Taiwan's China Dilemma: Contested Identities and Multiple Interests in Taiwan's Cross-Strait Economic Policy*. Stanford University Press, 2016.
6. Lin S. S. Analyzing the relationship between identity and democratization in Taiwan and Hong Kong in the shadow of China // *Democratization, National Identity and Foreign Policy in Asia*. Routledge, 2021. P. 119–138.
7. Fell D. *Government and politics in Taiwan*. Routledge, 2018.
8. Chang C. C. et al. Relationship between capital structure and profitability: Evidence from Four Asian Tigers // *Journal of Management Information and Decision Sciences*. 2019.
9. Leng T. K. *The Taiwan-China Connection: Democracy and Development Across the Taiwan Straits*. Routledge, 2018.
10. Liu T. T. T. Go South Towards the Indo-Pacific: Taiwan, Korea and Japan's Policy Response Against the BRI // *Rebalancing Asia: The Belt and Road Initiative and Indo-Pacific Strategy*. 2021. P. 193–204.
11. Lin S. S. Analyzing the relationship between identity and democratization in Taiwan and Hong Kong in the shadow of China // *Democratization, National Identity and Foreign Policy in Asia*. Routledge, 2021. P. 119–138.
12. Liu T. T. T., Tsai T. C. Winter Is Coming: Emerging War in the Taiwan Strait? // *The Journal of East Asian Affairs*. 2021. P. 37–60.
13. Пронин Э. А. *Правовые регуляторы в современной конфликтологии*. М: Экслибрис-Пресс, 2008.
14. Пронин Э. А. *СМИ в конфликтующем мире: проблемы и перспективы*. 2003. Москва: [б. и.].
15. Пронин Э. А. *Социально-политические конфликты российской действительности: проблемы политико-правового регулирования*. М.: Социум. 2002. Т. 14. № 3.
16. Пронин Э. А. *Социально-политические конфликты современности: теоретические модели и национальная практика: дис. М.: [Рос. акад. гос. службы при Президенте РФ], 2004.*

#### REFERENCES

1. Medeiros ES. The changing fundamentals of US-China relations. *The Washington Quarterly*. 2019;42(3):93-119.
2. Pietrafesa P, da Silva AG. Political and economic relations of Strategic Triangle among China, Taiwan and United States (1996-2016). *Revista Produção e Desenvolvimento*. 2019;(5).
3. Copper JF. *Taiwan: Nation-state or province?* Routledge; 2019.
4. Lasater ML. *The Taiwan Issue in Sino-American Strategic Relations*. Routledge; 2019.
5. Lin SS. *Taiwan's China Dilemma: Contested Identities and Multiple Interests in Taiwan's Cross-Strait Economic Policy*. Stanford University Press; 2016.
6. Lin SS. Analyzing the relationship between identity and democratization in Taiwan and Hong Kong in the shadow of China. *Democratization, National Identity and Foreign Policy in Asia*. Routledge; 2021. P. 119-138.
7. Fell D. *Government and politics in Taiwan*. Routledge; 2018.
8. Chang CC et al. Relationship between capital structure and profitability: Evidence from Four Asian Tigers. *Journal of Management Information and Decision Sciences*. 2019.
9. Leng TK. *The Taiwan-China Connection: Democracy and Development Across the Taiwan Straits*. Routledge; 2018.
10. Liu TTT. Go South Towards the Indo-Pacific: Taiwan, Korea and Japan's Policy Response Against the BRI. *Rebalancing Asia: The Belt and Road Initiative and Indo-Pacific Strategy*. 2021;193-204.

11. Lin SS. Analyzing the relationship between identity and democratization in Taiwan and Hong Kong in the shadow of China. Democratization, National Identity and Foreign Policy in Asia. Routledge; 2021. P. 119-138.
12. Liu TTT, Tsai TC. Winter Is Coming: Emerging War in the Taiwan Strait? The Journal of East Asian Affairs. 2021;37-60.
13. Pronin EA. Legal regulators in modern conflictology. M: Exlibris-Press, 2008. (In Russ.).
14. Pronin EA. Media in a conflicted world: problems and prospects. 2003. (In Russ.).
15. Pronin EA. Socio-political conflicts of Russian reality: problems of political and legal regulation. Moscow: Sotsium. 2002;14:(3). (In Russ.).
16. Pronin EA. Sotsial'no-politicheskie konflikty sovremennosti: teoreticheskie modeli i natsional'naya praktika : dis. M. : [Ros. akad. gos. sluzhby pri Prezidente RF]; 2004. (In Russ.).

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Эдуард Анатольевич Пронин** – профессор, МГУ им. М.В. Ломоносова, [edpronin@yandex.ru](mailto:edpronin@yandex.ru)

**Денис Алексеевич Сафонов** – сотрудник компании РОСГОССТРАХ, [myecho@yandex.ru](mailto:myecho@yandex.ru)

**Владислав Валерьевич Тарасенко** – доцент, МГТУ им. Н.Э. Баумана, [v5093074@gmail.com](mailto:v5093074@gmail.com)

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Eduard A. Pronin** – Professor, Lomonosov Moscow State University, [edpronin@yandex.ru](mailto:edpronin@yandex.ru)

**Denis A. Safronov** – employee of the company ROSGOSSTRACH, [myecho@yandex.ru](mailto:myecho@yandex.ru)

**Vladislav V. Tarasenko** – Associate Professor, Bauman Moscow State Technical University, [v5093074@gmail.com](mailto:v5093074@gmail.com)

**Вклад авторов:** все авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию: 18.03.2024;  
одобрена после рецензирования: 13.04.2024;  
принята к публикации: 10.06.2024.*

*The article was submitted: 18.03.2024;  
approved after reviewing: 13.04.2024;  
accepted for publication: 10.06.2024*

## ДИСКУССИОННЫЕ СТАТЬИ | DISCUSSION PAPERS

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 221-235.  
Modern Science and Innovations.  
2024;2(46):221-235.

ДИСКУССИОННЫЕ СТАТЬИ /  
DISCUSSION PAPERS

Научная статья / Original article

УДК 624.014.9

<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.23>

**Елена Аристотелевна Ефремова**  
[Elena A. Efremova]<sup>1\*</sup>,

**Арина Аликовна Сергеева**  
[Arina A. Sergeeva]<sup>2</sup>,

**Наринэ Юрьевна Аветян**  
[Narine Yu. Avetyan]<sup>3</sup>,

**Александр Суменович Марутян**  
[Alexander S. Marutyun]<sup>4</sup>

**Модернизация стержневых конструкций  
Шуховской серии**

**The modernization of core structures of the  
shukhov series**

<sup>1, 2, 3, 4</sup>Северо-Кавказский федеральный университет, Пятигорский институт (филиал), г. Пятигорск,  
Россия / North-Caucasus Federal University, Pyatigorsk Institute (branch), Pyatigorsk, Russia

\*Автор, ответственный за переписку: Елена Аристотелевна Ефремова, [lena.efremova.ari@gmail.com](mailto:lena.efremova.ari@gmail.com) /  
Corresponding author: Elena A. Efremova, [lena.efremova.ari@gmail.com](mailto:lena.efremova.ari@gmail.com)

**Аннотация.** Представлены творчество и архитектура инженера В.Г. Шухова, как непревзойденного мастера, творца строительного искусства в целом и стержневых конструкций в особенности. Отмечены не только гиперболические башни, как пик этого творчества, но и стропильные фермы треугольного очертания, 2-го класса рациональности по определению. Показана возможность модернизации гиперболических сооружений и их сборно-разборных модификаций при использовании равноустойчивых П-образных профилей с болтовыми креплениями в стыковых и узловых соединениях. Обозначено дальнейшее облегчение ферм 2-го класса за счет разрежения их решеток стержневыми элементами Y- и Ψ-подобных очертаний, успешно реализованных в практике строительства. Отмечен штрих инженера В.Г. Шухова в мостах Кисловодска. Подчеркнута значимость изучения его творчества в учебном процессе подготовки специалистов, а также при повышении квалификации и уровня мастерства, включая навыки решения изобретательских задач. Не менее поучительно знакомство с таким творчеством в рамках введения в специальность для студентов первых курсов средних и высших учебных заведений.

**Ключевые слова:** инженерное творчество, стержневые конструкции, гиперболический инженер Шухова, фермы 2-го класса рациональности, П-образные профили, Y- и Ψ-подобные стержни, введение в специальность, решение изобретательских задач

**Для цитирования:** Ефремова Е. А., Сергеева А. А., Аветян Н. Ю., Марутян А. С. Модернизация стержневых конструкций Шуховской серии // Современная наука и инновации. 2024. № 2 (46). С. 221-235. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.23>

**Abstract.** The work and architectonics of engineer V.G. Shukhov, as an unsurpassed master, creator of the art of construction in general and core structures in particular, are presented. Not only hyperboloid towers are marked as the peak of this creativity, but also triangular trusses, of the 2nd class of rationality by definition. The possibility of upgrading hyperboloid structures and their collapsible modifications using equally stable U-shaped profiles with bolted fasteners in butt and nodal joints is shown. The further simplification of class 2 farms is indicated due to the rarefaction of their lattices with rod elements of Y- and Ψ-like outlines, successfully implemented in construction practice. The stroke of

engineer V.G. Shukhov in the bridges of Kislovodsk is marked. The importance of studying his work in the educational process of training specialists, as well as in improving qualifications and skill levels, including skills in solving inventive tasks, is emphasized. The importance of studying his work in the educational process of training specialists, as well as in improving qualifications and skill levels, including skills in solving inventive tasks, is emphasized. It is no less instructive to get acquainted with such creativity as part of the introduction to the specialty for first-year students of secondary and higher educational institutions.

**Keywords:** engineering creativity, core structures, engineer Shukhov's hyperboloid, farms of the 2nd class of rationality, U-shaped profiles, Y- and  $\Psi$ -like rods, introduction to the specialty, solving inventive tasks

**For citation:** Efremova EA, Sergeeva AA, Avetyan NYu, Marutyayn AS. The modernization of core structures of the Shukhov Series. *Modern Science and Innovations*. 2024;2(46):221-235. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.23>

**Введение.** 28 августа 2023 г. исполнилось 170 лет со дня рождения знаменитого отечественного инженера Владимира Григорьевича Шухова, а 2 февраля 2024 г. – 85 лет со дня трагической кончины. Его творчество – это синтез инженерии, экономики, эстетики. Изобретенные им конструкции обладают минимальным весом, имеют низкую стоимость, совмещают в себе прочностные и эстетические функции. Поэтому вполне закономерно, что юбилейный сборник 2013 г. был издан под названием «Архитектоника инженера В.Г. Шухова» [1]. Архитектоника в переводе значит строительное искусство, а В.Г. Шухов – его непревзойденный мастер и творец. Большую часть своего творчества он посвятил изысканию новых технических решений стержневых конструкций, их плоских и пространственных модификаций. Шуховская серия стержневых конструкций уникальна. Проявилась она в результате отражение его авторского подхода, подчерка, стиля, вкуса, апробированных математически безупречными расчетно-теоретическими выкладками, опытом внедрения в практику строительства и архитектуры. Пиком творчества в буквальном смысле этого слова стало возведение башенных сооружений в виде ярко выраженных стержневых структур, скомпонованных в форме гиперboloидов вращения из прямолинейных стержней, взаимно переплетенных между собой (рис. 1, а) [2]. Эти довольно специфические, но привлекающие внимание на вид конструкции использовались в качестве дроболитейных и водонапорных башен, корабельных мачт, различных опор для электропередач, дымоходов, антенн, метеостанций, маяков и для других различных целей.

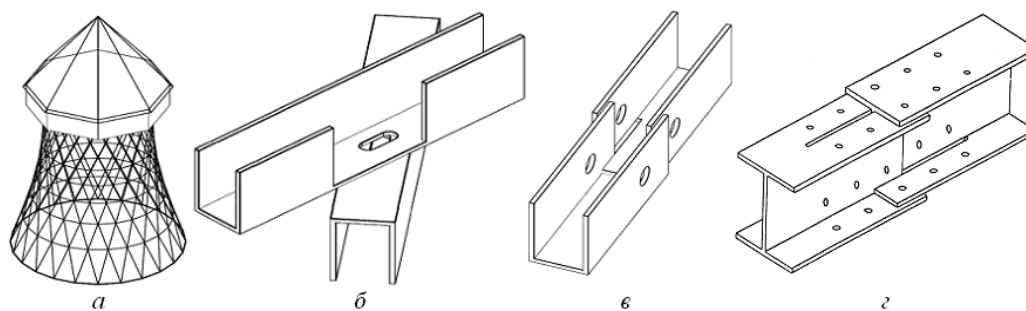


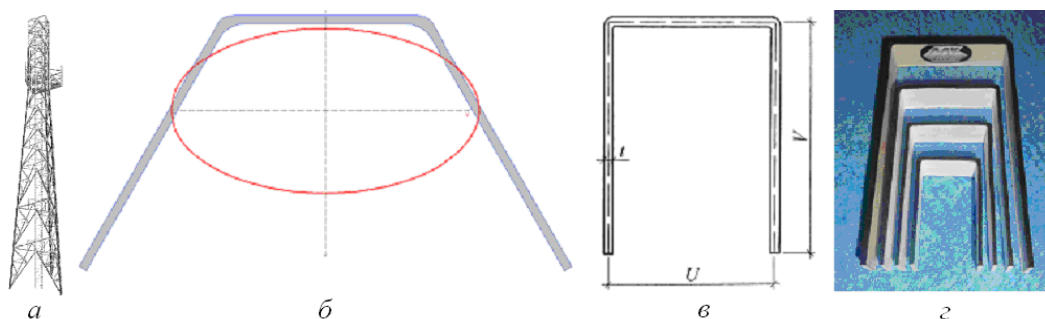
Рисунок 1 – Схемы гиперboloидной конструкции (а), болтового узла пересекающихся стержней (б) и болтового стыка стержня (в), а также его прототипа (г)

Figure 1 – Diagrams of the hyperboloid structure (a), the bolt assembly of the intersecting rods (b) and the bolt joint of the rod (c), as well as its prototype (d)

**Материалы и методы исследований.** Как у любой высотной конструкции, к которой приложена физическая нагрузка, изгибающий момент увеличивается к основанию и достигает своего максимума у основания. Поэтому башни имеют пирамидальную или, еще более рациональную, гиперboloидную форму [3, 4, 5]. За счет многократных пересечений прямолинейных стержней они обладают повышенными жесткостью, прочностью, экономичностью, ветро- и метеоустойчивостью, простотой изготовления,

транспортирования, сборки-разборки на болтах (рисунок 1, б) и, конечно, выразительностью внешнего вид.

**Гиперboloидные конструкции из П-образных профилей.** Сетчатая решетка стержневых конструкций в виде гиперboloидных башен создана ради экономии материалов. Несмотря на такие привлекательные функции конструкции, ее можно оптимизировать при помощи прокатных, гнутых или трубчатых профилей, сплюснутых в узловых соединениях [6]. Гнутые профили можно применять без сплющивания. Так, в трехгранной башенной конструкции (рис. 2, а) пояса выполнены из незамкнутых трапециевидных гнутых элементов, которые имеют очертания П-образных профилей с косыми стенками (рис. 2, б) [7]. Жесткостные характеристики относительно центральных осей у таких профилей кратно разнятся между собой. Применительно к гиперboloидным конструкциям более предпочтительны профили с жесткостными характеристиками, равными относительно центральных осей. Таким требованиям вполне отвечают П-образные профили с вертикальными стенками и отношением ширины к высоте  $1/1,366$  по средней линии расчетного сечения (рис. 2, в, г) [8, с. 252–264, 9].



**Рисунок 2 – Схемы трехгранной башенной конструкции (а), П-образных профилей со стенками косыми (б) и вертикальными (в), а также снимок среза разнокалиберных П-образных профилей (г)**  
**Figure 2 – Diagrams of a three-sided tower structure (a), U-shaped profiles with oblique (b) and vertical (v) walls, as well as a snapshot of a cross-section of different-caliber U-shaped profiles (d)**

Когда высота собранной конструкции превышает отметку 11,5...12 метров, составные ее стержни из П-образных профилей до переплетения в сетчатую структуру гиперboloида необходимо сращивать. Для этого вполне подойдет узел стыкового соединения с использованием продольных прорезей (рис. 1, в, г) [8, с. 102–103, 10]. При этом круглые отверстия под болтовые крепления из стыковых узлов в узлах пересекающихся стержневых элементов более предпочтительно заменить овальными. Сборно-разборные модификации гиперboloидных конструкций не требуют отчуждения земельных участков под объекты недвижимости, что открывает перспективу их применения в агропромышленном комплексе, например, для ветрогенераторов фермерских хозяйств, занятых пчеловодством или разведением тонкорунных овец.

**Шуховская серия стропильных ферм.** Она включает плоские ферменные системы, которые относятся к числу наиболее распространенных строительных конструкций различных зданий и сооружений. Поэтому вполне закономерно, что в очерках по истории строительных металлоконструкций они занимают вторую позицию, уступая лидерство только балкам двутаврового профиля [11]. Модернизировать плоские фермы из серии инженера В.Г. Шухова можно при помощи стоек, имеющих Y-образные и Ψ-образные очертания (рис. 3, а) [8, с. 9–22, 12, 13].

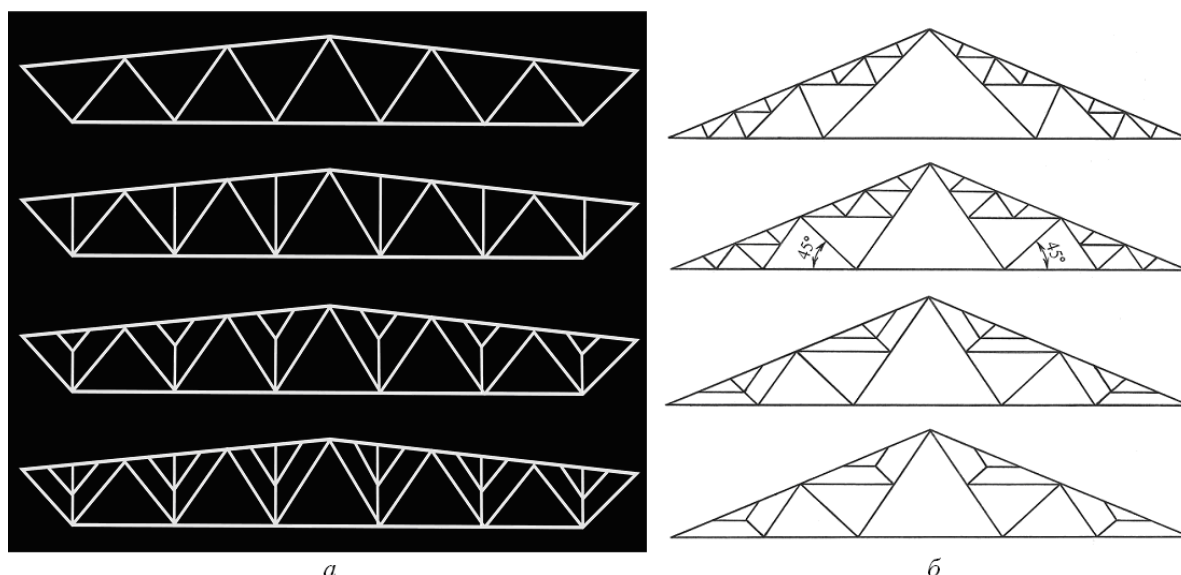


Рисунок 3 – Схемы плоских ферм с I-, Y-, Ψ-образными стойками в серии типа «Молодечно» (а) [14, 15, 16] и в серии инженера В.Г. Шухова (б) [17]

Figure 3 – Diagrams of flat trusses with I-, Y-, Ψ-shaped racks in the Molodechno type series (a) [14, 15, 16] and in the series of engineer V.G. Shukhov (b) [17]

**Результаты исследований и их обсуждение.** Прорабатывая треугольные фермы покрытия (стропильные фермы), В.Г. Шухов выявил 2-ой класс рациональности фермы Полонсо и минимизировал ее массу (вес) за счет расположения ног решетки под углом 45 градусов относительно горизонтали, совпадающей с нижним поясом (рис. 3, б) [18, 19]. Если в решетке такой фермы удалить самые короткие полустойки в количестве 8 штук, а самые короткие полураскосы соединить с серединами оставшихся стоек, то эти стойки приобретут Ψ-образные очертания. Сократится при этом и количество узлов. Использование стоек Y-образного очертания сопровождается еще большим разрежением решетки ферменной конструкции.

**Y- и Ψ-образные стойки в фермах инженера В.Г. Шухова.** Количественную оценку применения Y- и Ψ-образных стоек в решетках треугольных ферм 2-го класса рациональности более наглядно можно представить в табличной форме.

Таблица 1 – Расчет количества стержней решеток и их узловых соединений  
Table 1 – Calculation of the number of lattice rods and their nodal connections

Схемы ферм	Наименование стержней	Кол-во, шт.	Наименование узлов	Кол-во, шт.
	Раскосы	6	Опорные	2
	Стойки	2	Верхние	15
	Полураскосы	8	Нижние	6
	Полустойки	12	Промежуточные	8
	Итого	28	Итого	31
		100%		100%
	Раскосы	6	Опорные	2
	Стойки	2	Верхние	15
	Полураскосы	8	Нижние	4
	Полустойки	4	Промежуточные	6
	Итого	20	Итого	27
		71,4%		87,1%
	Раскосы	6	Опорные	2
	Стойки	2	Верхние	10
	Полураскосы	8	Нижние	4
	Полустойки	4	Промежуточные	6
	Итого	20	Итого	22
		71,4%		71,0%

Как видно из табл. 1, количество стержней решеток сократилось на 28,6%, а количество их узловых соединений – на 12,9...29%, что способствует соответствующему дополнительному уменьшению массы (веса) ферменной конструкции 2-го класса рациональности и, как следствие, снижению расхода конструкционного материала. При этом модернизированные таким образом ферменные конструкции менее трудоемки и затратны на изготовление, сборку, транспортирование, монтаж, эксплуатацию, демонтаж.

**У- и Ψ-образные стойки в фермах с параллельными поясами.** Для обобщения опыта проработки таких стоек и его применения в фермах типа «Молодечно» выполнен сравнительный анализ с использованием в качестве базового объекта стержневой конструкции (фермы) беспрогонного покрытия из замкнутых гнутосварных профилей (профильных труб) прямоугольного сечения по ГОСТ Р 54157-2010, где решетка принималась: треугольной; треугольной с дополнительными стойками (I-образными стойками); треугольной с дополнительными стойками и полураскосами (Ψ-образными стойками); треугольной с дополнительными полустойками и полураскосами (У-образными стойками).

При этом общие для всех вариантов исходные данные составили:

1. пролет фермы  $l=20$  м, высота  $h=2$  м ( $h/l=1/10$ ), угол наклона раскосов  $\alpha=45^\circ$ ;
2. расчетная нагрузка  $q=1280$  кгс/м;
3. расчетное сопротивление конструкционного материала (стали)  $R_y=2100$  кгс/см<sup>2</sup>;
4. узловые соединения стержней решетки и поясов выполнены бесфасоночными, с учетом недопущения продавливания или выдергивания ( $0,6 \leq d/D$ , где  $d$  – ширина сечения стержня решетки,  $D$  – ширина сечения пояса);
5. минимальная толщина стенок стержней решетки и поясов  $t_{\min}=3$  мм.

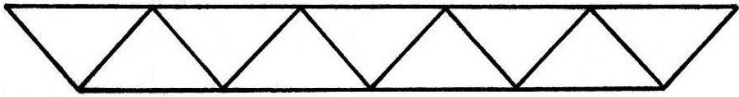
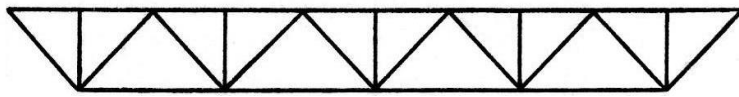
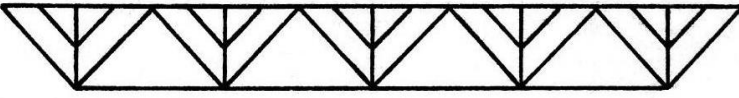
Как видно из табл. 2, применение в треугольной решетке традиционных дополнительных стоек, имеющих I-образное очертание, позволило уменьшить расход конструкционного материала (стали) на 7,44%. Замена I-образных стоек стойками Ψ-образными и У-образными приводит к дальнейшему снижению материалоемкости на 9,96% и 14,02%. Обратной стороной такой инновации является увеличение количества стержневых элементов решеток и их узловых соединений, вызывающих определенный рост трудоемкости и затрат. Минимизировать эти издержки можно за счет серийного изготовления стержневых конструкций на специализированных заводах. Опытно-промышленное производство таких конструкций не только успешно реализовано на объектах Краснодарского и Ставропольского краев (рис. 4), но и обладает весомым заделом для более широкого внедрения в практику строительства. Успех реализации во многом подготовлен результатами вариантного и оптимизационного проектирования, включая курсовые и расчетно-графические работы, а также дипломное проектирование.

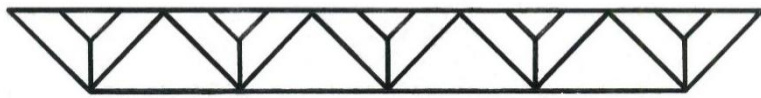


**Рисунок 4 – Снимки ферм покрытия с параллельными поясами и Ψ-образными стойками решеток диагонального направления (а) и ортогонального направления (б)**

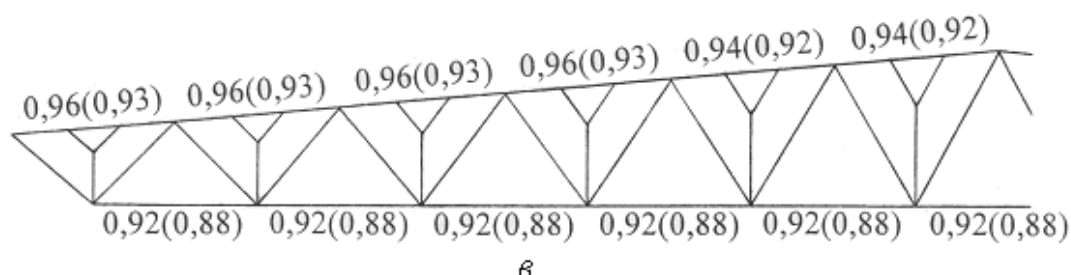
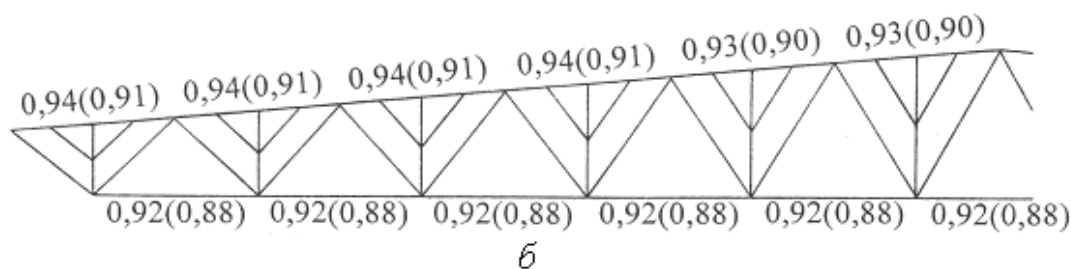
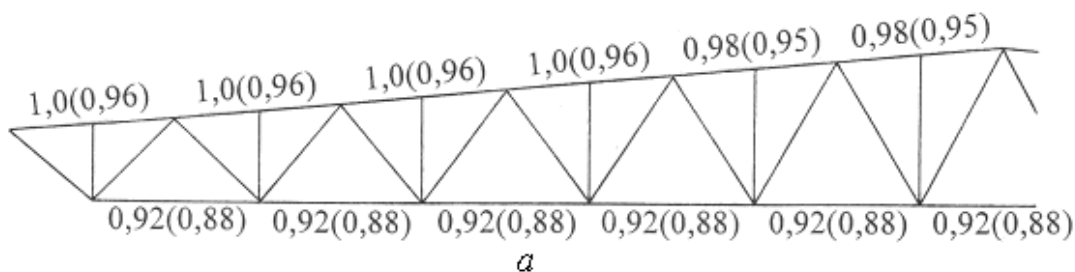
Figure 4 – Images of coating trusses with parallel belts and Ψ-shaped lattice posts of diagonal direction (a) and orthogonal direction (b)

Таблица 2 – Расчет масс стержневых элементов конструкций  
Table 2 – Calculation of the masses of core structural elements

Сечение, мм (маркировка)	Длина, мм	Кол-во, шт.	Масса, кг		
			1 м	1 шт.	всех
					
□220×100×5 (ВП)	20000	1	23,83	476,6	476,6
□100×4 (НП)	16000	1	11,73	187,7	187,7
Итого пояса					664,3
□90×3,5 (Р)	2828	2	9,26	26,2	52,4
□80×3 (Р)	2828	6	7,07	20,0	120,0
□60×3 (Р)	2828	2	5,19	14,7	29,4
Итого решетка					201,8
Всего (100%)					866,1
					
□200×100×4 (ВП)	20000	1	18,01	360,2	360,2
□100×4 (НП)	16000	1	11,73	187,7	187,7
Итого пояса					547,9
□90×3,5 (Р)	2828	2	9,26	26,2	52,4
□80×3 (Р)	2828	6	7,07	20,0	120,0
□60×3 (Р)	2828	2	5,19	14,7	29,4
□60×3 (С)	2000	5	5,19	10,4	52,0
Итого решетка					253,8
Всего (92,56%)					801,7
					
□140×100×4 (ВП)*	20000	1	14,25	285,0	285,0
□100×4 (НП)	16000	1	11,73	187,7	187,7
Итого пояса					472,7
□90×3,5 (Р)	2828	2	9,26	26,2	52,4
□80×3 (Р)	2828	6	7,07	20,0	120,0
□60×3 (Р)	2828	2	5,19	14,7	29,4
□60×3 (С)	2000	5	5,19	10,4	52,0
□30×60×3 (ПР)	1414	10	3,77	5,33	53,3
Итого решетка					307,1
Всего (90,04%)					779,8
*0,919 – коэффициент использования элемента					

Сечение, мм (маркировка)	Длина, мм	Кол-во, шт.	Масса, кг		
			1 м	1 шт.	всех
					
□140×100×4 (ВП)*	20000	1	14,25	285,0	285,0
□100×4 (НП)	16000	1	11,73	187,7	187,7
Итого пояса					472,7
□90×3,5 (Р)	2828	2	9,26	26,2	52,4
□80×3 (Р)	2828	6	7,07	20,0	120,0
□60×3 (Р)	2828	2	5,19	14,7	29,4
□60×3 (ПС)	1333	5	5,19	6,92	34,6
□30×60×3 (ПР)	943	10	3,77	3,56	35,6
Итого решетка					272,0
Всего (85,98%)					744,7
*0,975 – коэффициент использования элемента					

**У- и Ψ-образные стойки в фермах «Молодечно».** Такие фермы являются типовыми, изготавливают их серийно на специализированных заводах для различных зданий и сооружений с пролетами (межопорными расстояниями) 18, 24, 30 метров [14, 15, 16]. По их образу и подобию спроектировано множество ферменных модификаций.



**Рисунок 5 – Схемы 36-метровых ферм «Молодечно» с треугольными решетками и поясами из квадратных труб сечением 140×140×8 мм (140×140×5 мм) со стойками: I-образными (а), Ψ-образными (б), Υ-образными (в)**  
**Figure 5 – Diagrams of 36-meter Molodechno farms with triangular grids and belts of square pipes with a cross section of 140×140×8 mm (140×140×5 mm) with racks: I-shaped (a), Ψ-shaped (b), Υ-shaped (c)**

В частности, для верхних и нижних поясов 36-метровых ферм приняты квадратные трубы сечениями 140×140×8 мм под нагрузку 2,1 тс/м и 140×140×5 мм под нагрузку 1,3 тс/м [20]. Полученные результаты расчетных выкладок показали, что сечение 140×140×8 мм (140×140×5 мм) в верхнем поясе имеет коэффициент использования элементов 0,98...1,0 (0,95...0,96), а в нижнем поясе – 0,92 (0,88) (рис. 5, а).

Применение в треугольной решетке дополнительных стоек (I-образных стоек) позволило унифицировать сечения верхнего и нижнего поясов. Однако нижний пояс оказался менее нагруженным в сравнении с верхним поясом, который на приопорных участках ферменной конструкции остался практически с нулевым запасом несущей способности. Определенной разгрузкой верхнего пояса и соответствующим увеличением запаса несущей способности сопровождается замена в треугольной решетке обычных стоек с I-образными очертаниями на стойки Ψ-образные (рис. 5, б) или Υ-образные (рис. 5, в) [8, с. 9–22]. Здесь положительный эффект от унификации верхних (сжатых) и нижних (растянутых) поясов и, как следствие, снижения расхода конструкционного материала оказался более весомым, чем негатив от увеличения количества стержней и их узловых соединений. Кроме того, дополнительные узлы верхних поясов позволяют весьма рационально опереть на них кровельные прогоны, что и было реализовано на строительстве одного из промышленных объектов в Ставропольском крае (рис. 6).



**Рисунок 6 – Снимки монтажа каркаса промышленного здания с 10-тонными подвесными кранами в г. Лермонтов из перекрестных стальных ферм типа «Пятигорск» [21] с Ψ-образными стойками в треугольных решетках: виды боковой (а) и фронтальный (б)**

**Figure 6 – Pictures of the installation of the frame of an industrial building with 10-ton suspended cranes in Lermontov from cross steel trusses of the Pyatigorsk type [21] with Ψ-shaped racks in triangular grids: side (a) and front (b) types**

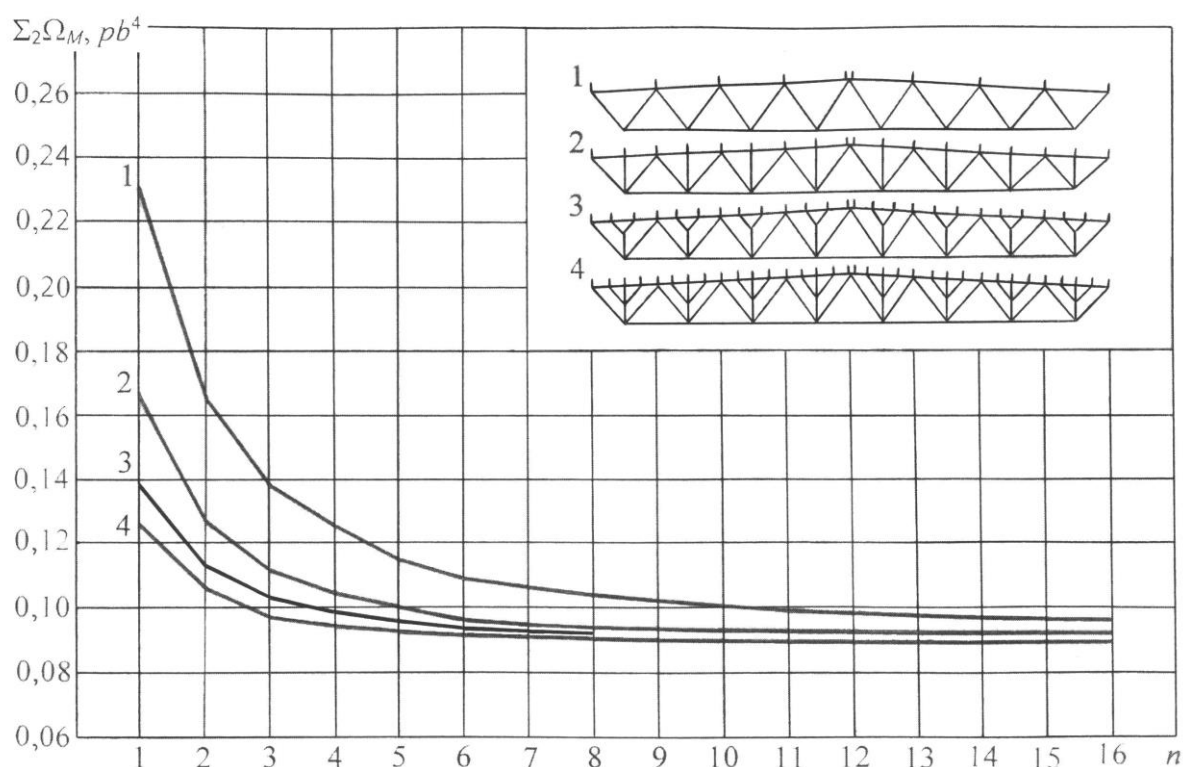
**Оптимизация опорной сети под прогоны.** Практический интерес представляют прогонные покрытия, где соединительные узлы верхних поясов с Υ- и Ψ-образными стойками позволяют опереть на них определенное количество дополнительных прогонов кровельного ограждения. По мере увеличения общего количества прогонов и сгущения их сети происходит весьма заметное облегчение, что может иметь определяющее значение для несущих конструкций, рассчитанных на особые нагрузки и воздействия (сейсмические, техногенные, взрывные, ударные). Такое облегчение сопровождается уменьшением

расхода конструкционного материала, что количественно можно оценить по принципу соответствия минимальной массы балки минимальной площади эпюры моментов (рис. 7) [22].

Если за «систему отсчета» принять серийные фермы типа «Молодечно» [14, 15], то эффективность оптимизации опорной сети под прогоны может проявиться в уменьшении массы (веса) прогонов:

- при пролете  $l = 18$  м – на 18,8...23,1%;
- при пролете  $l = 24$  м – на 15,0...17,6%;
- при пролете  $l = 30$  м – на 12,5...14,3%.

Многодельность из-за увеличения количества прогонов и стержневых элементов решеток можно существенно минимизировать при их серийном изготовлении.



**Рисунок 7 – Графики зависимостей сумм площадей эпюр моментов в прогонах 2-скатных кровель от количества панелей верхних поясов стропильных ферм**

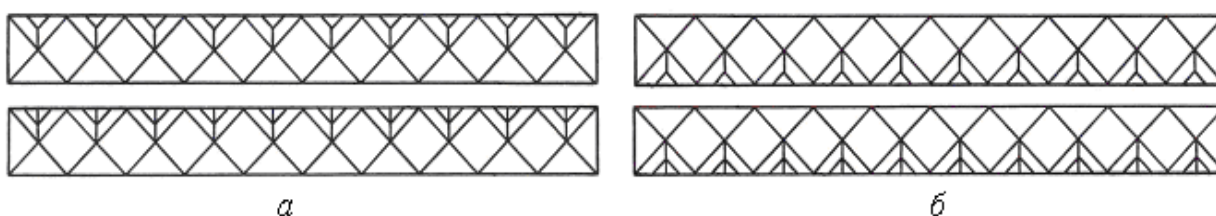
**Figure 7 – Graphs of the dependence of the sum of the areas of the moment plots in the runs of 2-pitched roofs on the number of panels of the upper belts of rafter trusses**

**У- и Ψ-образные стойки (подвески) в перекрестных решетках.** Компоновка таких решеток состоит из двух систем раскосов, непосредственные крепления которых между собой в узлах взаимных пересечений образуют ряд или ряды промежуточных узлов, дополнительных к соединительным узлам верхних и нижних поясов (рис. 8).



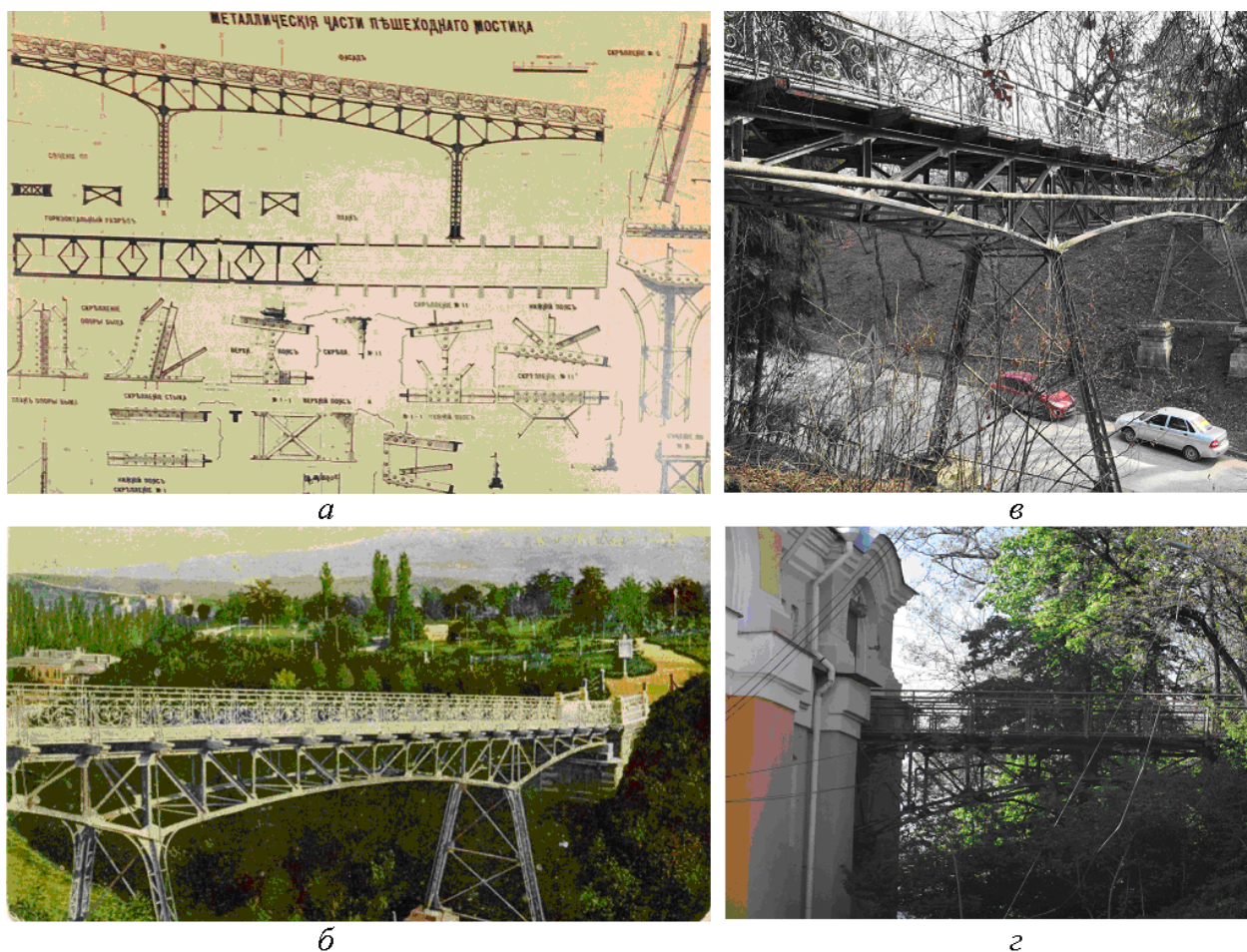
**Рисунок 8 – Снимки стержневых конструкций с перекрестными решетками Эйфелевой башни, 1889 г. (а), железнодорожного моста в Кисловодске, 1894 г. (б), Шуховской башни на Шаболовке, 1920 г. (в)**  
**Figure 8 – Photographs of rod structures with cross gratings of the Eiffel Tower, 1889 (a), the railway bridge in Kislovodsk, 1894 (b), the Shukhov Tower on Shabolovka, 1920 (c)**

В случае необходимости промежуточные узлы перекрестных решеток можно использовать в качестве опор для Y- и Ψ-образных полустоек при сжатии или для таких же по очертаниям полуподвесок при растяжении (рис. 9) [8, с. 56–65].



**Рисунок 9 – Схемы перекрестных решеток ферм с грузовыми верхними поясами и Y-, Ψ-образными полустойками (а), а также с грузовыми нижними поясами и Y-, Ψ-образными полуподвесками (б)**  
**Figure 9 – Diagrams of cross grids of farms with cargo upper belts and Y-, Ψ-shaped semi-pillars (a), as well as with cargo lower belts and Y-, Ψ-shaped half-suspensions (b)**

**Шуховский штрих в мостах Кисловодска.** При создании ансамбля Курзала (ныне – Госфилармония на Кавказских Минеральных Водах) было решено устроить небольшой детский парк с развлечениями на северной возвышенности, которая отделялась от основного здания проезжей дорогой (ныне – ул. Вокзальная). Чтобы соединить парк с Курзалом, следовало построить над дорогой узкий и протяженный пешеходный мостик. Видимо, за свою длину и пугающую высоту этот изящный северный виадук, по которому ходили дети в свой парк, получил романтическое название «Мостик вздохов» (рис. 10, а, б, в) [23].



**Рисунок 10 – Фрагмент рабочих чертежей моста в Кисловодске, 1896 г. (а), его снимки в конце XIX века (б) и в начале XXI века (в), а также снимок консольного моста (г)**  
**Figure 10 – A fragment of the working drawings of the bridge in Kislovodsk, 1896 (a), its pictures in the late 19th century (b) and early 21st century (c), as well as a picture of the cantilever bridge (d)**

Его клепаные металлические конструкции изготовили на заводе фирмы «А.В. Бари и Ко», главным инженером которой был В.Г. Шухов. Вполне вероятно, что он участвовал в проектировании северного мостика Курзала. Большое сходство с северным имеет и южный пешеходный мостик. Самый малозаметный мостик отличается консольной компоновкой и соединяет площадку Курзала с верхним этажом «Гранд-отеля» (ныне – санаторий «Нарзан») (рис. 10, г). За истекшее время клепаные конструкции мостиков обновлены их сварными копиями, в очертаниях которых можно заметить штрих знаменитого отечественного инженера.

**Заключение.** Прошедший юбилей инженера В.Г. Шухова – это замечательный повод еще раз обратиться к его уникальному творчеству, наследию. Их, безусловно, можно и нужно не просто изучать, но рассматривать как своего рода учебное пособие, хрестоматию решения технических задач с безупречными математическими выкладками и прорывными изобретениями, продолжающими открывать все новые перспективы их дальнейшего совершенствования. Иллюстрируют такой подход приведенные примеры модернизации серии стержневых конструкций, начиная с ее пика – гиперboloидной башни. Поэтому в завершение представляется целесообразным сформулировать ряд основных выводов и обобщений.

1. Компактные сборно-разборные модификации гиперboloидных конструкций из равноустойчивых П-образных профилей с болтовыми креплениями в узловых и стыковых соединениях могут оказаться весьма конкурентоспособными и востребованными в

городском строительстве, коммунальном хозяйстве, транспорте и связи, агропромышленном комплексе и других объектах.

2. Треугольные фермы 2-го класса рациональности по терминологии инженера В.Г. Шухова можно дополнительно облегчить за счет разрежения их решеток при использовании Y-образных и Ψ-образных стержневых элементов: стоек при сжатии и подвесок при растяжении.

3. Y-образные и Ψ-образные стержневые элементы представляют собой достаточно эффективный и универсальный инструментарий для обновления, модернизации ферменных конструкций, результатами чего уже стали:

- унификация верхних и нижних поясов стандартизированных ферм типа «Молодечно»;

- оптимизация опорной сети под прогоны кровельного ограждения;

- усиление поясов в конструкциях с перекрестными решетками, характерными для таких сооружений как Эйфелева башня и первый железнодорожный мост в Кисловодске.

4. Документальное подтверждение участия инженера В.Г. Шухова в проектировании пешеходных мостиков Курзала в Кисловодске позволит удлинить список его наследия, пополнить историю развития науки и техники, обогатить краеведение.

5. Весьма и весьма значимо, перспективно изучение технического творчества знаменитого отечественного инженера в учебном процессе подготовки специалистов особенно при повышении квалификации и уровня мастерства, включая навыки решения изобретательских задач. Не менее увлекательно и поучительно знакомство с таким творчеством в рамках введения в специальность для студентов первых курсов средних и высших учебных заведений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Архитектоника инженера В.Г. Шухова. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения В.Г. Шухова (13-14 ноября 2013 г.). М.: МАРХИ, 2013. 302 с.
2. Шухов В. Г. Заявка на привилегию «Ажурная башня». 11 января 1896 г. Привилегия № 1895 выдана 12 марта 1899 г.
3. Кущев И. Е., Романченко Д. А. Влияние исторического опыта на разработку четырехъярусных конструкций в виде гиперболоидов вращения // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2023. № 4. С. 67–71.
4. Кущев И. Е., Романченко Д. А. Моделирование пятиярусных конструкций в виде гиперболоидов вращения и проведения лабораторных испытаний по изучению изменений нагрузок на узловое крепление // Вестник ЮУрГУ. 2024. № 1. С. 14–19.
5. Романченко Д. А. Изучение деформаций в узловых соединениях полимерных сетчатых оболочек гиперболоидов вращения // Строительная механика и расчет сооружений. 2024. № 1. С. 70–77.
6. Кирющенко В. Н., Сикорская В. В., Чикнизов А. Ю., Назарова Е. В., Ефремова Е. А., Аветян Н. Ю., Марутян А. С. Оптимизация решеток из трубчатых профилей // Инвестиции, градостроительство, недвижимое имущество как драйвер социально-экономического развития территории и повышения качества жизни населения. Материалы XIII международной научно-практической конференции. Томск, ТГАСУ. 2023. С. 282–286.
7. Самохвалов И. А. Расчет напряженно-деформированного состояния металлического башенного сооружения, предназначенного для размещения оборудования сотовой связи, при наличии коррозионных поражений отдельных элементов и соединений его опоры // Научный журнал строительства и архитектуры. 2024. № 1. С. 88–97.
8. Марутян А. С. Оптимизация ферменных конструкций зданий и сооружений. Пятигорск: Издательство ПИ СКФУ, 2022. 276 с.

9. Марутян А. С. Конструкция с решеткой из П-образного профиля // Патент № 2099448. 24.03.2022.
10. Марутян А. С. Стыковое соединение растянутого пояса металлической фермы // Авторское свидетельство № 1723281. 30.03.1992.
11. Перельмутер А. В. Очерки по истории металлических конструкций: Научно-популярное издание. М: Издательство АСВ, 2015. С. 81–86.
12. Марутян А. С. Треугольная решетка стержневых конструкций с дополнительными полустойками и полураскосами (У-образными стойками) // Патент № 2618810. 11.05.2017.
13. Марутян А. С. Треугольная решетка стержневых конструкций с дополнительными стойками и полураскосами // Патент № 2573889. 27.01.2016.
14. Стальные конструкции покрытий производственных зданий пролетами 18, 24 и 30 м с применением замкнутых гнутосварных профилей прямоугольного сечения типа «Молодечно»: типовой проект: серия 1.460.3-14 / разраб. ГПИ Ленпроектстальконструкция. Госстрой СССР. 1980. 135 с.: чертежи КМ.
15. Стальные конструкции покрытий производственных зданий из замкнутых гнутосварных профилей прямоугольного сечения пролетом 18, 24 и 30 м с уклоном кровли 10%: типовой проект: серия 1.460.3-23.98. Выпуск I / разраб. ОАО ПИ Ленпроектстальконструкция. Госстрой РФ. 2000. 78 с.: чертежи КМ.
16. ГОСТ 27579-88. Фермы стальные стропильные из гнутосварных профилей прямоугольного сечения. Технические условия. М.: Госстандарт СССР. 1988. 10 с.
17. Металлические конструкции академика В. Г. Шухова / Отв. ред. В.П. Мишин. М.: Наука, 1990. 112 с.
18. Шухов В. Г. Стропила. Изыскания рациональных типов прямолинейных стропильных ферм и теория арочных ферм. М.: «Русское Т-во печатн. и изд. дела», 1897. 125 с.
19. Шухов В. Г. Строительная механика / Избранные труды. М.: Наука, 1977. С. 65–139.
20. Барановский М. Ю., Тарасов В. А. Стандартизированные ферменные конструкции с уклоном 10% пролетами 24, 30, 36 метров // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. № 7. С. 92–106.
21. Марутян А. С. Проектирование легких металлоконструкций из перекрестных систем, включая модули типа «Пятигорск». Пятигорск: ПФ СКФУ, 2013. 436 с
22. Москалев С. Н., Попова Р. А. Стальные конструкции легких зданий. М.: Издательство АСВ. 2003. С. 71–72.
23. Баглачев С. В., Савенко С. Н. Архитектура старого Кисловодска. Пятигорск: Издательство «Снег», 2006. 512 с.

#### REFERENCES

1. Architectonics of engineer VG Shukhov. Proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the 160th anniversary of V.G. Shukhov's birth (November 13-14, 2013). Moscow: MARCHI; 2013. 302 p.
2. Shukhov VG. Application for the privilege "Openwork Tower". January 11, 1896. Privilege No. 1895 issued on March 12, 1899.
3. Kushchev IE, Romanchenko DA. The influence of historical experience on the development of four-tier structures in the form of hyperboloids of rotation. Akademicheskii vestnik UralNIiproekt RAASN. 2023;(4):67-71.
4. Kushchev IE, Romanchenko DA. The modeling of five-tiered structures in the form of hyperboloids of rotation and changes in loads on nodal fasteners. Bulletin of the South Ural State University. 2024;(1):14-19.
5. Romanchenko DA. Study of deformations in nodal joints of polymer mesh shells of hyperboloids of rotation. Structural Mechanics and Analysis of Constructions. 2024;(1):70-77.

6. Kiryushchenko VN, Sikorskaya VV, Chiknizov AYu, Nazarova EV, Efremova EA, Avetyan NYu, Marutyany AS. Optimization of gratings from tubular profiles. Investments, urban development, real estate as a driver of socio-economic development of the territory and improving the quality of life of the population. Proceedings of the XIII international scientific and practical conference. Tomsk; TGASU. 2023. P. 282-286.
7. Samokhvalov IA. Growing Stress-Strain State of a Metal Tower Structure Intended for Placing Cellular Communication Equipment in the Presence of Corrosion Damages of Individual Elements and Connections of its Support. Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2024;(1):88-97.
8. Marutyany AS. Optimization of truss structures of buildings and structures. Pyatigorsk: Publishing house of PI SKFU; 2022. 276 p.
9. Marutyany AS. Construction with a lattice made of a U-shaped profile // Patent No. 2099448. 03.24.2022.
10. Marutyany AS. Butt joint of a stretched belt of a metal truss. Author's certificate No. 1723281. 30.03.1992.
11. Perelmuter AV. Essays on the history of metal structures: Popular science publication. Moscow: ASV Publishing House; 2015. P. 81–86.
12. Marutyany AS. Triangular lattice of rod structures with additional half-posts and half-braces (Y-shaped posts) // Patent No. 2618810. 11.05.2017.
13. Marutyany AS. Triangular lattice of rod structures with additional posts and half-braces // Patent No. 2573889. 01/27/2016.
14. Steel structures for roofs of industrial buildings with spans of 18, 24 and 30 m using closed bent-welded rectangular sections of the Molodechno type: standard design: series 1.460.3-14 / developed by GPI Lenproektstalkonstruksiya. USSR Gosstroy. 1980. 135 p.: KM drawings.
15. Steel structures of industrial building roofs made of closed bent-and-welded rectangular sections with a span of 18, 24 and 30 m with a roof slope of 10%: standard design: series 1.460.3-23.98. Issue I / developed by OAO PI Lenproektstalkonstruksiya. Gosstroy RF. 2000. 78 p.: KM drawings.
16. GOST 27579-88. Steel rafter trusses made of bent-welded rectangular sections. Technical conditions. Moscow: USSR State Standard. 1988. 10 p.
17. Metal structures of academician VG. Shukhov. Ed. VP Mishin. Moscow: Nauka; 1990. 112 p.
18. Shukhov VG. Rafters. Research of rational types of rectilinear rafter trusses and the theory of arched trusses. Moscow: "Russian Printing and Publishing House"; 1897. 125 p.
19. Shukhov VG. Structural Mechanics / Selected Works. Moscow: Nauka; 1977. P. 65-139.
20. Baranovskiy MIU, Tarasov VA. The standardized farm designs with 10% slope for 24, 30, 36 meters span // Construction of Unique Buildings and Structures. 2014;7:92-106.
21. Marutyany AS. Design of light metal structures from cross systems, including modules of the "Pyatigorsk" type. Pyatigorsk: PF SKFU; 2013. 436 p.
22. Moskalyev SN, Popova RA. Steel structures of light buildings. Moscow: ASV Publishing House; 2003. P. 71-72.
2. Baglachev SV, Savenko SN. Architecture of old Kislovodsk. Pyatigorsk: Sneg Publishing House; 2006. 512 p.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Елена Аристотелевна Ефремова** – студентка колледжа, Пятигорский институт (филиал), Северо-Кавказский федеральный университет, [lena.efremova.ari@gmail.com](mailto:lena.efremova.ari@gmail.com)

**Сергеева Арина Аликовна** – студентка колледжа, Пятигорский институт (филиал), Северо-Кавказский федеральный университет, [s-arina-04@mail.ru](mailto:s-arina-04@mail.ru)

**Наринэ Юрьевна Аветян** – преподаватель колледжа, Пятигорский институт (филиал), Северо-Кавказский федеральный университет, [n.avetyan@bk.ru](mailto:n.avetyan@bk.ru)

**Александр Суменович Марутян** – кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела организации проектно-грантовой деятельности, преподаватель

колледжа, Пятигорский институт (филиал), Северо-Кавказский федеральный университет, [al\\_marut@mail.ru](mailto:al_marut@mail.ru)

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Elena A. Efremova** – College Student, Pyatigorsk Institute (branch), North-Caucasus Federal University, [lena.efremova.ari@gmail.com](mailto:lena.efremova.ari@gmail.com)

**Arina A. Sergeeva** – College Student, Pyatigorsk Institute (branch), North-Caucasus Federal University, [s-arina-04@mail.ru](mailto:s-arina-04@mail.ru)

**Narine Yu. Avetyan** – College Teacher, Pyatigorsk Institute (branch), North-Caucasus Federal University, [n.avetyan@bk.ru](mailto:n.avetyan@bk.ru)

**Alexander S. Marutyán** – Cand. Sci. (Techn.), Associate Professor, Leading Researcher of the Department of Organization of Project and Grant activities, College Teacher, Pyatigorsk Institute (branch), North-Caucasus Federal University, [al\\_marut@mail.ru](mailto:al_marut@mail.ru)

**Вклад авторов:** все авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию: 13.03.2024;  
одобрена после рецензирования: 19.04.2024;  
принята к публикации: 10.06.2024.*

*The article was submitted: 13.03.2024;  
approved after reviewing: 19.04.2024;  
accepted for publication: 10.06.2024.*

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 236-241.  
Modern Science and Innovations.  
2024;2(46):236-241.

ДИСКУССИОННЫЕ СТАТЬИ /  
DISCUSSION PAPERS

Научная статья / Original article

УДК: 330.163.2

<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.24>

Хусейн Алимович Хамшоков  
[Hussein A. Khamshokov]<sup>1\*</sup>,  
Светлана Евгеньевна Беловодова  
[Svetlana E. Belovodova]<sup>2</sup>

Управление социальным имиджем  
организации в цифровой экономике

The managing the social image of an  
organization in the digital economy

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный экономический университет, г. Санкт-Петербург,  
Россия / Saint Petersburg State University of Economics, Saint Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Северо-Кавказский федеральный университет, Пятигорский институт (филиал), г. Пятигорск,  
Россия / North-Caucasus Federal University, Pyatigorsk Institute (branch), Pyatigorsk, Russia

\*Автор, ответственный за переписку: Хусейн Алимович Хамшоков, [khamshokovkhuseyn@gmail.com](mailto:khamshokovkhuseyn@gmail.com) /  
Corresponding author: Hussein A. Khamshokov, [khamshokovkhuseyn@gmail.com](mailto:khamshokovkhuseyn@gmail.com)

**Аннотация.** Переход к цифровизации оказал значительное влияние на конкурентную расстановку сил. Новые условия благоприятствуют компаниям, которые работают в отрасли давно или не имеют большого опыта. Эти компании далеко не всегда могут конкурировать с крупными игроками, даже если они работают с большими объемами продукции. Но в то же время они занимают лидирующие позиции, потому что смогли быстро и своевременно адаптироваться к новым требованиям потребительского рынка. Другими словами, самые большие возможности в современном мире бизнеса открываются перед стартапами, готовыми принять новые бизнес-модели и полностью изменить правила игры. В этом контексте компаниям, существующим уже долгое время, необходимо обратить внимание на изменения, которые затрагивают такие ключевые элементы капитала, как имидж (символический капитал). Интеграция современных цифровых тенденций с традиционными подходами к формированию корпоративного имиджа имеет решающее значение для выживания компании. В данной статье рассматриваются элементы социального имиджа и особенности формирования корпоративного имиджа в свете перехода к цифровизации.

**Ключевые слова:** имидж, социальный имидж, цифровизация, фирменный стиль, фирменный знак, логотип, бренд

**Для цитирования:** Хамшоков Х. А., Беловодова С. Е. Управление социальным имиджем организации в цифровой экономике // Современная наука и инновации. 2024. № 2 (46). С. 236-241. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.24>

**Abstract.** The transition to digitalization has had a significant impact on the competitive balance of power. The new conditions favor companies that have been in the industry for a long time or do not have much experience. These companies are not always able to compete with large players, even if they work with large volumes of products. However, at the same time, they occupy a leading position because they were able to quickly and timely adapt to the new requirements of the consumer market. In other words, the biggest opportunities in today's business world lie with startups that are willing to embrace new business models and change the rules of the game. In this context, companies that have been around for a long time need to pay attention to changes that affect key elements of capital such as image (symbolic capital). Integrating modern digital trends with traditional approaches to creating a corporate image is critical to a company's survival. This article examines the elements of social image and the features of the formation of a corporate image in the light of the transition to digitalization.

**Keywords:** image, social image, digitalization, corporate identity, corporate sign, logo, brand

© Хамшоков Х. А., Беловодова С. Е., 2024

**For citation:** *Khamokov HA, Belovodova SE. The managing the social image of an organization in the digital economy. Modern Science and Innovations. 2024;2(46):236-241. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.24>*

**Introduction.** Image is the idea of a company, product or service in the minds of various groups of society [1]. A positive image plays an important role in positioning, developing and promoting a business. However, not all companies realize how important it is to create a positive image [4]. Image can attract or repel customers and partners, and a properly formed image can increase sales and attract new customers who share the company's values. A sustainable image is an image based on trust [6].

**Materials and research methods.** A company that competently manages its image increases the value of its business, which is confirmed by practical research [5].

When forming an image, it is important to achieve the following goals:

- Create a correct image of the company in the market, corresponding to its positioning.
- Increase brand awareness.

Achieving these goals ensures commercial success by attracting an active audience willing to purchase goods and services, as well as qualified employees. Formation of the image of the organization can be carried out both by a specially created department and by senior management.

Let us consider the challenges facing corporate management in the field of managing the company's social image [5].

In order to manage the social image of an organization at the senior management level, it is necessary to solve certain problems:

- Analysis of the current state of the organization's image management system is an integral part of the development process and successful functioning of the enterprise. In this context, special attention is paid to both internal and external subsystems, defining their areas of responsibility.

- To achieve effective image management, it is necessary to identify the basic principles that the organization should follow and relate them to the goals, objectives and modern external environment. At the same time, the individuality and challenges faced by the enterprise must be taken into account and acknowledged.

- The key stage in the formation of a company's image management system is the development of core values, rules of employee behavior and principles of corporate culture. These factors are the basis for creating a harmonious and recognizable image of the organization.

- This is followed by the development and implementation of a company image management system, which includes a wide range of activities and tools. It is aimed at achieving the set goals and objectives, also providing for the use of previously developed principles of image management.

- One of the important aspects of company image management is regular monitoring of certain parameters. These parameters include the company's image in the eyes of customers, including brand recognition, correct implementation of the mission, the presence of a corporate style, pricing policy, as well as features of products and services. Also important is the commercial image of the enterprise, which is characterized by business reputation, reliability, commercial activity, prestige and the degree of information disclosure. In addition, the image of the organization in the eyes of the state includes the significance of the products produced, social and public activities, the spirit of law-abidingness, the number of jobs created and the potential for informal cooperation. Social image is associated with fulfilling social obligations to society, participation in social and community projects, compliance with environmental legislation, and public perception of the importance of the company's mission. And the internal image of an employer depends on the level of prestige and attractiveness of the organization, the degree of disclosure of management information to employees, loyal attitude towards employees, originality of corporate style, social guarantees and career growth.

**Research results and their discussion.** Thus, all of the above aspects are an integral part of the company's image management system, which allows you to create and maintain a high level of reputation and recognition in the market.

The social image of a company is determined by internal and external perceptions. Internal image includes policies within the enterprise, relations between employees and management, as well as between employees. It is formed through the image of management - management methods, personal qualities and professionalism, the image of employees - the culture of communication and behavior, and corporate culture - the environment within the organization, working conditions, rules of behavior at work.

External image includes all the company's actions in relation to the outside world, its communication with clients and partners. It is formed through the creation of a corporate identity - a recognizable logo, color combinations, slogans, business reputation - the company's position in relation to competitors and partners, and the development of high-quality products to create a favorable image.

The social image of an organization is formed depending on the characteristics of the brand, its goals and the way its activities are organized. This process is multi-step and requires constant participation. A positive image helps save resources, while a negative image increases company costs. A negative image can prevent clients and partners from cooperating with the brand.

The brand image must be consistent with company policies and core social values. Establishing competent and good relations with all market participants is possible if a balance is achieved in this direction.

As is known, the image of an enterprise acquires value at different stages of its activity. Image is symbolic capital and part of the overall capital of the enterprise. The same company can have different images in different public groups. Different stakeholders may perceive the enterprise differently. For example, investors are looking for corporate responsibility, government agencies are looking for a high level of civil responsibility, and partners are looking for high competitiveness.

Additionally, the organization may have different perceptions between the team itself and the rest of the population. Therefore, it can have more than one image for each stakeholder group. The shared perceptions of different groups shape the broader image of the organization.

In any company there are different groups of parties who are interested in shaping the company's image. Government, regulatory authorities, consumers, investors, etc. assess the image of a particular company differently. Consequently, most businesses understand the importance and value of their audience, moreover, it is important to retain this audience constantly. This can be done through the use of public relations tools, information and digital technologies.

A key indicator of the formation of a company's social image is the ability to influence society in the person of its clients, consumers, and the ability to maintain the quality of goods and services in meeting the needs of the audience. Therefore, there must be an active dialogue between the company and the consumer. Often, those companies that have a high scale of production do not always receive the gratitude of society, thus there is no dialogue with the consumer. Accordingly, one company may be popular and have a good reputation, while another company is little known and has no image in society. Tools for transmitting public opinion such as advertising, media, PR - promotion, etc. can create an excellent image for the company, or, on the contrary, can have a negative impact on the consumer, forming a terrible image of the company in his eyes. Therefore, it is important to take a responsible approach to communications media and select them efficiently to broadcast your image. Consumer trust is valuable; however, we should not forget about honesty. If I publish false information about a company, it risks losing customers because the truth will sooner or later become known. Artificially created images about the company will lose their shine over time, and consumers will become uninterested in dealing with such a company. An example of such promotion is financial pyramids. If the business is stable and prosperous, then the company should not risk deceiving public opinion.

When working with the formation of a positive attitude on the part of the consumer, it is worth considering that the social image of a company is not only a method of managing public opinion, but the image is also an object of management. That is, the company's image can be managed from the outside. The formation of a good reputation of the company is carried out by the company's structural departments responsible for marketing communications, advertising, public relations, product sales, etc. When creating a social image, a company should use a variety of influence methods depending on different target audiences. Digital business opportunities have made adjustments to the relationship between the company and consumers. In order to harmonize such relationships, various mobile applications, remote payment methods for goods and services, a remote review system, etc. have been invented. To survive in the market, companies are resorting to the integration of digital technologies and traditional methods of maintaining the company's image. The main tool in creating the social image of an organization is branding, which implies the use of a trademark, packaging, product design, advertising tools for product promotion, etc. How a company behaves in the market can be seen through its relationships with partners, suppliers, competitors, banks, etc. All this is manifested in the company's corporate culture. With the help of a logo, a company identifies itself, its brand, which should help distinguish the company from its competitors. The company's values can also be conveyed through the logo. With the introduction of digital technologies, the system of teamwork also changes. Company personnel must be able to properly use these technologies. The market dictates such conditions that the company's main asset is its customers. It is important to build customer loyalty through a system of values that are transmitted through the company's brand. Thanks to new digital technologies, it is easy for consumers to identify unreliable, unscrupulous brands. It is also important for companies to quickly and correctly respond to any economic changes in the market in order to be able to provide the client with the necessary and up-to-date information, thereby ensuring a high level of service. By using all of these tools, the company will undoubtedly achieve success by creating strong and stable relationships with the consumer.

Today, it is much easier for companies to achieve leadership than it was, for example, decades ago. From the moment technology began to actively develop among enterprises, access to a wide variety of resources opened up. Customers also find these advanced technologies convenient and ready to use them. Those business projects that appear at the present time have much more opportunities to become successful in modern business. Companies that have been operating for a long time recognize that long existence in the market does not provide such a strong advantage over competitors as new technologies. Therefore, they are forced to develop new projects and startups. Digital transformation is currently one of the most important topics for companies around the world.

In light of these changes, developing a digital corporate governance model requires a strategic understanding of future digital technologies and their application to new business processes. Companies also need to monitor trends in business transformation, as modern conditions and the development of new technologies change the way they do business. But you must always take into account that when introducing new technologies and assessing the competitive environment, the company's reputation and its image are important. This is especially significant for companies that already occupy a certain place in the market. The changes that will be made may not only be useful, but also harmful, so it will be useful to take into account customer expectations.

In our world, the development of the digital economy is gaining momentum, and managing the social image of an organization is becoming an important task for strategic development, because social image is how the company is perceived by its target audience, including customer loyalty, reputation, brand popularity and customer trust. Every action of a company in the media field can have the most unpredictable consequences for its image. Therefore, you need to closely monitor the details and clearly develop a strategy for interacting with the audience.

The development of technology and increased user activity on the Internet create new opportunities for image management and companies must be prepared to quickly respond to changes in public opinion and crisis situations. For such cases, you need to be able to use digital marketing tools to strengthen your position in the market. One of the important components here will be content marketing, which helps to create the desired perception of the brand and create positive associations with it.

**Conclusion.** Organizations need to develop strategies that will help them actively engage in dialogue with audiences, respond appropriately to criticism, quickly resolve problems, and effectively convey their key messages to target audiences.

Managing social image in the digital economy requires brands to be flexible, responsive and transparent. This is not only the protection and support of reputation, but also an opportunity to develop relationships with consumers, build loyalty and, as a result, strengthen positions in the market.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Баласаньян А. Р. Имидж фирмы // Аллея науки. 2017. Т. 1. № 14. С. 251–254.
2. Дмитриева С. А. Роль имиджа корпораций в цифровую эпоху // Промышленность: экономика, управление, технологии. 2019. № 3 (77). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-imidzha-korporatsiy-v-tsifrovuyu-epohu> (дата обращения: 01.03.2024).
2. Завьялова А. Г., Черняуская Д. Р. Исследование корпоративного имиджа // Экономика и бизнес: теория и практика. 2019. № 10–1 (56). С. 130–133.
3. Магомадова И. И., Юшаева Р. С. Э. Управление имиджем организации // Актуальные проблемы развития социально-экономических систем: теория и практика: сборник научных статей 12-й Международной научно-практической конференции, Курск, 27 мая 2022 года. Курск: Юго-западный государственный университет, 2022. С. 234–236.
4. Петрова А. М. Имидж фирмы как фактор повышения конкурентоспособности // Научно-образовательный потенциал молодежи в решении актуальных проблем XXI века. 2019. № 13. С. 77–80.
5. Цугленок О. М. Имидж компании – как фундамент для успешной работы компании // Эпоха науки. 2019. № 18. С. 67–69.

#### REFERENCES

1. Balasanian AR. The image of the company. *Alleya nauki = Alley of science* . 2017;1(14):251-254.
2. Dmitrieva SA. Role of corporate image in digital era. *Industry: economics, management, technology*. 2019;(3(77)). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-imidzha-korporatsiy-v-tsifrovuyu-epohu> [Accessed 1 March 2024].
3. Zavyalova AG, Chernyauskaya DR. Research of corporate image. *Journal of Economy and Business*. 2019;(10-1(56):130-133.
4. Magomadova II, Yushaeva RSE. Organizational image management. Actual problems of development of socio-economic systems: theory and practice: collection of scientific articles of the 12th International Scientific and Practical Conference, Kursk, May 27, 2022. Kursk: South-West State University; 2022;234-236.
5. Petrova AM. Image of firm as a factor to increase competitiveness. *Nauchno-obrazovatel'nyi potentsial molodezhi v reshenii aktual'nykh problem XXI veka = Scientific and educational potential of youth in solving urgent problems of the 21st century*. 2019;(13):77-80.
6. Tsuglenok OM. The image of the company - as the foundation for the successful work of the company. *The age of science*. 2019;(18):67-69.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Хусейн Алимович Хамшоков** – магистрант кафедры социологии и управления персоналом Санкт-Петербургского государственного экономического университета, +79112392789, [khamshokovkhuseyn@gmail.com](mailto:khamshokovkhuseyn@gmail.com)

**Светлана Евгеньевна Беловодова** – кандидат психологических наук, доцент, Пятигорский институт (филиал), Северо-Кавказский федеральный университет, [sbelovodova@ncfu.ru](mailto:sbelovodova@ncfu.ru)

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Hussein A. Khamshokov** – Graduate Student of Sociology and Human Resource Management Department of Saint-Petersburg State Economic University, [khamshokovkhuseyn@gmail.com](mailto:khamshokovkhuseyn@gmail.com)

**Svetlana E. Belovodova** – Cand. Sci. (Psychol.), Associate Professor, Pyatigorsk Institute (branch), North-Caucasus Federal University, [sbelovodova@ncfu.ru](mailto:sbelovodova@ncfu.ru)

**Вклад авторов:** все авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию: 05.03.2024;  
одобрена после рецензирования: 14.04.2024;  
принята к публикации: 10.06.2024.*

*The article was submitted: 05.03.2024;  
approved after reviewing: 14.04.2024;  
accepted for publication: 10.06.2024.*

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 242-250.  
Modern Science and Innovations.  
2024;2(46):242-250.

**Василий Алексеевич Колесников**  
[Vasily A. Kolesnikov]

*ДИСКУССИОННЫЕ СТАТЬИ /*  
*DISCUSSION PAPERS*

**Слова молодёжи против коррупции**

*Научная статья / Original article*

**The words of youth against corruption**

УДК: 330.163.2

<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.25>

*Северо-Кавказский федеральный университет, Пятигорский институт (филиал), г. Пятигорск, Россия, [iaia1234@list.ru](mailto:iaia1234@list.ru) / North-Caucasus Federal University, Pyatigorsk Institute (branch), Pyatigorsk, Russia, [iaia1234@list.ru](mailto:iaia1234@list.ru)*

**Аннотация.** Данная работа посвящена немало важной теме в сфере противодействия коррупции в Российской Федерации, а именно роли молодёжи в разрешении данного вопроса, а также её отношению к коррупции как к вредоносному явлению в целом. Коррупция охватывает все слои населения и существует практически во всех мировых государствах настоящего времени, нанося неисчислимый ущерб как отдельным лицам и организациям, так и всему государству в целом. Актуальность исследуемой темы определяется её повсеместной распространённостью и необходимостью разрешения стоящей проблемы в современном мире. Потребность в ликвидации коррупции определяется масштабностью последствий, наносимых всему обществу этим вредоносным явлением. В частности, можно и нужно говорить о взаимосвязи сознания и мировосприятия молодого поколения со степенью распространённости и ростом количества случаев проявления коррупции во всех сферах общественной жизни. Целью данной научно-исследовательской работы является исследование коррупционных явлений среди молодёжи, выявление основных причин появления и способов минимизации коррупции. Соответственно, в качестве предмета исследования выдвигается коррупция во всех самых разнообразных формах её проявления, уделяя важное внимание её непосредственной взаимосвязи с молодым поколением. В ходе работы были использованы и применены такие теоретические и эмпирические методы, как сравнение, анализ, классификация, тестирование, анкетирование, наблюдение, изучение, подсчёты и другие. Область применения результатов, полученных в ходе написания научной статьи и проведения социальных опросов, охватывает широкий спектр общественной и государственной деятельности. Проведённая работа и её результаты могут оказать влияние на принятие дальнейших решений в области проведения антикоррупционной политики как на федеральном, так и на региональном и муниципальном уровнях, а также итоги данного научного труда должны оказать соответствующее влияние на взгляды читателей касательно коррупции и коррупционной политики в Российской Федерации и показать степень важности и роли молодёжи не только в её появлении и существовании, но и в её преодолении или же, как минимум, минимизации. Ну и, безусловно, данная статья предоставит свежий взгляд на изучаемую проблему непосредственно от лица представителя молодого поколения, коим является автор работы. По результатам работы была обоснована необходимость разрешения проблемы коррупции, были всесторонне изучены и приведены в тексте статьи причины её появления, способы устранения, виды этих самых коррупционных явлений относительно слоёв населения и уровня власти, в которых она может проявляться, а также исследовано отношение молодёжи к коррупции, выявлена причастность молодого поколения к её появлению и устранению, и, наконец, приведены соответствующие выводы касательно изученной темы.

**Ключевые слова:** коррупция, молодёжь, коррупционные явления, коррупционные процессы, молодое поколение

**Для цитирования:** Колесников В. А. Слова молодёжи против коррупции // Современная наука и инновации. 2024. № 2 (46). С. 242-250. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.25>

© Колесников В. А., 2024

**Abstract.** *This work is devoted to a rather important topic in the field of combating corruption in the Russian Federation, namely the role of youth in resolving this issue, as well as their attitude to corruption as a harmful phenomenon in general. Corruption covers all segments of the population and exists in almost all world states of the present time, causing incalculable damage to both individuals and organizations, and the entire state in general. The relevance of the topic under study is determined by its ubiquity and the need to solve the problem in the modern world. The need to eliminate corruption is determined by the magnitude of the consequences inflicted on the whole society by this harmful phenomenon. In particular, it is possible and necessary to talk about the relationship of consciousness and worldview of the younger generation with the degree of prevalence and increase in the number of cases of corruption in all spheres of public life. The purpose of this research work is to study corruption phenomena among young people, identify the main causes and ways to minimize corruption. Accordingly, corruption in all its most diverse forms is put forward as the subject of research, paying important attention to its direct relationship with the younger generation. In the course of the work, such theoretical and empirical methods as comparison, analysis, classification, testing, questioning, observation, study, calculations and others were used and applied. The scope of application of the results obtained during the writing of a scientific article and conducting social surveys covers a wide range of public and government activities. The work carried out and its results may influence further decisions in the field of anti-corruption policy at both the federal, regional and municipal levels, as well as the results of this scientific work should have an appropriate impact on readers' views on corruption and corruption policy in the Russian Federation and show the degree of importance and role of youth not only in its appearance and existence, but also in overcoming it or, at least, minimizing it. And, of course, this article will provide a fresh look at the problem under study directly on behalf of a representative of the younger generation, which is the author of the work. Based on the results of the work, the need to resolve the problem of corruption was justified, the causes of its occurrence, ways of elimination, types of these very corruption phenomena relative to the strata of the population and the level of power in which it can manifest itself were comprehensively studied and given in the text of the article, the involvement of the younger generation in its appearance and elimination was revealed and finally, the relevant conclusions regarding the studied topic are presented.*

**Keywords:** corruption, youth, corruption phenomena, corruption processes, the younger generation

**For citation:** Kolesnikov VA. *The words of youth against corruption. Modern Science and Innovations. 2024;2(46):242-250 (In Russ.).* <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.25>

**Введение.** Коррупция – это «вирус» любого государства, поражающий его изнутри и требующий принятия соответствующих усилий в области создания «вакцины». Орудием для противодействия такому вредоносному явлению, как коррупция, является проводимая государством антикоррупционная политика, важную роль в успехе которой играет именно молодое поколение, на плечи которого ложится в значительной степени судьба государства. Актуальность темы определяется степенью распространённости коррупции во многих сферах жизни общества, а также её длительным существованием и оказанием влияния практически на каждое государство земного шара. Цель данной статьи заключается во всестороннем раскрытии темы коррупции в Российской Федерации, выявлении причин возникновения и способов преодоления коррупционных явлений, а также донесении до читателей роли молодёжи в разрешении стоящего перед каждым из нас вопроса о противодействии коррупции.

**Материалы и методы исследований.** В ходе проведения научного исследования в области коррупционных явлений относительно молодёжи были применены разнообразные теоретические и эмпирические методы. Для всестороннего раскрытия темы было проведено тщательное изучение всей необходимой литературы посредством её скрупулёзного анализа. В целях более подробного раскрытия темы использовались некоторые архивные документы, в частности, речь Уинстона Черчилля в Вестминстерском колледже. Также с целью составить максимально объективную оценку изучаемого вопроса, использовался метод сравнения, посредством которого разные источники сопоставлялись для проведения определённых параллелей как между различными историческими периодами, так и среди разносторонних представителей молодого поколения. Одним из важнейших методов исследования, использованных в данном труде, является классификация, путём которой, к

примеру, были выделены схожие, но в то же время имеющие существенные отличия друг от друга, виды коррупции. Активно использовался такой метод исследования, как тестирование, а именно был проведён опрос среди представителей молодого поколения касательно степени проявления коррупционных явлений в процессе их жизнедеятельности, вследствие чего была дана объективная оценка полученным данным. Помимо этого, в научно-исследовательской работе применялись: наблюдение, мониторинг, визуализация, абстрагирование и другие.

**Основная часть.** Как сказал однажды известный русский историк Александр Иванович Кирпичников: «Коррупция – хроническая и неизлечимая болезнь любого государственного аппарата всех времён и народов».[1] Продажность, подкупность – под любым из этих синонимов слова «коррупция» понимается явление крайне негативное – негативное как для государства, так и для всего общества в целом, в связи с чем всегда была, есть и будет существовать необходимость в её устранении, ну или, по крайней мере, максимально возможной минимизации.

По мере человеческого развитие, формирования в нём как такового сознания, с создания первых людских объединений, впоследствии разросшихся до государств, в человеке зарождалось и постепенно эволюционировало такое личностное качество, которое сегодня все мы называем скупостью или жадностью. Именно это качество личности является главной и основной причиной существования в современных реалиях коррупции. Люди в большинстве своём стремятся к получению какой бы то ни было прибыли, стараются реализовать собственные интересы, которые они ставят превыше интересов иных, нарушая при этом не только правила морали, но и правила, закреплённые на государственном уровне – законы [9].

Коррупция существует, так скажем, в 2 видах: коррупция «сверху» и коррупция «снизу». Первая проявляется в деятельности органов государственной власти и местного самоуправления, а также в действиях отдельных должностных лиц. Здесь коррупция обусловлена, как правило, наличием власти. Эта власть завладевает человеком и подталкивает его на совершение вредных для общества, но приносящих пользу ему самому поступков – на принятие или дачу взятки, а безнаказанность таких действий провоцирует их рецидивы в дальнейшем. Зачастую данный вид коррупции имеет наибольшие масштабы, в связи с чем является более простым в выявлении и в дальнейшем пресечении. Такая коррупция может проявляться в самых разнообразных видах, это может быть: административная рента (взятка, получаемая чиновником за его бездействие или действие в интересах физического или юридического лица, предоставляемого взятку); административный ресурс (возможности органов власти, которые, несмотря на запрет законодательства, могут использоваться отдельными лицами или группами лиц в реализации их собственных, например, экономических интересов); белый список (опция компьютерной программы центров автоматической фиксации административных правонарушений региональных управлений ГИБДД, позволяющая настраивать программу таким образом, что после фото- или видео- фиксации нарушений, допущенных отдельными (специально избранными) участниками дорожного движения, информация о них не передается сотрудникам ГИБДД, уполномоченным выносить постановления о привлечении нарушителей к ответственности) и тому подобное.[7]

Иным образом обстоят дела в коррупции, распространённой «внизу». Здесь уже размеры взяток зачастую являются не очень большими, но при этом очень распространёнными, а из-за их огромного количества и повсеместного существования становится крайне сложным процесс их ликвидации. Такая коррупция может проявляться в даче взяток отдельным врачам, сотрудникам ГАИ, ГИБДД, учителям, преподавателям и так далее. Но объединяющим эти 2 вида коррупции фактором, служащим основной причиной появления коррупционных процессов в обществе, является человеческий фактор, обусловленный жадностью и эгоизмом людей.

Люк де Вовенарг говорил: «Как трудно заниматься выгодным делом, не преследуя при этом собственной выгоды» [4].

Не нужно быть Шерлоком Холмсом, чтобы понять смысл этих слов. Не для кого не секрет, что коррупция как таковая представляет собой злоупотребление своим положением в личных целях, из чего следует, что единственная причина коррупции – это сам человек, стремящийся, чего бы ему это ни стоило, получить собственную выгоду. Такая выгода может проявляться в виде получения денег, должности, в обходе различного рода экзаменов и так далее.

В современном обществе понятие «коррупция» является известным и в какой-то степени привычным практически для каждого человека. Это говорит об огромных масштабах существующей проблемы и о возрастающей необходимости её преодоления.

Существует несколько способов минимизации коррупционных явлений. Одним из них является метод «Кнут и пряник», а так как личная прибыль от взятки зачастую превышает размер «пряника», то наибольший эффект оказывает именно кнут, т.е. наказание. Страх ответственности за совершённое деяние тем выше, чем больше наказание и чем чаще это наказание применяется. Соответственно, ужесточение мер наказания – отличный способ снижения уровня коррупции, а подкрепление наказания его частым применением – гарантированный способ ещё большего снижения этого уровня.

Другой способ – это ликвидация коррупции на нравственном уровне, на уровне менталитета каждого отдельного человека. Данный метод более эффективный, но в разы более сложный и требующий немало, если не сказать большого количества времени.

Возвращаясь к теме статьи, необходимо осветить эту проблему относительно слоя населения, фактически представляющего собой будущее государства – относительно молодёжи. Каждое новое поколение людей имеет отличительные особенности менталитета, мировосприятия. Это вызвано различием политического режима, методов воспитания, уровня и характера идеологической пропаганды, а также ценностей, присущих отдельному обществу на разных этапах его существования.

Человеку, который изучал историю России, наверняка известно о таком событии двадцатого столетия, как «Холодная война», ставшего основной причиной развала СССР. Это явление представляет собой глобальное противостояние социалистического и капиталистического блоков, использующих в этой борьбе превалирующие невоенные методы, в том числе и на уровне идеологии и нравственности.

Началом холодной войны принято считать 5 марта 1946 года, когда Уинстон Черчилль выступил со своей всеми известной речью в Вестминстерском колледже в Фултоне. Речь эта имела открыто провокационный характер. В своём докладе Черчилль проводил анализ положений в Европе и Азии, называл СССР причиной всех международных трудностей и проблем, акцентируя внимание на опасности коммунизма [8]. В качестве основных задач в отношении России США выдвигали:

а) значительное понижение влияния Москвы до такого уровня, при котором она перестанет быть угрозой для мира и всего мирового сообщества;

б) внесение изменений в теоретическую и практическую части международных отношений, которых придерживается правительство, стоящее во главе России [10].

Согласно директиве Совета Национальной Безопасности США от августа 1948 года, ЦРУ уполномочивались проводить мероприятия, направленные на:

- а) создание и использование трудностей для коммунизма на международном уровне;
- б) дискредитацию коммунизма, а также подрыв сил представляющих его партий;
- в) ослабление контролирующей роли коммунизма над любыми районами мира [5].

Именно посредством подрыва ценностей внутри государства, путём долгих и последовательных изменений подсознания людей при помощи идеологически «вредного» материала, вытекающего со стороны западных держав, Соединённым Штатам Америки и

удалось одержать победу в этом долгом противостоянии, которое, несмотря на развал Советского Союза, продолжается и по наши дни.

Победа в войне без насилия и без крови возможна лишь тогда, когда на арену выходит оружие совершенно другого уровня – идеологического. Если взглянуть на архивные видео времён советской власти, когда был совершенно иной менталитет, совершенно другие ценности и иное образование, и провести параллель с тем, что происходит сейчас, с тем, какие цели ставит перед собой молодёжь, то без, мягко говоря, удивления и одновременной горечи такое сравнение не обойдётся. Если раньше на «Олимпе» ценностей, имевших наибольшее значение среди как молодёжи, так и среди людей более старшего поколения, стояли авторитет, уважение, честь и достоинство, то сейчас чаща весов всё более и более склоняется в пользу денег. Подойдя к любому представителю молодого поколения сейчас, в 2024 году, и спросив его о цели в жизни, преимущественно будет получен ответ из разряда «Заработать миллионы, купить автомобиль, приобрести дом, уехать на Мальдивы...». Да, есть и сегодня люди, для которых деньги играют лишь косвенную, второстепенную роль, но, как ни прискорбно это осознавать, таких людей остаётся всё меньше и меньше.

Коррупция в России, как и во многих других странах по всему миру, продолжает набирать обороты. Процент людей, сталкивающихся с проявлениями коррупции, показывает не обнадеживающие цифры. Ниже представлена диаграмма, отражающая процентную долю среди молодёжи, непосредственно столкнувшуюся с проявлениями коррупционных явлений в Российской Федерации (данные представлены на момент мая 2024 года):



**Рисунок 1 – Столкновение молодёжи с коррупцией, %/  
Figure 1 – Youth's clash with corruption, %**

В целях составления статистики был проведён анонимный опрос среди представителей мужского и женского пола в возрасте от 16 до 22 лет (преимущественно студенты первого курса высших учебных заведений), которым было предложено выбрать один из двух вариантов ответа касательно того, приходилось ли им встречать проявления коррупции в процессе их жизнедеятельности. Согласно статистике, из 52 опрошенных студентов 39 человек (75%) непосредственно сталкивались со взяточничеством и иными проявлениями коррупции. Приведённые цифры сигнализируют об остроте проблемы коррупции, ведь это данные среди именно молодёжи, которая находится на рубеже детства и взрослой жизни и по большей части ей ещё не приходилось сталкиваться со всеми сложностями существующего бюрократического аппарата.

Возвращаясь к общему пониманию коррупции, можно составить своеобразную последовательность появления коррупции, где каждый элемент вытекает друг из друга:

взгляды и мировоззрение – цели и ценности – процент коррупции. В нашем случае срединный фрагмент такой цепи занимают деньги, являющиеся, бесспорно, главным фактором взяточничества и иных форм проявления коррупционных явлений. Конечно, не стоит забывать о том, что коррупция проявляется не только в денежном виде. Она может существовать и в такой общественной формации, как социализм или капитализм, где деньги переходят на второй план. Но рассматривая непосредственно Российскую Федерацию, являющуюся в большей мере капиталистическим государством, исключать наличия роли денег практически в любых проявлениях коррупции просто невозможно.

Большую роль в снижении уровня нравственности и возвышении ценности денег играет в современном мире очень важный и одновременно, как показывает практика, вредный предмет – интернет, а если говорить точнее - его незащищённость. Отрицать пользу развития современных технологий невозможно, но нельзя говорить о наличии только лишь полезного воздействия со стороны этих самых технологий. Интернет даёт возможность учиться и получать новую информацию, значительно экономя время, затрачиваемое на её поиск. Но есть и другая сторона монеты. Интернет никогда не был защищён от вредной и недостоверной информации. Если раньше дети читали книжки, как, например, «Живые и мёртвые» Константина Симонова, выделяя из них такие важные качества личности, как честность, мужество, отвагу, самоотверженность, то сейчас дети с ранних лет пропитывают себя видеоматериалом с разных интернет-платформ, таких как «YouTube», что сказывается не только на словарном запасе современной молодёжи, но и на их ценностях, в которых на первое место всё чаще выдвигаются материальные, а не духовные идеалы.

Именно потому, что для молодого поколения деньги играют большее значение, чем они должны играть, коррупция набирает такие масштабы. Давая «подарок» врачу за более качественную работу, сотруднику ГАИ за более хороший балл на экзамене, преподавателям за более высокую оценку, люди не задумываются о корне тех проблем коррупции, которыми в значительной степени являются они сами. Безусловно речь идёт о коррупции, которая не охватывает высшие эшелоны власти – там коррупция имеет свои причины и свои способы разрешения. Речь идёт о коррупции среди населения, в частности молодёжи. Стоит выстроить логическую цепочку: если одни люди перестанут давать взятки, то другие люди перестанут их получать; если люди перестанут получать взятки, а другие перестанут их давать, то и требовать их станет не с кого; следовательно, если никто не берёт и не даёт взятки, то взяток нет, а значит нет и коррупции. Из всего это следует вывод, что единственная причина существования взяток – это мы сами. И когда каждый из нас переосмыслит всё систему коррупции, осознает истинные причины её появления, то тогда и только тогда мы сможем если не победить, то снизить коррупцию до такого минимума, когда можно будет говорить о ней не больше, чем о единичных случаях проявления коррупции в Сингапуре.

Говоря о причинах существования коррупции, необходимо также затронуть такую тему, как «мифы». Многие люди не осознают всего масштаба вреда, причиняемого обществу коррупционными процессами. В связи с недостаточной осведомлённостью в изучаемой сфере люди, в частности молодёжь, часто верят в некоторые массово распространённые заблуждения касательно коррупции, из-за чего они могут, сами того не осознавая, становится непосредственными участниками таких процессов.

Одним из самых распространённых «мифов» является миф о том, что коррупция может быть полезной. Коррупция – это преступление, и оно в любом случае является злом, а его наличие объясняется жадностью, алчностью и завистью людей в любом возрасте [6]. Нередко молодёжь сопоставляет вред и коррупцию только в тех случаях, когда такая коррупция непосредственно связана с органами власти или должностными лицами, занимающими важное место в системе государственной власти. Коррупцию же среди самого населения они классифицируют как коррупцию «полезную, не наносящую

большого вреда из-за своих малых размеров». Грубо говоря, аргументируют свою деятельность принципом «500 рублей ничего не изменят». Здесь можно использовать понятие «толерантность к коррупции», под которым понимается осуждение населением не всех форм коррупции, а только той коррупции, которая имеет высокие и очень значительные размеры [2]. Однако нужно смотреть на всю картину целиком: каждый второй человек даст «небольшую» взятку, а когда будет подсчитана общая сумма всех таких «незначительных» взяток, то получится цифра, превосходящая или стоящая наравне с крупными многомиллионными, если не миллиардными, взятками. Поэтому важно понимать, что любая, абсолютно любая коррупция не коим образом не может быть полезна не для кого, кроме человека, её непосредственно дающего или принимающего. А говорить об объективной пользе или об отсутствии вреда от такой коррупции просто невозможно.

Затрагивая причины коррупции нельзя не упомянуть о следующем факторе: возможно ли победить коррупцию? Большинство современных учёных приходят к выводу о невозможности полного искоренения коррупционных процессов во всём мире, т.к. убедить более 8 миллиардов человек по всему миру в том, что не при каких обстоятельствах нельзя поддаваться соблазну приобретения собственной выгоды посредством получения или дачи различного рода взяток – это задача по сложности её разрешения стоит наравне с полным искоренением преступности, т.е. является практически невыполнимой. Отталкиваясь от этого, люди следуют принципу «раз ничего нельзя поделать, значит нет смысла пытаться что-то изменить». Однако люди так думающие глубоко заблуждаются. По аналогии сказанному можно говорить о том, что нет смысла учиться и повышать свой уровень образования, т.к. в конечном итоге невозможно выучить и знать всё, что известно человечеству в результате его многовековой эволюции и продолжительного научно-технического прогресса. Да, полная ликвидация коррупции практически невозможна при современных условиях, т.к. человеческий фактор рано или поздно возьмёт своё. Тем не менее нужно и очень важно говорить о том, что решение этой проблемы существует. Главной целью антикоррупционной политики является именно минимизация проявления коррупционных явлений в обществе. Сведение коррупции к минимуму – вот, к чему должно стремиться каждое общество. Также, как и с любыми вирусными эпидемиями, нельзя говорить о полном истреблении вируса как такового, однако этот «вирус», в роли которого выступает меркантильность, жадность и иные черты личности, являющиеся причинами существования коррупции, можно заморозить, введя в организм «антивирус», которым является правильная идеология и сознание каждого отдельного человека.[3] Несомненно, единичные случаи такой «болезни» будут всплывать в разных частях земного шара, однако они не смогут распространиться и не нанесут такого глобального урона, какой причиняет коррупция в 21 веке.

**Результаты исследований и их обсуждение.** По итогам проведённой научно-исследовательской работы в области «роли молодёжи в появлении и устранении коррупционных явлений в обществе» была тщательно изучена тема коррупции; были выявлены основные причины существования коррупционных явлений, главной из которых является человеческий фактор; приведена классификация коррупции относительно уровней власти, а также в отношении слоёв населения, на которых она проявляется; изучена и исчерпывающе пояснена роль молодого поколения в преодолении коррупции; проведены социальные опросы среди представителей молодёжи касательно проявления коррупции в процессе их жизнедеятельности, и сделаны соответствующие выводы относительно полученных результатов, по которым 75% среди опрошенных непосредственно сталкивались с коррупционными явлениями; а также подведены общие итоги касательно темы исследования.

**Заключение.** Говоря об устранении коррупции необходимо акцентировать внимание на том, что переубедить взрослое поколения в своих ценностях очень сложно, в связи с чем практически единственной опорой в борьбе с коррупцией становится молодёжь, в руках которой сейчас есть все средства для того, чтобы покончить с этим вредоносным явлением

и сказать: «Я против коррупции». А для того, чтобы это осуществилось, нужны активные действия со стороны государства, которые сейчас в определённой степени осуществляются и уже дают свои плоды. Должны проводиться мероприятия, направленные на подъём патриотизма, повышение образования, в том числе и финансовой грамотности, на переосмысление ценностей и жизненных ориентиров, потому что именно молодое поколения способно устранить то, что стало частью истории Российского государства – коррупцию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кирпичников А. И. Российская коррупция. СПб: Юридический центр прес, 2004. 437 с.
2. Журавлёв А. Л., Китова Д. А., Соснин В. А. Социально-психологические исследования коррупции. М.: Институт психологии РАН, 2017. 285 с.
3. Румянцева Е. Е. Противодействие коррупции. М.: Юрайт, 2022. 322 с.
4. Люк де Вовенарг, Размышления и максимы. М.: Аст, 2004.
5. Яковлев Н. Н. ЦРУ против СССР. М.: Молодая гвардия, 1979. 288 с.
6. Матвейчев О. А. Мифы о коррупции. Пермь: Книжный мир, 2018. 576 с.
7. Скобликов П. А. Российская коррупция. Неформальная энциклопедия. М.: Аст, 2016. 288 с.
8. Речь Уинстона Черчилля в Вестминстерском колледже (США, штат Миссури, город Фултон) 5 марта 1946 года.
9. Братановский С. Н., Зеленов М. Ф., Косаренко Н. Н. Антикоррупция: правовые основы противодействия коррупции в Российской Федерации. М.: РУСАЙНС, 2024. 278 с.
10. Фрагмент «директивы Совета Национальной Безопасности США» от 18 августа 1948 года.

#### REFERENCES

1. Kirpichnikov AI. Russian corruption. SPb: Juridical center press; 2004. 437 p. (In Russ.).
2. Zhuravlev AL, Kitova DA, Sosnin VA. Social and psychological studies of corruption. Moscow: Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences; 2017. 285 p. (In Russ.).
3. Rumyantseva EE. Counteraction of corruption. Moscow: Yurait; 2022. 322 p. (In Russ.).
4. Luc de Vauvenargues. Reflections and maxims. Moscow: Ast; 2004. (In Russ.).
5. Yakovlev NN. CIA against the USSR. Moscow: Young Guard; 1979. 288 p. (In Russ.).
6. Matveychev OA. Myths about corruption. Perm: Book World; 2018. 576 p. (In Russ.).
7. Skoblikov PA. Russian corruption. Informal encyclopedia. Moscow: Ast; 2016. 288 p. (In Russ.).
8. Winston Churchill's speech at Westminster College (USA, Missouri, Fulton) on March 5, 1946. (In Russ.).
9. Bratanovsky SN, Zelenov MF, Kosarenko NN. Anti-corruption: legal basis for combating corruption in the Russian Federation. Moscow: RUSAINS; 2024. 278 p. (In Russ.).
10. Fragment of the "directive of the US National Security Council" dated August 18, 1948. (In Russ.).

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ**

**Василий Алексеевич Колесников** – бакалавр юридического факультета, Пятигорский институт (филиал), Северо-Кавказский федеральный университет, [iaia1234@list.ru](mailto:iaia1234@list.ru)

**INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

**Vasily A. Kolesnikov** – Bachelor of Law, Pyatigorsk Institute (branch), North-Caucasus Federal University, [iaia1234@list.ru](mailto:iaia1234@list.ru)

**Конфликт интересов:** автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest:** the author declares no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию: 22.03.2024;*

*одобрена после рецензирования: 17.04.2024;*

*принята к публикации: 10.06.2024.*

*The article was submitted: 22.03.2024;*

*approved after reviewing: 17.04.2024;*

*accepted for publication: 10.06.2024.*

Современная наука и инновации.  
2024. № 2 (46). С. 251-259.  
Modern Science and Innovations.  
2024;2(46):251-259.

ДИСКУССИОННЫЕ СТАТЬИ /  
DISCUSSION PAPERS

Научная статья / Original article

УДК: 327

<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.26>

Лина Темуриевна Кулумбегова  
[Lina T. Kulumbegova]

Международные аспекты  
урегулирования сепаратизма и  
этнополитических конфликтов (на  
примере Нагорного Карабаха и  
непризнанного государства  
Приднестровья)

The international aspects of the settlement  
of separatism and ethno-political conflicts  
(on the example of Nagorno Karabakh and  
the unrecognized state of Transnistria)

Юго-Осетинский государственный университет имени А.А. Тибилова, г. Цхинвал, Республика Южная Осетия, [linakulumbegova@mail.ru](mailto:linakulumbegova@mail.ru) / A.A. Tibilov South Ossetian State University, Tskhinvali, Republic of South Ossetia, [linakulumbegova@mail.ru](mailto:linakulumbegova@mail.ru)

**Аннотация.** Исследование посвящено международным аспектам урегулирования сепаратизма и этнополитического конфликта в таких субъектах, как Нагорный Карабах и непризнанное государство Приднестровье. Цель исследования – разработать принципы урегулирования этнополитических конфликтов в Приднестровье и Нагорном Карабахе. Значимость исследования обусловлена актуальностью проблематики исследования непризнанных государств в условиях, когда их возникновение на карте мира становится все более частым явлением. В результате исследования выявлены принципы урегулирования этнополитического конфликта в Приднестровье и Нагорном Карабахе.

**Ключевые слова:** непризнанное государство, сепаратизм, Приднестровье, Нагорный Карабах, самоопределение, сепаратизм, признание, суверенитет

**Для цитирования:** Кулумбегова Л. Т. Международные аспекты урегулирования сепаратизма и этнополитических конфликтов (на примере Нагорного Карабаха и непризнанного государства Приднестровья) // Современная наука и инновации. 2024. № 2 (46). С. 249-257. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.26>

**Abstract.** The study is devoted to the international aspects of the settlement of separatism and ethno-political conflict in such subjects as Nagorno-Karabakh and the unrecognized state of Transnistria. The purpose of the study is to develop principles for the settlement of ethno-political conflicts in Transnistria and Nagorno-Karabakh. The significance of the study is due to the relevance of the problems of studying unrecognized states in conditions when their appearance on the world map is becoming more and more frequent. As a result of the study, the principles of the settlement of the ethno-political conflict in Transnistria and Nagorno-Karabakh were revealed.

**Keywords:** unrecognized state, separatism, Transnistria, Nagorno-Karabakh, self-determination, separatism, recognition, sovereignty

**For citation:** Kulumbegova LT. The international aspects of the settlement of separatism and ethno-political conflicts (on the example of Nagorno Karabakh and the unrecognized state of Transnistria). Modern Science and Innovations. 2024;2(46):249-257. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.2.26>

**Введение.** Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью поиска новых путей решения проблем затяжных этнополитических конфликтов на постсоветском пространстве. На территории бывшего Советского Союза возникло множество новых государственных образований: Нагорно-Карабахская республика, Южная Осетия, Абхазия, Приднестровье, ЛНР, ДНР и т.д. На современном этапе непризнанные государства на постсоветском пространстве выступают в качестве самостоятельных акторов международных отношений.

Активное вовлечение непризнанных государств постсоветского пространства в международные отношения, а также прецеденты появления новых государственных образований (Донецкой и Луганской народных республик) способствуют росту внимания исследователей к данному феномену.

Этнополитические конфликты являются на сегодняшний день одними из самых затяжных конфликтов, что обусловлено принципиальными различиями позиций конфликтующих сторон и неготовностью участников конфликта к компромиссам. Цель исследования состоит в изучении международных аспектов и принципов урегулирования этнополитического конфликта в Приднестровье и Нагорном Карабахе. В рамках исследования проводится анализ развития конфликта в Нагорном Карабахе, проводится разработка направлений и принципов урегулирования карабахского конфликта.

**Материалы и методы исследований.** Тема конфликта в Приднестровье сохраняет свою актуальность ввиду его незавершенности, «подвешенности», возможности конфликта перейти в опасную стадию вооруженного противостояния, что определяет необходимость ведения непрерывного поиска способов выхода из проблемной ситуации. В связи с этим, осуществляется множество исследований по вопросу с различных позиций. Так, Л.В. Бударagina в статье «Статус непризнанных государств» изучает вопросы правового статуса тех государств, не получивших официального подтверждения другими странами, а также способы их легитимизации с точки зрения международного права [2, 44-49]. Е.Ю. Мелешкина проводит исследование общих принципов и факторов, которые отмечаются при возникновении новых государств путем сепарации на территориях в прошлом крупных государственных образований [7, 56-57]. Н. Попеску, старший аналитик Института исследования проблем безопасности Евросоюза, в своей монографии раскрыл правовые, национальные и географо-политические аспекты существования непризнанных государств на постсоветском пространстве [17].

Отдельно необходимо выделить источники научной литературы, рассматривающие законность притязаний Армении и Азербайджана к Нагорному Карабаху. Их можно подразделить на две крупные группы с кардинально различными взглядами на проблему. Отметим, что, как правило, принадлежность к этим группам формируется на основе национального признака. А эта полемика имеет корни, глубоко уходящие в споры об армянской и азербайджанской автохтонности на Кавказе. Исследователи первой группы придерживаются мнения о том, что Нагорный Карабах – это оккупированные земли Азербайджана, которые должны быть возвращены обратно, при сопровождении возвратившихся на свои территории беженцев. Ярким представителем ее является академик Р. Мехтиев, который в нескольких трудах подробно анализирует последовательность событий, приведшую к возникновению и накоплению агрессии в Нагорном Карабахе, при этом опираясь на исторические факты, свидетельствующие об исторической принадлежности Карабаха к землям Азербайджана [8].

Исследователи со стороны армянской стороны относят Нагорный Карабах к самостоятельной территории – Арцах, или к территории Армении, апеллируя к историческим реалиям и количественному соотношению армян и азербайджанцев в регионе (согласно переписям и историческим свидетельствам). Кроме того, авторы учитывают присутствие древних армянских топонимов и памятников архитектуры в Карабахе. Примером может стать сборник статей «Россия и армяне Нагорного Карабаха в

прошлом и настоящем» Южнороссийского обозрения Центра системных региональных исследований и прогнозирования ИППК ЮФУ и ИСПИ РАН [12].

При написании статьи были использованы материалы по исторической ретроспективе событий в Нагорном Карабахе Л.В. Бударagiной, Е.Ю. Мелешкиной, Ф.А. Попова. Развитие этнополитического конфликта было рассмотрено с позиции армянского и азербайджанского народов (официальные сайты Кабинета министров Азербайджанской Республики, сайта Армении, сайта не признанной Нагорно-Карабахской Республики), также был представлен взгляд Минской группы ОБСЕ, принимавшей участие в разрешении конфликтов 1991-1994, 2016 гг. В рассмотрении карабахского вопроса с точки зрения норм и принципов международного права задействованы статьи и монографии Л.А. Маргарян [5], С.М. Маркедонова [6], Э. Мехдиева [8], А.А. Гасановой [4].

Специфика конфликта и степень его соотнесения с предыдущими этнополитическими конфликтами (Босния и Герцеговина, Аландские острова, Косово) оценивалось посредством анализа международных материалов, комментариев к Венской конвенции О. Dörr [20], J. Mitra [15], S. Pegg [16], E. Berg [14], W. Van Meurs [19], B. Stanislawski, M. Levitsky [18]

**Основная часть исследования.** Первые «Мадридские принципы» урегулирования карабахского конфликта были выработаны более десяти лет назад, однако «за все время стороны не сделали даже минимальных шагов по имплементации параметров, предложенных Баку и Еревану дипломатами-посредниками. С.М. Маркедонов в ряде статей на тему Нагорного Карабаха отмечал бесперспективность реализации Мадридских принципов, оценивая их как «риторическую фигуру», а не реальный алгоритм достижения мира [6, 19]. При этом автор справедливо полагал, что мирные предложения составлены неоднозначно. Включая в себя гарантии территориальной целостности Азербайджана, они предполагали промежуточный статус Нагорного Карабаха, чей статус в финале должен был определяться посредством народного волеизъявления. При этом автор отмечал непродуманность деталей реализации данных принципов: нет четких решений по поддержанию Лачинского коридора, отсутствует описание позиций Минской группы при отказе одной из враждующих сторон в допуске представителей ОБСЕ [9].

Тем не менее, в политических образованиях постсоветского пространства конфликт стал основой для легитимации государственности и независимости. Более того, во многих новых государствах именно конфликт выступил идеологическим фундаментом их формирования (Нагорный Карабах, Приднестровье, ЛНР, ДНР, Абхазия). В процессе противостояния конфликтующие стороны игнорируют происходящие «на другой стороне» события, будь то социальное и гуманитарное развитие или экономические реформы. Конфликтующие стороны зачастую не готовы воспринимать противника в качестве возможного партнера.

В частности, непродуктивными были варианты реализации в Нагорном Карабахе «модели Аландских островов», а также «модели Боснии-Герцеговины» для реституции пострадавшего от кавказских конфликтов населения. В целом урегулирование конфликта вокруг Нагорного Карабаха и достижение договоренности о полном прекращении боевых действий, которое вступило в силу с 13:00 20 сентября 2023 года, – не способствовало воцарению мира в регионе, что признают и президент и премьер-министр Армении. Армянская сторона видит проблему в Декларации независимости Армении, принятой 33 года назад, так как «содержание декларации будет держать Армению в конфликте со своими соседями». Соответственно, «Баку требует от Еревана взаимное гарантирование ненападения и отказа от «реванша» [3].

Сегодня мнения политиков, обсуждающих последствия вхождения НКР в Азербайджан, по-прежнему обуславливаются их национальной и политической принадлежностью. При этом все высказывания основных участников спора по НКР, предельно категоричны. Более того, Республика Азербайджан, воспринимающая армян (в

том числе и в НКР), как захватчиков азербайджанской территории, вводит дипломатические ограничения на въезд граждан Армении. Аналогичные мнения высказывают все официальные лица и исследователи, которые воспринимают территорию НКР как часть Азербайджана [13].

В свою очередь, остается проблемой провокативные шаги армянской стороны, когда «В период оккупации Армения разграбила и уничтожила национально-культурное наследие на азербайджанских землях (culturcide), разрушила города (urbicide) и другие населенные пункты, нанесла региону тяжелый экологический ущерб (ecocide). На азербайджанских землях были размещены сотни тысяч мин и взрывчатых веществ» [1], что говорит о военных преступлениях против Азербайджана.

На первый взгляд, позиции стран противоположны друг другу, и компромисса между ними найти невозможно. Однако армянская и азербайджанская позиции по карабахскому конфликту могут быть объединены и впоследствии институционализированы в формате договоренностей. Как армяне, так и азербайджанцы требуют обеспечения безопасности населения Нагорного Карабаха в соответствии с международно-признанными гарантиями. Это подразумевает, что безопасность будет гарантирована как армянскому большинству населения, так и азербайджанскому меньшинству.

22 августа AZE.az со ссылкой на ООН сообщил, что ООН распространила «добровольный национальный обзор сепаратистской «Нагорно-Карабахской Республики» по реализации Целей устойчивого развития (ЦУР), изложенных в «Повестке дня ООН в области устойчивого развития на период до 2030 года» [10], что армянской стороной было оценено крайне негативно, как провокация.

Основные действия, предпринимаемые членами ОБСЕ, направлены на недопущение военного конфликта и инициации вооруженного противостояния, вместе с тем, ситуация в регионе по-прежнему напряженная и «пожароопасная». События развиваются непредсказуемым образом, а судить о дальнейшем их развитии по официально представленной информации международных организаций невозможно, ввиду неопределенности и изменчивости ситуации.

В Приднестровье складывается иная ситуация. Несмотря на то, что руководство Приднестровья довольно скептически отнеслось к предложенному в феврале 2020 г. И. Додоном плану урегулирования конфликта путем федерализации, данный план выглядел вполне реализуемым. Позиция М. Санду по урегулированию конфликта предполагает реинтеграцию Приднестровья в Молдову. Представители посредников и наблюдателей в переговорном процессе заявляют о необходимости урегулирования конфликта путем переговоров, в ходе которых необходимо найти устойчивое решение с целью предоставления Приднестровскому региону особого статуса при соблюдении территориальной целостности и суверенитета Молдавии. В то же время лидер Приднестровья В. Красносельский считает невозможным урегулирование приднестровского конфликта в рамках территориальной целостности Молдавии. Соответственно, в ближайшее время ожидать урегулирования конфликта путем согласия представителей Приднестровья на реинтеграцию республики в состав Молдовы нецелесообразно.

Дальнейшие перспективы урегулирования приднестровского конфликта зависят от таких факторов, как позиция посредников, а также экономическая и политическая обстановка в ПМР. В дальнейшем к власти в Приднестровье могут прийти более лояльные к Молдове лидеры, которые более благосклонно отнесутся к концепции реинтеграции республики в состав Молдовы.

Таким образом, перенос полного алгоритма урегулирования конфликта из одного социума в другой представляется бесперспективным в силу различия менталитетов конфликтующих в разное время и на разных территориях социумов. Следует осознавать, что участниками переговорного процесса являются не абстрактные сообщества, а

представители конкретных социумов со своим менталитетом, культурными и историческими ценностями и особенностями.

Кроме того, принцип международного «реалистического миротворчества» предполагает отказ от алгоритмов одноактного урегулирования конфликта, которое может завершиться окончательным примирением сторон и согласованием их интересов. Невозможно в рамках одного пакета соглашений разрешить без длительного согласования все проблемные вопросы (статус нового образования, реституция имущества, возвращение беженцев). Необходимо продвигаться к компромиссу посредством отдельных шагов, при этом каждый следующий шаг по урегулированию конфликта должен укреплять обоюдное доверие сторон.

В свете вышесказанного, нам представляется перспективным формирование унифицированных методологических принципов по урегулированию конфликтов, возникающих на постсоветском пространстве с участием международного сообщества. Данные принципы могут применительно к конкретным ситуациям наполняться соответствующим эмпирическим материалом, на базе которого могут приниматься практические решения.

Также можно сказать, что бесперспективно побуждать участников конфликтов на Кавказе к уступкам в урегулировании, аргументируя это приобщением к демократии и европейским ценностям. «Европейские ценности» для бывших полевых командиров в Нагорном Карабахе не являются понятными и осязаемыми, как и североатлантическая интеграция для Азербайджана и Грузии является военно-политическим ресурсом, а не инструментом приобщения к демократии. Переговоры с участниками конфликтов следует переводить из плоскости дискуссии о ценностях в плоскость прагматики и интересов.

При выстраивании региональных миротворческих проектов, в первую очередь, необходимо серьезно проанализировать причины неэффективности процессов урегулирования конфликтов на постсоветском пространстве. Во-вторых, следует сформировать реалистическую парадигму деятельности по урегулированию конфликтов. Реалистическая парадигма предполагает в данном случае отказ от переноса на постсоветскую почву зарекомендовавших себя вне постсоветского пространства миротворческих схем. Каждый этнополитический конфликт является уникальным. Каждое из непризнанных государств постсоветского пространства отличается от других по уровню развития экономики, численности и этнической структуре населения, зависимости от России и других государств.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Для разрешения проблем непризнанных государств постсоветского пространства следует использовать пошаговые алгоритмы, которые базируются на первоочередном решении текущих гуманитарных проблем и вопросов безопасности. Соответственно, подписание конфликтующими сторонами промежуточных юридически обязывающих актов и даже деклараций о намерениях представляется значительно более важным, чем подготовка всеобъемлющего документа, который будет невыполним и фактически останется неработающим.

Помимо реализма, важнейшей составляющей мирного урегулирования конфликтов на постсоветском пространстве представляется прагматизм. В рамках переговорного процесса следует минимизировать обсуждение абстракций, которые оторваны от интересов конкретных объектов и субъектов переговоров (как рядовых граждан, так и политиков, как суверенных государств, так и непризнанных образований). Все это можно с полным основанием отнести и к процессу урегулирования конфликтов. Миротворческий процесс начнет прогрессировать только тогда, когда участникам конфликта его урегулирование окажется выгодным - для их политического и социального статуса, для бизнеса и т.д.

Социальные и гуманитарные проблемы на территории Приднестровья, как непризнанного государства, так и Нагорного Карабаха в составе Азербайджана должны решаться в первую очередь. Можно годами обсуждать статус спорных территорий, тогда

как проживающим на них рядовым гражданам необходима возможность для реализации своих прав и их защиты (это касается как гражданских прав, так и прав человека). К переговорному процессу может ответственно подойти только реабилитированная социально и экономически территория (существующая де-юре или де-факто). В этой связи приоритетным должно стать исключение из процесса урегулирования конфликта силовых методов.

Важный аспект урегулирования проблемы непризнанных государств постсоветского пространства – внешнее вмешательство. Господствующее сегодня представление о предпочтительности международного формата в противовес эксклюзивному не всегда справедливо. Так, в урегулировании карабахского конфликта почти сразу приняла участие Минская группа ОБСЕ. Однако разрешение данного конфликта продвинулось не дальше, чем разрешение грузино-осетинского или грузино-абхазского конфликтов, в урегулировании которых Россия участвовала в качестве эксклюзивного миротворца. Таким образом, эффективность миротворчества определяется не количеством внешних посредников, а согласованностью их действий.

Кроме того, не следует заранее планировать результат переговорного процесса. Предопределение статуса непризнанного государства (на основе принципа самоопределения или, напротив, территориальной целостности) не является продуктивным. Параллельно с переговорным процессом происходят изменения реалий как на территории непризнанных государств, так и в «материнских» государствах. Таким образом, официальное разрешение конфликта и закрепление за непризнанным государством того или иного статуса должно завершать серию согласований интересов конфликтующих сторон и даже политических торгов, а озвученный заранее вариант разрешения конфликта отнимает у противоборствующих сторон мотивацию для дальнейших переговоров.

Контроль над ситуацией на Южном Кавказе ведется со стороны мирового сообщества, но особое внимание состоянию отношений между Арменией и Азербайджаном уделяют несколько заинтересованных крупных геополитических игроков: Россия, Иран, Турция и ЕС. В связи с этим, возможная активизация конфликта между двумя субъектами в будущем затрагивает сферу национальных интересов Российской Федерации. Россия вместе с Ираном, который также не заинтересован в конфликте на границах, прикладывают усилия для нормализации политической ситуации вокруг вхождения НКР в состав Азербайджана. Вместе с тем, Турция является основной движущей силой в процессе урегулирования противоречий, так как активизация противостояния и поддержка Азербайджана отвечают ближневосточным политическим устремлениям руководителя Турецкой Республики.

**Заключение.** Обобщая современный политический дискурс, сложившийся вокруг приднестровского конфликта, отметим, что особое внимание привлекает позиция Молдовы, связанная с ведением СВО России в Украине. А именно: президент М. Санду считает, что на современном этапе развития конфликта в приднестровском регионе у Молдовы имеются точки опоры для того, чтобы урегулировать конфликт с Приднестровьем в пользу Молдовы после победы Украины в войне с Россией, что свидетельствует о том, что качественно усилился нажим международной системы, направленной против российско-приднестровского союза, который включает Молдову, страны НАТО и страны ЕС.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Армяно-азербайджанский конфликт. [Электронный ресурс]. URL: <https://president.az/ru/pages/view/azerbaijan/karabakh> (дата обращения: 12.09.2023).
2. Бударagina Л. В. Статус непризнанных государств // Право и современные государства. 2016. № 3. С. 44–49.

3. Взаимное гарантирование ненападения: Баку требует от Еревана отказа от «реванша». [Электронный ресурс]. URL: <https://eadaaily.com/ru/news/2024/01/26/vzaimnoe-garantirovanie-nenapadeniya-baku-trebuuet-ot-erevana-otkaza-ot-revansha> (дата обращения: 09.01.2024).
4. Гасанова А. А. Роль России в урегулировании конфликта в Нагорном Карабахе // *Постсоветские исследования*. 2018. № 2. С. 44–49.
5. Маргарян Л. А. Карабахский вопрос с точки зрения норм и принципов международного права // *Электронное приложение к Российскому юридическому журналу*. 2012. № 2. С. 34–54.
6. Маркедонов С. М. Тридцать лет Нагорно-карабахского конфликта: основные этапы и перспективы урегулирования // *Постсоветские исследования*. 2018. № 2. С. 16–35.
7. Мелешкина Е. Ю. Сецессии на постимперском пространстве: Косово, Абхазия, Южная Осетия // *Актуальные проблемы Европы*. 2015. № 1. С. 56–62.
8. Мехдиев Э. Т. Международно-правовые аспекты изменения государственной территории // *Евразийский юридический журнал*. 2017. № 9 (112). С. 47–52.
9. Миссия ОБСЕ проведет мониторинг в зоне карабахского конфликта. [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.armeniasputnik.am/karabah/20190820/20118405/Missiya-OBSE-provedet-monitoring-v-zone-karabakhsogo-konflikta.html?utm\\_source=yxnews&utm\\_medium=desktop/](https://ru.armeniasputnik.am/karabah/20190820/20118405/Missiya-OBSE-provedet-monitoring-v-zone-karabakhsogo-konflikta.html?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop/) (дата обращения: 09.01.2024).
10. ООН. Повестка дня в области устойчивого развития. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/about/development-agenda/> (дата обращения: 09.01.2024).
11. Попов Ф. А. Политико-географический подход к исследованию сецессионизма // *Вестник Московского университета. Серия 5: География*. 2009. № 1. С. 47–56.
12. Россия и армяне Нагорного Карабаха в прошлом и настоящем: сборник научных статей / Центр систем. регион. исслед. и прогнозирования ИППК ЮФУ и ИСПИ РАН и др.; отв. ред. В.В. Черноус. Москва, Ростов-на-Дону, Степанакерт: Социально-гуманитарные знания, 2011. 286 с.
13. Полад Бюльбюльоглы: «Чтобы снять все вопросы, Россия должна помочь решить карабахский вопрос в ближайшее время». [Электронный ресурс]. URL: <https://haqqin.az/news/143288> (дата обращения: 09.01.2024).
14. Berg E., Toomla R. Forms of Normalisation in the Quest for De Facto Statehood // *The International Spectator*. 2009. Vol. 44. No. 4. P. 29–43.
15. Mitra J. Lack of development gives rise to separatist sentiments. [Electronic resource]. URL: [http://www.cpmi.org/liberation/year\\_2001/february/06%20special%20report.htm](http://www.cpmi.org/liberation/year_2001/february/06%20special%20report.htm) (accessed: 09.01.2024).
16. Pegg S. *International Society and the De Facto State*. Aldershot: Ashgate, 1998. 266 p.
17. Popescu N. *Europe's Unrecognised Neighbours: The EU in Abkhazia and South Ossetia*. Centre for European Policy Studies, 2007. [Electronic resource]. URL: <http://www.ceps.eu/book/europesunrecognised-neighbours-eu-abkhazia-and-south-ossetia> (accessed: 09.01.2024).
18. Stanislawski B., Levitsky M. Black Spots: Insecurity From Beyond the Horizon. Paper presented at the annual meeting of the ISA's 49th Annual Convention, "Bridging Multiple Divides", San Francisco, March 26, 2008. [Electronic resource]. URL: [http://www.allacademic.com/meta/p252812\\_index.html](http://www.allacademic.com/meta/p252812_index.html) (accessed: 09.01.2024).
19. Van Meurs W. Frozen Conflicts. What Is to Become of the Virtual States? // *Osteuropa*. November 2017. Vol. 57. No. 11. P. 111–120.
20. *Vienna Convention on the Law of Treaties. A Commentary* / Ed. by O. Dörr, K. Schmalenbach. 2nd ed. Berlin: Springer, 2018. 127 p.

## REFERENCES

1. Armenian-Azerbaijani conflict. Available from: <https://president.az/ru/pages/view/azerbajjan/karabakh> [Accessed 12 September 2023].
2. Budaragina LV. The status of unrecognized states. *Law and modern states*. 2016;(3):44-49.
3. Mutual guarantee of non-aggression: Baku demands that Yerevan renounce “revenge”. Available from: <https://eadaaily.com/ru/news/2024/01/26/vzaimnoe-garantirovanie-nenapadeniya-baku-trebuuet-ot-erevana-otkaz-a-ot-revansha> [Accessed 9 January 2023].
4. Gasanova AA. Russia's role in resolving the conflict in Nagorno-Karabakh. *Post-Soviet studies*. 2018;(2):44-49.
5. Margaryan LA. The Karabakh issue from the point of view of the norms and principles of international law. *Electronic supplement to "Russian Juridical Journal"*. 2012;(2):34-54.
6. Markedonov SM. Thirty years of the Nagorno-Karabakh conflict: the main stages and prospects of settlement. *Post-Soviet studies*. 2018;(2):16-35.
7. Meleshkina EYu. Secessions in the post-imperial space: Kosovo, Abkhazia, South Ossetia. *Current problems of Europe*. 2015;(1):56-62.
8. Mekhdiiev ET. International legal aspects of changing state territory. *Eurasian Law*. 2017;(9)(112):47-52.
9. OSCE mission to conduct monitoring in Karabakh conflict zone. Available from: [https://ru.armeniasputnik.am/karabah/20190820/20118405/Missiya-OBSE-provedet-monitoring-v-zone-karabakhskogo-konflikta.html?utm\\_source=yxnews&utm\\_medium=desktop/](https://ru.armeniasputnik.am/karabah/20190820/20118405/Missiya-OBSE-provedet-monitoring-v-zone-karabakhskogo-konflikta.html?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop/) [Accessed 9 January 2023].
10. UN. Agenda for Sustainable Development. Available from: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/about/development-agenda/> [Accessed 9 January 2023].
11. Popov FA. Political-geographical approach to secessionism studies. *Lomonosov Geography Journal*. 2009. № 1. С. 47-56.
12. Russia and the Armenians of Nagorno-Karabakh in the Past and Present: A Collection of Scientific Articles. Center for Systems. Regional. Research and Forecasting of the Institute of Advanced Studies of the Southern Federal University and the Institute of Socio-Pedagogical Problems of the Russian Academy of Sciences, etc.; ed. V.V. Chernous. Moscow, Rostov-on-Don, Stepanakert: Social and Humanitarian Knowledge; 2011. 286 p.
13. Polad Bulbuloglu: “To remove all questions, Russia must help resolve the Karabakh issue in the near future.” Available from: <https://haqqin.az/news/143288> [Accessed 9 January 2023].
14. Berg E, Toomla R. Forms of Normalisation in the Quest for De Facto Statehood. *The International Spectator*. 2009;44(4):29-43.
15. Mitra J. Lack of Development Gives Rise to Separatist Sentiments. Available from: [http://www.cpi.ml.org/liberation/year\\_2001/february/06%20special%20report.htm](http://www.cpi.ml.org/liberation/year_2001/february/06%20special%20report.htm) [Accessed 9 January 2023].
16. Pegg S. *International Society and the De Facto State*. Aldershot: Ashgate; 1998. 266 p.
17. Popescu N. *Europe's Unrecognised Neighbours: The EU in Abkhazia and South Ossetia*. Centre for European Policy Studies; 2007. Available from: <http://www.ceps.eu/book/europesunrecognised-neighbours-eu-abkhazia-and-south-ossetia> [Accessed 9 January 2023].
18. Stanislawski B, Levitsky M. Black Spots: Insecurity From Beyond the Horizon. Paper presented at the annual meeting of the ISA's 49th Annual Convention, “Bridging Multiple Divides”, San Francisco, March 26, 2008. Available from: [http://www.allacademic.com/meta/p252812\\_index.html](http://www.allacademic.com/meta/p252812_index.html) [Accessed 9 January 2023].
19. Van Meurs W. Frozen Conflicts. What Is to Become of the Virtual States? *Osteuropa*. November 2017;57(11):111-120.
20. *Vienna Convention on the Law of Treaties. A Commentary*. Ed. by O. Dörr, K. Schmalenbach. 2nd ed. Berlin: Springer; 2018. 127 p.

### **ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ**

**Лина Темуриевна Кулумбегова** – старший преподаватель кафедры политологии и социологии Юго-Осетинского государственного университета имени А.А. Тибилова, [linakulumbegova@mail.ru](mailto:linakulumbegova@mail.ru)

### **INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

**Lina T. Kulumbegova** – Senior Lecturer at the Department of Political Science and Sociology of the A.A. Tibilov South Ossetian State University, [linakulumbegova@mail.ru](mailto:linakulumbegova@mail.ru)

**Конфликт интересов:** автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.  
**Conflict of interest:** the author declares no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию: 13.03.2024;  
одобрена после рецензирования: 19.04.2024;  
принята к публикации: 10.06.2024.*

*The article was submitted: 13.03.2024;  
approved after reviewing: 19.04.2024;  
accepted for publication: 10.06.2024.*



**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 1,25см.

**Сведения об авторе (на русском и английском языках)**

Сведения должны включать следующую информацию: ФИО (полностью), ученая степень, ученое звание, должность, место и адрес работы, адрес электронной почты и телефоны для связи.

1.2. На электронном носителе в отдельных файлах (CD-DVD диск или флеш-карта): Электронный вариант рукописи в текстовом редакторе Word (название файла: «Фамилия\_И.О.\_статья»); Сведения об авторе (название файла: «Фамилия\_И.О.\_сведения об авторе»).

1.3. Отзыв научного руководителя (для аспирантов, адъюнктов и соискателей). Подписывается научным руководителем собственноручно.

1.4. Рецензия специалиста в данной научной сфере, имеющего ученую степень. Подпись рецензента должна быть заверена соответствующей кадровой структурой (рецензия должна быть внешней по отношению к кафедре или другому структурному подразделению, в котором работает автор).

1.5. Экспертное заключение (для технических наук). Во всех институтах созданы экспертные комиссии, которые подписывают экспертные заключения о возможности опубликования статьи в открытой печати.

2. Статья должна содержать следующие элементы оформления:

индекс УДК (на русском и английском языках);

фамилию, имя, отчество автора (авторов) (имя и отчество полностью) (на русском и английском языках); название; (на русском и английском языках);

место работы автора (авторов) (в скобках в именительном падеже) (на русском и английском языках);

краткую аннотацию содержания рукописи (3–4 строчки, не должны повторять название) (на русском и английском языках);

список ключевых слов или словосочетаний (5–7) (на русском и английском языках);

в конце статьи реферат на английском языке;

3. Оформление рисунков, формул и таблиц:

**Рисунки и таблицы** вставляются в тексте в нужное место. Ссылки в тексте на таблицы и рисунки обязательны. За качество рисунков или фотографий редакция ответственности не несет.

3.1. Оформление рисунков (графиков, диаграмм):

все надписи на рисунках должны читаться;

рисунки должны быть оформлены с учетом особенности черно-белой печати (рекомендуется использовать в качестве заливки различные виды штриховки и узоров, в графиках различные виды линий – пунктирные, сплошные и т. д., разное оформление точек, по которым строится график – кружочки, квадраты, ромбы, треугольники); цветные и полутонные рисунки исключаются;

рисунки должны читаться отдельно от текста, поэтому оси должны иметь название и единицы измерения;

рисунки нумеруются снизу (Рисунок 1 – Название) и выполняются в графическом редакторе **10 кеглем** (шрифтом).

3.2. Оформление формул: формулы выполняются в программе редактор формул **MathType; 12 шрифтом**, выравниваются по центру, их номера ставятся при помощи табулятора в круглых скобках по правому краю.

3.3. Оформление таблиц: таблицы должны иметь название. **Таблицы** нумеруются сверху (Таблица 1 – Название) и выполняются **10 кеглем (шрифтом)**, межстрочное 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](mailto:nauka-pf@yandex.ru), [orobinskaya.val@yandex.ru](mailto:orobinskaya.val@yandex.ru)

Научное издание

# СОВРЕМЕННАЯ НАУКА И ИННОВАЦИИ

Научный журнал

№2 (46), 2024

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 – Е.М.Шевченко.

---

Подписано в печать 15.07.2024

Выход в свет 24.07.2024

---

Формат 200x280.

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