

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

# СОВРЕМЕННАЯ НАУКА И ИННОВАЦИИ

**Научный журнал**

**Выпуск №3 (35), 2021**

**Выходит 4 раза в год**

ISSN2307-910X

Ставрополь – Пятигорск  
**2021**

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

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

## СОДЕРЖАНИЕ

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

#### ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

<i>Д.В. Здор</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СТРУКТУР ОБРАБОТКИ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СПИСКОВ	8
<i>П.В. Комиссаров</i> ПРИНЦИПЫ РАЗВИТИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБЩЕСТВА	17
<i>И.В. Калиберда</i> ОПИСАНИЕ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ БЕРЕЗОВСКОГО УЧАСТКА КИСЛОВОДСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЛЕЧЕБНЫХ УГЛЕКИСЛЫХ ВОД	32
<i>М.В. Валеева</i> АРХИТЕКТУРЫ УСТРОЙСТВ ДВУМЕРНОЙ ФИЛЬТРАЦИЯ ПО МЕТОДУ ВИНОГРАДА $F(2 \times 2, 2 \times 2)$ С ВЫЧИСЛЕНИЯМИ В СИСТЕМЕ ОСТАТОЧНЫХ КЛАССОВ	41
<i>И. С. Клименко</i> МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД ФРИЦА ЦВИККИ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИТЫ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ	53
<i>А.Б. Чебоксаров, В.А. Чебоксаров, А.А. Москвитин</i> НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ РАССЕЯНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ В СИЛОВОМ ПОЛЕ С ЦЕНТРАЛЬНОЙ СИММЕТРИЕЙ	62
<i>В.У. Чиналиев, Е.П. Грабчак, Е.Л. Логинов</i> ПОДДЕРЖАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ СЛОЖНОИДЕНТИФИЦИРУЕМЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ, ПРИВОДЯЩИХ К АВАРИЙНЫМ ВОЗМУЩЕНИЯМ	76
<b>ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ</b>	
<i>С.Л. Тихонов, Н.В. Тихонова, К.Е. Кирпикова, И.Г. Пестова, Н.В. Московенко, Н.А. Кольберг</i> БИОСИНТЕЗ НИЗИНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ФОТОСТИМУЛЯЦИИ ПРОДУЦЕНТА <i>LACTOBACILLUS LACTIS</i> И ПЕПТИДОВ ФАБРИЦИЕВОЙ СУМКИ В СОСТАВЕ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ	85
<i>Н.В. Романова, Е. В. Иванова</i> ПРОИЗВОДСТВО ПОЛУТВЕРДЫХ СЫРОВ ИЗ СМЕСИ КОЗЬЕГО И КОРОВЬЕГО МОЛОКА	96
<i>А. В. Блинов, К. С. Сляднева, А. А. Гвозденко, А.А. Блинова, М. А. Пирогов</i> КОМПЬЮТЕРНОЕ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ПОЛИСАХАРИДА ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ НАНОРАЗМЕРНОГО ОКСИДА ЦИНКА	104
<i>А.А. Эльмурзаев, Н.Д. Айсунгуров, А.Х.-Х. Нугманов, И.Ю. Алексанян, Ю.А. Максименко</i> ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗЫ ВАРЬИРОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОПЧЕНОГО ИЗМЕЛЬЧЕННОГО БАРАНЬЕГО КУРДЮЧНОГО ЖИРА И ТЕПЛООБМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ПРОЦЕДУРЕ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ГРАНУЛ С ЗАЩИТНОЙ ПЛЕНКОЙ	114

<i>А.Г. Храпцов, А. А. Борисенко, И. А. Евдокимов, А. А. Борисенко, А. А. Брацихин, Л. А. Борисенко</i> <b>ЭВОЛЮЦИЯ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ (ЧАСТЬ 2)</b>	126
--	-----

### КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

<i>Г.В. Алексеев, К.О. Каршева, Р.О. Резниченко, В.А. Шанин</i> <b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ПТИЦЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЯЗКОГО ГИДРОЛИЗАТА КЕРАТИНА</b>	140
---	-----

### ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>И.В. Белашева, М. Л. Есаян, А.С. Лукьянов</i> <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О БУДУЩЕМ РОССИИ У СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЁЖИ ЧЕРЕЗ МАРКЕРЫ МЕНТАЛЬНЫХ РЕПРЕЗЕНТАЦИЙ: (ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)</b>	145
--	-----

<i>М. Л. Карданова</i> <b>РЕАЛИЗАЦИЯ ЛАТИНОАМЕРИКАНСКОГО ВНЕШНЕПОЛИТИЧЕСКОГО ВЕКТОРА ИСПАНИИ ЧЕРЕЗ ДВУСТОРОННЕЕ СОТРУДНИЧЕСТВО СО СТРАНАМИ РЕГИОНА</b>	156
---	-----

<i>Д.В. Маковская, Г.В. Косов, Л.Н. Гарас</i> <b>ДИСКУРСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФАКТА ДЕПОРТАЦИИ 1944 ГОДА НА КОНСТРУИРОВАНИЕ ВИКТИМНОГО ВОСПРИЯТИЯ КРЫМСКИМИ ТАТАРАМИ ПРОЦЕССА АДАПТАЦИИ: НА ПРИМЕРЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СМИ</b>	164
---	-----

<i>А.К. Боташева, М.М. Абазалиева</i> <b>АФГАНИСТАН-2021 И ГЕОПОЛИТИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ РОССИИ</b>	175
--	-----

<i>О.И. Оськина, И.Н. Лисянский</i> <b>ПОЛИТИЧЕСКАЯ КОРРУПЦИЯ КАК ФАКТОР ВЛИЯНИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПОЛИТИЧЕСКИХ ИНСТИТУТОВ</b>	182
--	-----

<i>Н.А. Бойко, Э.Ш. Сибукаев</i> <b>ОБЗОР РЕГИОНОВ РОССИИ ПОСРЕДСТВОМ ИЕРАРХИЧЕСКОГО МЕТОДА КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА И ДАННЫХ ОБ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ</b>	188
---	-----

<i>М.М. Абазалиева, А.К. Боташева</i> <b>БЛОГГИНГ КАК СОВРЕМЕННАЯ ФОРМА ПОЛИТИЧЕСКОЙ КОММУНИКАЦИИ</b>	201
--	-----

<i>Д.И. Узнародов</i> <b>ЭТНОПОЛИТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ ПОСЛЕ 2014 ГОДА</b>	208
---	-----

<i>А. М.Ерохин, С. М. Воробьев, Е. А. Авдеев</i> <b>РОЛЬ СОВЕТСКОГО ИСТОРИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЕ В ФОРМИРОВАНИИ ОСНОВ РОССИЙСКОГО ПАТРИОТИЗМА У МОЛОДЕЖИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА</b>	216
---	-----

<i>К.А. Маркелов</i> <b>РАЗВИТИЕ КОНЦЕПТА «БОЛЬШОЙ КАСПИЙ» И СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОПОЛИТИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ СЕВЕРО КАВКАЗСКОГО РЕГИОНА</b>	231
--	-----

### ДИСКУССИОННЫЕ СТАТЬИ

<i>А. В. Батуров, В. Ф. Кишиневская</i> <b>ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНДУСТРИИ ГОСТЕПРИИМСТВА В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО КАВКАЗСКОГО РЕГИОНА</b>	243
---	-----

<b>Требования к оформлению рукописей</b> .....	253
--	-----

## CONTENTS

### TECHNICAL SCIENCES

#### INFORMATION, COMPUTING AND MANAGEMENT

<i>D. V. Zdor</i> THE USE OF DYNAMIC DATA PROCESSING STRUCTURES ON THE EXAMPLE OF LIST TRANSFORMATION TASKS	8
<i>P.V. Komissarov</i> PRINCIPLES OF DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL METHODS FOR MODELING PRODUCTION PROCESSES AT THE PRESENT STAGE OF SOCIETY TRANSFORMATION	17
<i>I.V. Kaliberda</i> THE DESCRIPTION AND GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE BEREZOVSKY SITE OF THE KISLOVODSK FIELD OF MEDICINAL CARBON DIOXIDE WATERS	32
<i>M.V. Valueva</i> THE DIGITAL FILTERING ARCHITECTURE BASED ON THE WINOGRAD METHOD WITH CALCULATIONS IN THE RESIDUE NUMBER SYSTEM	41
<i>I.S. Klimenko</i> FRITZ ZWICKI'S MORPHOLOGICAL APPROACH TO THE DESIGN OF INTEGRATED PROTECTION SYSTEMS FOR INFORMATION AND COMMUNICATION FACILITIES	53
<i>A. B. Cheboksary, V. A. Cheboksary, A. A. Moskvitin</i> LOW-ENERGY ELECTRON SCATTERING IN A FORCE FIELD WITH CENTRAL SYMMETRY	62
<i>V.U. Chinaliev, E.P. Grabchak, E.L. Loginov</i> MAINTAINING THE STABILITY OF CONTROL OF COMPLEX ENERGY FACILITIES UNDER EXPOSURE TO DIFFICULTY IDENTIFIED INFORMATION FACTORS LEADING TO ACCIDENTAL DISTURBANCES	76

#### TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS

<i>S. L. Tikhonov, N. V. Tikhonova, K. E. Kirpikova, I.N. Pestova, N.V. Moskovenko N. A. Kolberg</i> BIOSYNTHESIS OF LOWLANDS USING THE PHOTOSTIMULATION OF THE PRODUCER LACTOBACILLUS LACTIS AND THE PEPTIDES OF THE FACTORY BAGS IN THE COMPOSITION OF THE NUTRIENT MEDIUM	85
<i>N.V. Romanova, E.V. Ivanova</i> PRODUCTION OF SEMI-HARD CHEESES FROM A MIXTURE OF GOAT'S AND COW'S MILK	96
<i>A. V. Blinov, K. S. Slyadneva, A. A. Gvozdenko, A. A., Blinova, M. A. Pirogov</i> COMPUTER QUANTUM-CHEMICAL JUSTIFICATION FOR SELECTING THE OPTIMAL POLYSACCHARIDE FOR EFFECTIVE STABILIZATION OF NANOSIZED ZINC OXIDE	104
<i>A.A Elmurzaev, N.D. Aisungurov, A.H.-H Nugmanov, I.Yu.Aleksanyan, Y.A .Maksimenko</i> RESEARCH AND ANALYSIS OF THE VARIATION OF THERMOPHYSICAL CHARACTERISTICS OF SMOKED CRUSHED LAMB TRANSPOUND FAT AND HEAT EXCHANGE PARAMETERS DURING THE PROCEDURE OF DEHYDRATION OF GRANULES WITH PROTECTIVE FILM	114

<i>A. G. Khramtsov, Al. Al. Borisenko, I. Al. Evdokimov, Al. Al. Borisenko, A. Al. Bratsikhin, L. Al. Borisenko</i> <b>THE EVOLUTION OF WHEY PROCESSING: PAST, PRESENT, FUTURE (PART 2)</b>	126
--	-----

### SHORT REPORT

<i>G.V. Alekseev, K.O. Karsheva, R.O. Reznichenko, V. A. Shanin</i> <b>THE USE OF SECONDARY RAW MATERIALS OF THE POULTRY-PROCESSING INDUSTRY FOR OBTAINING VISCOUS KERATIN HYDROLYSATE</b>	140
---	-----

### POLITICAL SCIENCES

<i>I. V. Belasheva, M. L. Yesayan, Al. S. Lukyanov</i> <b>THE RESEARCH OF THE IDEAS ABOUT THE FUTURE OF RUSSIA AMONG STUDENTS THROUGH MARKERS OF MENTAL REPRESENTATIONS: (A THEORETICAL REVIEW)</b>	145
--	-----

<i>M. L. Kardanova</i> <b>THE IMPLEMENTATION OF THE LATIN AMERICAN FOREIGN POLICY VECTOR OF SPAIN THROUGH BILATERAL COOPERATION WITH THE COUNTRIES OF THE REGION</b>	156
---	-----

<i>D.V. Makovskaya, G.V. Kosov, L.N. Garas</i> <b>DISCOURSES OF PROJECTING THE FACT OF DEPORTATION OF 1944 ON THE CONSTRUCTION OF VICTIM PERCEPTION BY THE CRIMEAN TATARS OF THE ADAPTATION PROCESS: ON THE EXAMPLE OF ELECTRONIC MEDIA</b>	164
--	-----

<i>A.K. Botasheva, M. M. Abazalieva</i> <b>AFGHANISTAN-2021 AND RUSSIA'S GEOPOLITICAL STRATEGY</b>	175
---	-----

<i>O.I. Oskina, I.N. Lisyansky</i> <b>POLITICAL CORRUPTION AS A FACTOR OF INFLUENCE ON THE STABILITY OF THE FUNCTIONING OF MODERN POLITICAL INSTITUTIONS</b>	182
---	-----

<i>N.A. Boiko, E. Sh. Sibukaev</i> <b>REVIEW OF RUSSIAN REGIONS THROUGH HIERARCHICAL CLUSTER ANALYSIS AND INSTITUTIONAL INFRASTRUCTURE DATA</b>	188
--	-----

<i>M. M. Abazalieva, A.K. Botasheva</i> <b>BLOGGING AS A MODERN FORM OF POLITICAL COMMUNICATION</b>	201
--	-----

<i>D. I. Uznarodov</i> <b>ETHNOPOLITICAL PROCESSES IN THE REPUBLIC OF CRIMEA AFTER 2014</b>	208
--	-----

<i>A. M. Erokhin, S. M. Vorobev, E. A. Avdeev</i> <b>ROLE OF THE SOVIET HISTORICAL LEGACY IN SHAPING OF RUSSIAN'S PATRIOTISM OF THE NORTH CAUCASUS YOUTH</b>	216
---	-----

<i>K. Al. Markelov</i> <b>DEVELOPMENT OF THE BIG CASPIAN CONCEPT AND MODERN GEOPOLITICAL RELATIONS</b>	231
---	-----

### DISCUSSION PAPERS

<i>A.V. Baturonov, V. F. Kshishnevskaya</i> <b>PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE HOSPITALITY INDUSTRY IN THE CONTEXT OF THE PANDEMIC ON THE EXAMPLE OF THE NORTH CAUCASUS REGION</b>	243
--	-----

<b>Requirements for preparation of manuscripts. ....</b>	253
--	-----

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ | TECHNICAL SCIENCE

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

Д.В. Здор [D. V. Zdor]

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СТРУКТУР ОБРАБОТКИ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СПИСКОВ

УДК 681.3  
DOI: 10.37493/2307-910X.2021.3.1

#### THE USE OF DYNAMIC DATA PROCESSING STRUCTURES ON THE EXAMPLE OF LIST TRANSFORMATION TASKS

*Инженерно-технологический институт, Приморская государственная сельскохозяйственная академия, г. Уссурийск, Россия, zdor7440-1@unesp.co.uk*  
*/ Institute of Engineering and Technology Primorskaya State Academy of Agriculture, Ussuriisk, Russian Federation, zdor7440-1@unesp.co.uk*

**Аннотация.** *Обработка информации является ключевым информационным процессом. В связи с этим актуализируется вопрос выбора структурной организации данных для целей организации процесса обработки.*

#### **Материалы, методы, результаты и обсуждения**

*Динамические структуры данных применяются в случаях, когда при решении задачи отсутствует ясность относительно требуемого размера используемой структуры. Другим направлением в использовании динамических структур выступают задачи на обработку больших массивов данных, в том числе задачи на преобразование больших массивов данных. В такой ситуации практический смысл приобретает использование списков. Указанные обстоятельства актуализируют проблему поиска эффективных методов обработки списков. Отдельного внимания в этом аспекте заслуживают задачи на преобразование списков. Особенности использования динамических структур обработки данных на основе рекурсивных методов является одной из актуальных задач в контексте применения систем с элементами искусственного интеллекта. Цель работы заключается в анализе применения рекурсивных методов в задачах на преобразование списков. В задачах обработки списков эффективное применение находят рекурсивные методы. Использование рекурсии возможно не только в стандартных задачах обработки элементов одного списка, но и в задачах на преобразование списков, например, в задачах объединения двух списков в один, разделения одного списка на два. На примере данных задач проведен детальный анализ применения рекурсивных методов на уровне сопоставления предикатов и конкретизации переменных в программе на Прологе. В статье на примере задач объединения двух списков в один, разделения одного списка на два подробно описан способ использования рекурсивных правил для обработки списков. Описание решения задач, анализ выполнения рекурсии в рассмотренных примерах может служить технологической основой для решения других задач на преобразование списков.*



### **Заключение**

*Полученные результаты могут быть использованы в дальнейшей разработке вопросов использования рекурсивных методов в задачах обработки списков, а также использоваться в учебном процессе при изучении теоретических основ информатики и логического программирования.*

**Ключевые слова:** структуры данных, динамическая структура, обработка списков, рекурсивные методы.

### **Abstract**

*Information processing is a key operation with information. In this regard, the study mainstreams the issue of choosing the structural organisation of data for the purposes of organising the processing operation.*

### **Materials, methods, results and discussions**

*Dynamic data structures are used in cases where there is no clarity regarding the required size of the structure used when solving a problem. Another area of applying the dynamic structures is the task of processing large amounts of data, including the task of converting large amounts of data. In such a situation, the use of lists becomes practical. These circumstances actualise the problem of finding effective methods for processing lists. Tasks for transforming lists deserve special attention in this aspect. Features of the use of dynamic data processing structures based on recursive methods is one of the urgent issues in the context of the use of systems with elements of artificial intelligence. The purpose of the study is to analyse the use of recursive methods in tasks for transforming lists. Recursive methods are effectively used in list processing tasks. The use of recursion is possible not only in standard tasks for processing elements of one list, but also in tasks for transforming multiple lists, for example, in the tasks of combining two lists into one, dividing one list into two. Using these tasks as an example, the authors of the study perform a detailed analysis of the use of recursive methods at the level of predicate comparison and concretisation of variables in a Prolog programme. Using the example of the tasks of combining two lists into one, dividing one list into two, the study thoroughly describes the method of using recursive rules for processing lists. The description of the solution of problems, the analysis of the execution of recursion in the considered examples can serve as a technological basis for solving other problems for the transformation of lists.*

### **Conclusion**

*The results obtained can be used in the further investigation of issues of applying recursive methods in problems of processing lists, as well as in the educational process upon studying the theoretical foundations of computer science and logical programming.*

**Key words:** data structures, dynamic structure, list processing, recursive methods.

### **Introduction**

Information processing is a key information process in any information structure. Data processing is directly implemented using programs in accordance with a given algorithm. In this case, the process of designing a program begins with a problem statement, an analysis of the initial conditions and formalization. This stage involves the construction of appropriate mathematical structures that will form the basis of the data processing algorithm. In this regard, the issue of choosing the structural organization of data is being actualized, since the use of the corresponding data processing commands in the algorithm will directly depend on this. It should be noted that in most cases the problem can have several solutions, each of the methods will have its own specifics, use different methods, so the choice of the data structures used will ultimately determine the effectiveness of the constructed algorithm.

Typical data structures can be static (sequential) and dynamic (connected). With a contiguous distribution, you do not need to allocate a contiguous area of memory to store an array of data.

Information about the order of the elements is given using a pointer to the next element [1]. Dynamic data structures are used in cases where there is no clarity regarding the required size of the structure used when solving a problem. Another direction in the use of dynamic structures are tasks for processing large data arrays, including tasks for transforming large data arrays. In such a situation, the use of lists becomes practical. Thus, the elements in a list are logically related in some way, but the main thing is the fact that the list is a set of elements, in which, in the simplest case, each element contains a link to the next element [2-4]. These circumstances actualize the problem of finding effective methods for processing a list in the tasks of forming a list, determining the length of a list, adding an element to the end of a list, adding an element to a given position in a list, searching for an element in a list, etc. Special attention in this aspect deserves the tasks of converting lists, which include combining two lists into one, dividing one list into two, etc. [5; 6].

The active use of systems with elements of artificial intelligence significantly transforms the problem under consideration, since the basis of any intelligent system is the knowledge base and the mechanism for obtaining a solution embedded in the system. These components determine two main intellectual characteristics of the system: the ability to store knowledge and the ability to operate with this knowledge. The main basic logical languages are referred to the tools for the development of intelligent systems. At the same time, in connection with the existing specificity of logical languages, the methods of using standard data structures, including lists, acquire significance. Let's consider the peculiarities of the use of dynamic data processing structures on the example of list transformation tasks in the context of software implementation by means of the Pro-log logical language. Many works of scientists are devoted to various aspects of compiling information processing programs in the Prolog language.

#### **Materials and methods**

The theory of propositional and predicate calculus as a mathematical basis of logical programming is considered in the works of S. Akbashi and T. Erbay Dalkilych [2], L. Sterling [3], N.I. Tsukanova [4]. The basics of logical programming and the peculiarities of the Prolog language, such as the basic constructions of the language, types of sentences, the mechanism of program execution, the methodology for designing logical programs, are considered in the works of P. Tarau and E. Blanco [5], R. Manheive et al. [6]. Solving logic problems in the Prolog programming language became the subject of study by researchers A.N. Adamenko [7].

L. Sterling [3] resorts to recursive programming in the context of processing a special type of data - lists [3]. Lists, the representation of lists, the implementation of some operations with lists using recursive rules is also the subject of study in the work of I. Bratko [8]. Examples of programs using recursive list processing rules are presented in the work of N.I. Tsukanova [4] and V.N. Agafonov [9]. The analysis of the literature showed that the issue of solving the problems of processing lists has found sufficient coverage in the scientific literature. The examples of programs in which the operations of processing lists using recursive rules are implemented are given. At the same time, in the works, there is no analysis of the execution of recursive rules in the context of solving the problem of list processing at the level of matching predicates and concretizing variables, which reveals, from a technological point of view, the incompleteness of knowledge about the use of recursive methods in tasks of processing lists.

The results obtained made it possible to formulate the goal of analyzing the use of recursive methods in problems of transforming lists. The structure of a list contains an ordered set of elements. Elements, as a rule, are related to each other in meaning, for example, a list of dates, a list of events, a list of signs, etc. can be compiled. The elements of the list can be integers and real numbers, symbols, strings, lists. By analogy with arrays, lists are distinguished by such a characteristic as the length of the list, which is understood as the number of elements in the list. Let us recall that a distinctive feature of the list is that the length may not be known in advance. Let us note the main points of the relative required descriptions when using the list structure in a program in the logical language Prolog. When using a list structure in a program, it must be declared in the section of used

data types, and in the section on declaring predicates, a predicate must be specified, the argument of which will be the declared type related to the list.

### Results and discussion

In the section of facts and rules of the program, the list itself is specified, the elements of which are indicated in square brackets separated by commas, for example: [13, 1, 5, -3, 0, -7] - a list of integers; [1.3, 1.8, 5.5, -3.5, -7.7] - a list of real numbers; ['Prolog', 'Prolog'] - list of strings; [[1,2,3], [6,7,8,9], [-1, -2]] - list of lists. In Prolog, in addition to the already indicated standard way by enumerating elements, there are several other ways of presenting lists. The structure view of the list is:

[13, 1, 5, -3, 0, -7] - a list of integers;  
 [1.3, 1.8, 5.5, -3.5, -7.7] - a list of real numbers;  
 ['Prolog', 'Prolog'] - list of strings;  
 [[1,2,3], [6,7,8,9], [-1, -2]] - list of lists.

In Prolog, in addition to the already indicated standard way by enumerating elements, there are several other ways of presenting lists.

The structure view of the list is:

. (a, []), which matches the list [a];  
 Structure. (A., (B., (C, [])) - matches the list [a, b, c].

However, it is of fundamental importance in the context of considering lists in accordance with the purpose of the study is the presentation of the list by highlighting the head and tail:

[Head | Tail] or [H | T]. Head is always the first item in the list. Tail is part of the list, the rest of its elements are obtained by excluding the head.

Let's consider examples of presenting lists over the head and tail: the list [1, 2, 3] can be represented as [1 | [2,3]].

For the general case:

$$[a, b, c, d] = [a | [b, c, d]] = [a | [b | [c, d]]] = [a | [b | [c | [d]]]] = [a | [b | [c | [d | []]]]]$$

In this regard, we can conclude that the list is a recursive structure, therefore, recursive processing methods can be used to process lists. Let us consider the use of recursive methods for processing lists using the example of list transformation tasks, the implementation of which by means of the logical programming language Pro-log is carried out using recursive rules [10]. Consider a software implementation of the solution to the problem of combining two lists into one.

Formulation of the problem. Combine two non-empty lists into one. Software implementation in the Prolog language.

#### *domains*

spisok = *integer*\* /\* type - list of integers \*/

#### *predicates*

append (spisok, spisok, spisok) /\* triple predicate \*/

#### *clauses*

append ([], P, P). /\* Concatenate empty list with list P gives list P \*/

append ([X | Y], Q, [X | T]): - append (Y, Q, T).

#### *goal*

append ([9,15], [3,5], Z), *write* ("Concatenated list =", Z).

Let us carry out a detailed analysis of the application of recursive methods at the level of comparison of predicates and concretization of variables.

1. The target predicate, append ([9,15], [3,5], Z), where Z is a free variable, the value of which must be determined during the proof, is first compared with the fact, since it is the first in the knowledge base, but the match fails because the lists do not match.

2. Then the predicate `append ([9,15], [3,5], Z)` matches the head predicate of the rule `append ([X | Y], Q, [X | T])`, they are comparable if:

-  $X^{(1)}$  -  $Y^{(1)}$  is specified by the value [15]; -  $Q^{(1)}$  is specified by the value [3,5]; [9 |  $T^{(1)}$ ] Z, Z and  $T^{(1)}$  are free. Now we need to prove that the head predicate `append ([9 | 15], [3,5], [9 |  $T^{(1)}$ ])` is true.

- $X^{(1)}$  is specified by the value [9];
- $Y^{(1)}$  is specified by the value [15];
- $Q^{(1)}$  is specified by the value [3, 5];

List [9 |  $T^{(1)}$ ] links with Z, Z and  $T^{(1)}$  are free. Now we need to prove that the head predicate `append ([9 | 15], [3,5], [9 |  $T^{(1)}$ ])` is true.

3. To prove the truth of the head predicate `append ([9 | 15], [3,5], [9 |  $T^{(1)}$ ])` (the first iteration of the recursion), you need to prove the truth of the predicate in its body `append ([15], [3,5], [ $T^{(1)}$ ])`.

Comparison with fact fails.

A predicate is comparable to the head of a rule if

- $X^{(2)}$  is specified by the value [15];
- $Y^{(2)}$  is specified by the value [9];
- $Q^{(2)}$  is specified by the value [3, 5];

List [15 |  $T^{(2)}$ ] links with  $T^{(1)}$ ,  $T^{(1)}$  and  $T^{(2)}$  – are free. Now we need to prove that the head predicate `append ([15 | [ ]], [3,5], [15 |  $T^{(2)}$ ])` is true.

4. To prove the truth of the head predicate `append ([15 | [ ]], [3,5], [15 |  $T^{(2)}$ ])` (the second iteration of the recursion), you need to prove the truth of the predicate in its body `append ([ ], [3,5], [ $T^{(2)}$ ])`.

It is already comparable to the fact if:

- P is specified by the value [3,5];
- $T^{(2)}$  is specified by the value P = [3,5].

This means that the body predicate `append ([ ], [3,5], [3,5])` is true. Then the reverse run of the recursion begins.

5. The head predicate of the second iteration of the recursion `append ([15 | [ ]], [3,5], [15 | [3,5]])` is true. The body predicate of the first iteration of the recursion `append ([15], [3,5], [15 | [3,5]])` is true. The head of the predicate of the first iteration of the recursion `append ([9 | 15], [3,5], [9 | [15 | [3,5]]])` is true. The target predicate `append ([9 | 15], [3,5], [9 | [15 | [3,5]]])` is true.

The solution will appear on the screen: Combined list = [9, 15, 3, 5].

Now let's consider the software implementation of the solution to the problem of dividing a list into two.

Formulation of the problem. Divide a non-empty list into two, taking in the first list elements less than or equal to a given number M, and in the second - large M. Software implementation in the Prolog language.

**domains**

`spisok = integer* /* type – list of integers * /`

`mid = integer`

**predicates**

`delet (mid, spisok, spisok, spisok) /* quadruple predicate * /`

**clauses**

`delet (_, [ ], [ ], [ ]).`

`delet (M, [X | Y], [X | Z], P):- X <=M, delet (M, Y, Z, P).`

`delet (M, [X | Y], Z, [X | P]):- X > M, delet (M, Y, Z, P).`

**goal**

delet (20, [8, 55, 15, 25], S1, S2), **write** («1 list= $\Rightarrow$ », S1, «2 list = $\Rightarrow$ », S2).

In this program, the procedure delet contains two recursive rules and a fact that limits the recursion. Consider how Prolog proves purpose. Let us carry out a detailed analysis of the application of recursive methods at the level of matching predicates and concretizing variables.

1. The target predicate delet (20, [8, 55, 15, 25], S1, S2), where S1 and S2 are free variables, the value of which must be determined during the proof, is first compared with the fact, since it is the first in the knowledge base, but the match fails.

2. Then the predicate delet (20, [8, 55, 15, 25], S1, S2) matches the head predicate of the first rule delet (M, [X | Y], [X | Z], P), they are comparable, if:

- $M^{(1)}$  is specified by the value 20;
- $X^{(1)}$  is specified by the value [8];
- $Y^{(1)}$  is specified by the value [55,15, 25];

List [8,  $Z^{(1)}$ ] links with S1; List  $P^{(1)}$  links with S2. Now we need to prove that the head predicate delet (20, [8 | [55,15,25]], [8 |  $Z^{(1)}$ ],  $P^{(1)}$ ) is true.

3. To prove the truth of the head predicate delet (20, [8 | [55,15,25]], [8 |  $Z^{(1)}$ ],  $P^{(1)}$ ) (the first iteration of the recursion), you need to prove the truth of the predicate in its body

$X \leq M \leftrightarrow 8 \leq 20$  – is true

Predicate of the body delet (20, [55,15,25],  $Z^{(1)}$ ,  $P^{(1)}$ ) we cannot compare with the fact, but we will compare with the head of the first rule if:

- $M^{(2)}$  is specified by the value 20;
- $X^{(2)}$  is specified by the value [55];
- $Y^{(2)}$  is specified by the value [15, 25];
- List [55, $Z^{(2)}$ ] links with the list  $Z^{(1)}$ ;
- List  $P^{(2)}$  links with the list  $P^{(1)}$ .

Now we need to prove the truth of the head predicate of the first rule delet (20, [55 | [15,25]], [55 |  $Z^{(2)}$ ],  $P^{(2)}$ ) [11-13].

4. To prove the truth of the head predicate delet (20, [55 | [15,25]],  $Z^{(2)}$ , [55 |  $P^{(2)}$ ]) (the second iteration of the recursion), you need to prove the truth of the predicates in its body.

$X > M \leftrightarrow 55 > 20$  is a true statement.

The body predicate delet (20, [15,25],  $Z^{(2)}$ ,  $P^{(2)}$ ) is not comparable with the fact, but it is comparable with the head of the first rule if:

- $M^{(3)}$  is specified by the value 20;
- $X^{(3)}$  is specified by the value [15];
- $Y^{(3)}$  is specified by the value [25];
- List [15 |  $Z^{(3)}$ ] links with the list  $Z^{(2)}$ ;
- List  $P^{(3)}$  links with the list  $P^{(2)}$ .

Now we need to prove the truth of the head predicate of the first rule delet (20, [15 | [25]], [15 |  $Z^{(3)}$ ],  $P^{(3)}$ ).

5. To prove the truth of the head predicate delet (20, [15 | [25]], [15 |  $P^{(3)}$ ],  $P^{(3)}$ ) (the third iteration of the recursion), you need to prove the truth of the predicate in its body

$X \leq M \leftrightarrow 15 < 20$  – is a true statement.

The body predicate delet (20, [25],  $Z^{(3)}$ ,  $P^{(3)}$ ) is not comparable with the fact, but it is comparable with the head of the first rule if:

- $M^{(4)}$  is specified by the value 20;
- $X^{(4)}$  is specified by the value [25];
- $Y^{(4)}$  is specified by the value [ ];
- List[25 |  $Z^{(4)}$ ] links with the list  $Z^{(3)}$ ;
- List  $P^{(4)}$  links with the list  $P^{(3)}$ .

Now we need to prove the truth of the head predicate of the first rule  $\text{delet}(20, [25 | [ ]], [25 | Z^{(4)}], P^{(4)})$ .

6. To prove the truth of the head predicate  $\text{delet}(20, [25 | [ ]], [25 | Z^{(4)}], P^{(4)})$  (the fourth iteration of the recursion), you need to prove the truth of the predicate in its body

$X \leq M \leftrightarrow 25 \leq 20$  – is a false statement, therefore, the return and comparison of the predicate of the body  $\text{delet}(20, [25], Z^{(3)}, P^{(3)})$  from the third loop of the recursion with the head of the second rule [14] is carried out.

These predicates are comparable if:

- $M^{(4)}$  is specified by the value 20;
- $X^{(4)}$  is specified by the value [25];
- $Y^{(4)}$  is specified by the value [ ];
- List  $Z^{(4)}$  links with the list  $Z^{(3)}$ ;
- List  $[25, P^{(4)}]$  links with the list  $P^{(3)}$ .

Now we need to prove the truth of the head predicate of the second rule  $\text{delet}(20, [25 | [ ]], Z^{(4)}, [25 | P^{(4)}])$ .

7. To prove the truth of the head predicate  $(20, [25 | [ ]], Z^{(4)}, [25 | P^{(4)}])$  (the fourth iteration of the recursion), you need to prove the truth of the predicate in its body

$X > M \leftrightarrow 25 > 20$  – is a true statement.

The body predicate  $\text{delet}(20, [ ], Z^{(4)}, P^{(4)})$  already comparable to the fact if:

- $Z^{(4)}$  is concretized by the value of the empty list [ ];
- $P^{(4)}$  is concretized by the value of the empty list [ ].

This means that the predicate of the body is true, and in this case the reverse course of recursion will begin.

8. The head predicate  $\text{delet}(20, [25 | [ ]], [], [25, []])$  – is true. The predicate of the body of the third iteration of the delet recursion  $(20, [25], Z^{(3)}, P^{(3)}) = \text{delet}(20, [25], [], [25 | []])$  – is true. The predicate of the body of the third iteration of the delet recursion  $(20, [15 | [25]], [15 | P^{(3)}], P^{(3)}) = \text{delet}(20, [15 | [25]], [15 | []], [])$ . The predicate of the body of the second iteration of the recursion  $\text{delet}(20, [15, 25], Z^{(2)}, P^{(2)}) = \text{delet}(20, [15, 25], [15 | []], [25 | []])$  – is true. The head predicate of the second iteration of the recursion  $\text{append}(20, [55 | 15, 25], Z^{(2)}, [55 | P^{(2)}]) = \text{append}(20, [55 | 15, 25], [15 | []], [55 | [25 | []]])$  – is true. The predicate of the body of the first iteration of the recursion  $\text{delet}(20, [55, 15, 25], Z^{(1)}, P^{(1)}) = \text{delet}(20, [55, 15, 25], [15 | []], [55, [25 | []]])$  – is true. The head predicate of the first iteration of the recursion  $\text{append}(20, [8 | [55, 15, 25]], [8 | Z^{(1)}, P^{(1)}]) = \text{append}(20, [8 | [55, 15, 25]], [8 | [15 | []], [55, [25 | []]])$  – is true. The target predicate  $\text{delet}(20, [8, 55, 15, 25], S1, S2) = \text{append}(20, [8 | [55, 15, 25]], [8 | [15 | []], [55, [25 | []]])$  – is true.

The solution will appear on the screen: 1 List = [8,15]

2 List = [25,55].

Note that in the problems under consideration, the completion of the recursive call of predicates occurs when comparing with the fact contained as the first statement in the knowledge base [15].

## Conclusions

So, for processing lists in tasks, recursive methods are effectively used. The use of recursion is possible not only in standard tasks for processing elements of one list, but also in tasks for converting lists, which was shown in the considered examples of combining two lists into one, dividing one list into two. On the example of these tasks, a detailed analysis of the use of recursive methods at the level of comparison of predicates and concretization of variables is carried out. The examples are considered in sufficient detail, the necessary theoretical explanations are presented.

Description of problem solving, analysis of recursion execution in the considered examples can serve as a technological basis for solving other problems for transforming lists. The results ob-

tained can be used in the further development of the issues of using recursive methods in the tasks of processing lists, as well as used in the educational process when studying the theoretical foundations of computer science and logical programming.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Qian L., Tang B., Ye B., Wang X., Lu S. Stabilizing and boosting I/O performance for file systems with journaling on NVMe SSD // *Science China Information Sciences*. – 2022. – Vol. 65, No. 3. – Article number: 132102.
2. Akbaş S., Erbay Dalkılıç T. A hybrid algorithm for portfolio selection: An application on the Dow Jones Index (DJI) // *Journal of Computational and Applied Mathematics*. – 2021. – No. 398. – Article number: 113678.
3. Стерлинг Л. Искусство программирования на языке пролог. – Москва: Мир, 1990.
4. Цуканова Н.И. Теория и практика логического программирования на языке Визуал пролог 7. – Москва: Горячая линия – Телеком, 2013.
5. Tarau P., Blanco E. Interactive text graph mining with a prolog-based dialog engine // *Theory and Practice of Logic Programming*. – 2021. – Vol. 21, No. 2. – P. 244-263.
6. Manhaeve R., Dumančić S., Kimmig A., Demeester T., De Raedt L. Neural probabilistic logic programming in DeepProbLog // *Artificial Intelligence*. – 2021. – No. 298. – Article number: 103504.
7. Адаменко А.Н. Логическое программирование и Визуальный пролог. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2003.
8. Братко И. Алгоритмы искусственного интеллекта на языке Пролог. – Москва: Вильямс, 2004.
9. Агафонова В.Н. Логическое программирование. – Москва: Мир, 1988.
10. Körner P., Schneider D., Leuschel M. On the Performance of Bytecode Interpreters in Prolog // *Lecture Notes in Computer Science*. – 2021. – No. 12560 LNCS. – P. 41-56.
11. Leuschel M. Prolog for verification, analysis and transformation tools // *Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science*. – 2020. – Vol. EPTCS, No. 320. – P. 80-94.
12. Julián-Iranzo P., Sáenz-Pérez F. WordNet and prolog: Why not? // *Proceedings of the 11th Conference of the European Society for Fuzzy Logic and Technology, EUSFLAT 2019*. – Netherlands: Atlantis Press, 2020. – P. 827-834.
13. Drabent W. The Prolog debugger and declarative programming // *Lecture Notes in Computer Science*. – 2020. – No. 12042 LNCS. – P. 193-208.
14. Kemtongue M.J., Egesoy A. Modularization challenges in prolog: What to divide and conquer in AI // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. – 2020. – No. 1029. – P. 330-337.
15. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ. – Москва: Вильямс, 2014.

### REFERENCES

1. Qian, L., Tang, B., Ye, B., Wang, X., Lu, S. 2022. Stabilizing and boosting I/O performance for file systems with journaling on NVMe SSD. *Science China Information Sciences*, 65(3), article number 132102.
2. Akbaş, S., Erbay Dalkılıç, T. 2021. A hybrid algorithm for portfolio selection: An application on the Dow Jones Index (DJI). *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 398, article number 113678.
3. Sterling, L. 1990. *The art of programming in the prologue language*. Moscow: Mir.
4. Tsukanova, N.I. 2013. *Theory and practice of logical programming in the Visual Prolog 7 language*. Moscow: Hotline-Telecom.
5. Tarau, P., Blanco, E. 2021. Interactive text graph mining with a prolog-based dialog engine. *Theory and Practice of Logic Programming*, 21(2), 244-263.

6. Manhaeve, R., Dumančić, S., Kimmig, A., Demeester, T., De Raedt, L. 2021. Neural probabilistic logic programming in DeepProbLog. *Artificial Intelligence*, 298, article number 103504.
7. Adamenko, A.N. 2003. *Logical programming and Visual Prolog*. St. Petersburg: BHV-Petersburg.
8. Bratko, I. 2004. *Algorithms of artificial intelligence in the Prolog language*. Moscow: Williams.
9. Agafonova, V.N. 1988. *Logic programming*. Moscow: Mir.
10. Körner, P., Schneider, D., Leuschel, M. 2021. On the performance of bytecode interpreters in Prolog. *Lecture Notes in Computer Science*, 12560 LNCS, 41-56.
11. Leuschel, M. 2020. Prolog for verification, analysis and transformation tools. *Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science, EPTCS*, 320, 80-94.
12. Julián-Iranzo, P., Sáenz-Pérez, F. 2020. WordNet and prolog: Why not? In: *Proceedings of the 11th Conference of the European Society for Fuzzy Logic and Technology, EUSFLAT 2019* (pp. 827-834). Netherlands: Atlantis Press.
13. Drabent, W. 2020. The Prolog debugger and declarative programming. *Lecture Notes in Computer Science*, 12042 LNCS, 193-208.
14. Kemtongue, M.J., Egesoy, A. 2020. Modularization challenges in prolog: What to divide and conquer in AI. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1029, 330-337.
15. Cormen, T., Leiserson, C., Rivest, R., Stein, K. 2014. *Algorithms: construction and analysis*. Moscow: Williams.

#### ОБ АВТОРЕ/ ABOUT THE AUTHOR

**Здор Дмитрий Валерьевич**, кандидат педагогических наук, доцент Инженерно-технологический институт, Приморская государственная сельскохозяйственная академия, пр. Блюхера, 44, г. Уссурийск, 692510, РФ, [zdor7440-1@unesp.co.uk](mailto:zdor7440-1@unesp.co.uk), +7423426-54-60.

**Zdor Dmitry V.**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Institute of Engineering and Technology, Primorskaya State Academy of Agriculture, st. Bluhera, 44, Ussuriysk, 692510, RF, [zdor7440-1@unesp.co.uk](mailto:zdor7440-1@unesp.co.uk), +7423426-54-60.

Дата поступления в редакцию: 12.07.2021

После рецензирования: 23.08.2021

Дата принятия к публикации: 03.09.2021



П.В. Комиссаров [P.V. Komissarov]

УДК 519.85  
DOI: 10.37493/2307-910X.2021.3.2

**ПРИНЦИПЫ РАЗВИТИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ  
МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА  
СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ ТРАНСФОРМАЦИИ  
ОБЩЕСТВА**

**PRINCIPLES OF DEVELOPMENT OF  
MATHEMATICAL METHODS FOR MODELING  
PRODUCTION PROCESSES AT THE PRESENT  
STAGE OF SOCIETY TRANSFORMATION**

*ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова / GUMRF named after S. O. Makarov, [komissarovp@yandex.ru](mailto:komissarovp@yandex.ru) / ГУМРФ им. адм. С.О. Гумрф named after S. O. Makarov, [komissarovp@yandex.ru](mailto:komissarovp@yandex.ru)*

**Аннотация**

*Изучение развития математических методов производственных процессов на современном этапе развития общества является одним из важнейших вопросов экономической теории. Сегментация результатов моделирования приводит к тому, что требуется использование большого количества различных методов для получения комплексной оценки развития производства.*

**Материалы, методы, результаты и обсуждения**

*В данном исследовании рассматриваются основные математические методы моделирования производственных процессов и выделяются наиболее значимые из них, анализируются тенденции развития производственных процессов в начале XXI века, что является крайне важным аспектом изучения тенденций развития математического моделирования производственных процессов. На основании материалов исследования выдвигается предположение, что наиболее эффективным для анализа производства в будущем станет комплексное применение методов, базирующихся на теории нечётких множеств, кластерного анализа и анализа нейронных сетей в соответствующем поэтапном применении. В ходе исследования были использованы эмпирические, аналитические и сравнительные методы анализа данных, которые способствовали достижению показателей эффективности, представленных в данной статье. Были использованы материалы трудов ведущих отечественных и зарубежных специалистов в области математического моделирования производственных процессов. Предварительные результаты исследования показывают, что новые принципы разработки математических методов моделирования производственных процессов способствуют более всестороннему анализу полученных результатов в новых экономических и производственных условиях.*

**Заключение**

*Результаты проведённого исследования имеют особое значение для дальнейшего развития математического моделирования в современных социально-экономических условиях.*

**Ключевые слова:** математические методы, моделирование производственных процессов, принципы развития, математическое моделирование, гибкое автоматическое производство.

**Abstract**

*The study of the development of mathematical methods of production processes at the present epoch of the society's development is one of the most meaningful issues in economic theory.*

*Simulation results' segmentation leads to the requirement to use a huge number of different methods to obtain a comprehensive assessment of the development of production.*

**Materials, methods, results and discussions**

*This study examines the main mathematical methods of modelling production processes and identifies the most significant of them, analyzes the trends in the development of production processes at the beginning of the 21st century, which is an extremely important aspect of studying the trends in the development of mathematical modelling of production processes. Based on the research materials, it is suggested that the most effective method for analyzing production in the future will be the complex application of methods based on the theory of fuzzy sets, cluster analysis and neural network analysis in the corresponding step-by-step application. Empirical, analytical and comparative methods of data analysis that contributed to the achievement of the performance indicators presented in this article were used in the course of the research. The works of leading domestic and foreign experts in the field of mathematical modeling of production processes were used. The preliminary results of the research show that new principles of the development of mathematical methods for modeling production processes contribute to a more comprehensive analysis of the results in the new economic and production conditions.*

**Conclusion**

*The conclusion can also be drawn that the study results show particular importance for the further development of mathematical modelling in modern social and economic conditions.*

**Key words:** mathematical methods, modeling production processes, principles of development, mathematical modeling, flexible automatic production.

**Introduction**

Mathematical research methods are used to process a variety of data obtained both by polling and experiment. They help to establish a quantitative relationship between the studied phenomena, as well as to evaluate the results of the experiment. Empirical research as part of a scientific approach to the processes taking place in various areas of human activity is reduced to observing the processes selected for research and, subsequently, studying relevant scientific works that act as instructions or recommendations for conducting a practical section. The next analytical stage is based on those materials that were obtained during observation, experiment or other method of collecting the necessary information. At the third stage, the analyzed information can be processed using mathematical methods. It is this type of methods that makes it possible to concretize the problem and provide more accurate results for this study.

The basic principles of the development of methods of mathematical modeling are to increase:

- 1) the adequacy of the models and their correspondence to the practical tasks being solved;
- 2) simplification of existing models while observing the essential properties of the modeling object itself;
- 3) the correspondence between the accuracy of the simulation results and the complexity of the model;
- 4) multivariate use of the model [1]

The use of mathematical methods in the processing and analysis of empirical data allows solving a number of fundamentally important problems:

- 1) assess the reliability of the hypothesis put forward;
- 2) objectively identify differences from other options similar to this hypothesis;

3) use correlation analysis, that is, to establish the dependence of the hypothesis put forward in the course of the study on specific criteria, conditions, parameters and other constituent components;

4) more clearly define the structure of the object under study;

5) correctly assess the degree of influence of a particular parameter or variable on the resulting indicator;

6) to analyze the variability of features, that is, variations in the behavior of the research object when changing certain parameters.

Consequently, mathematical methods increase the reliability of conclusions, as well as create a basis for theoretical generalizations.

Mathematical methods are actively used in modeling production processes. The modeling method is the main one in the study of systems and processes, therefore, in the study of the modeling process, we have the right to speak in a more format, that is, about economic and mathematical methods. This type of methods is understood as an extensive complex of economic and mathematical scientific disciplines, which are combined to study socio-economic systems and processes [2]. This set of methods contributes to a more comprehensive and in-depth analysis of production processes. In turn, production processes are an integral part of the functioning of an enterprise, that is, its economic basis.

Modeling a priori involves making certain assumptions of a certain degree of importance. It should be borne in mind that in this case, the models must meet the requirements, for example, economy, acceptable accuracy, adequacy and expediency. Determination of the composition and refinement of the implementation of such models depend on the nature of the problem, the typology of the models and the very conditions of modeling [3].

Thus, the relevance of the study of mathematical methods for modeling production processes as necessary for their qualitative and correct analysis, as well as the construction of promising models of the economic development of enterprises in general and in each industry separately, remains.

The purpose of this study was to determine new principles for the development of mathematical methods for modeling production processes.

Based on the purpose of the study, the following tasks were formed:

- review the basic mathematical methods for modeling production processes;
- determine the most significant mathematical methods for modeling production processes;
- analyze trends in production processes at the beginning of the XXI century ;
- to define new principles for the development of modern mathematical methods for modeling production processes, contributing to a more comprehensive analysis of results in new economic and industrial conditions .

In the course of the study, empirical, analytical and comparative methods of data analysis were used, which contributed to obtaining the effective indicators presented in this article.

In the course of the study, materials from the works of such domestic researchers as F.G. Akhmadieva, S.A. Ayvazyan, N.P. Buslenko, L.V. Kantorovich, V.G. Karmanova, M.E. Sirotkina, B.A. Toropova, E.F. Boltacheva, V.V. Baranov and others, as well as well-known foreign experts L. Zade, G. Wagner, Thomas H. Cormen and Hemdi A. Taha.

### **Materials and methods**

#### **Analysis of the main mathematical methods for modeling production processes**

This section presents an analysis of the main modern methods of mathematical modeling used in the analysis of production processes.

According to the research of G. Wagner [4] and L.V. Kantarovich [5], it is necessary to single out 7 basic methods of mathematical modeling.

Simple enough, linear programming has been around for a long time. It is widely used in the production and analytical field, because it not only expands the capabilities of the production deci-

sion management system. Within the framework of this method, a problem is posed, for the solution of which a system of equations is given. The structure of such a system usually includes a target limitation and a certain number of additional ones. However, practice shows that linear programming remains only a special case of convex programming. In turn, convex programming itself is a special case of more formal mathematical programming. It should be noted that at the same time, linear programming has become the basis for a number of methods for solving integer and nonlinear programming problems [6].

Research L.V. Kantorovich, which he outlined in 1939 in his work "Mathematical Methods for Organization and Planning of Production" were developed by the American mathematician J.B. Danzig in 1949 in the form of a simplex method. In 1967, the method was developed by I.I. Dikin, who was the first to present developments based on the interior point method [7].

Consequently, linear programming, despite a fairly long-term development, remains quite relevant in production and economic practice and is still used to obtain effective analysis results used in the production management of an enterprise.

Regarding the method of nonlinear programming, we have to state that it is applicable in the absence of the mathematical possibility of expressing a linear relationship between quantities. An example of using such a method is the option of observing the temporal lag of the growth of output from the cost of labor resources, while the growth rate of the amount of waste exceeds these parameters [8].

It is noteworthy that a universal complex of ways to solve nonlinear programming problems has not yet been developed. On the one hand, this type of problem can be easily described by a certain system of equations. However, at the same time, these solution methods are quite cumbersome and usually require additional costs to be included in the calculations.

If we analyze the significance of the network method for solving problems, then it is necessary to take into account that they are also a special case of linear programming problems. To describe the model, researchers use the so-called graph technique. The most famous among the graphs was the strip chart, or chart, by Henry Gantt, developed and introduced by him in the first decade of the 20th century. The network method is considered the most convenient for a graphical description of the optimization type of problems. It should be noted that the Gantt method can also be used for other types of tasks - complex ones. Complex tasks include many variables and constraints. Therefore, it is necessary to state the fact that the graphical mechanism is most convenient for describing various linear programming problems.

However, this method cannot be used in all industries. It is most convenient for describing logistics and line (conveyor) production. This method is limited in use for describing and modeling complex production chains, which include components of manufactured products of various types.

The dynamic programming method uses the same network models mentioned above. These are multi-step tasks. As a result of their solution, a recurrent expression is presented [9]. Using this method, a set of automatically correct solutions is developed on the basis of a recurrent expression. However, the models that are used in the implementation of this method determine a fairly narrow range of tasks to be solved. In addition, there is an objective difficulty in constructing such a recurrent expression.

In this regard, the dynamic programming method is used only in certain production conditions and, despite the presence of recurrence, which is of great importance for modeling complex sequences, has not yet received its development.

The method of probabilistic optimization models (hereinafter referred to as the PTO method) proceeds from the presence of a probabilistic component. It includes a number of models, including, for example, the inventory management model and the queuing system. The PTO method is used for such models, which require random values, rather than regular or expected ones, to describe them. Therefore, the introduction of the probability of events can be considered its positive side. The use of the PTO method allows solving especially complex problems to which, due to var-

ious circumstances, other methods cannot be applied. Models of the queuing system are given as an example. They make it possible to implement tasks such as assessing the possible states of the system, including the probability of failure of certain elements, or determining the optimal operating conditions for a given level of probability [8].

Consequently, the category of probabilistic models of inventory management allows you to choose an optimal strategy, for example, storage methods, the volume of loading lots, and others.

Nevertheless, the main problem of using this method for modeling production processes is the need for special software, that is, in fact, there are no calculation options without the use of computer technology.

The integer programming method is used for the purpose of mathematical optimization, in other words, process feasibility, in which the set of variables must be integer [10], that is, in fact, this means that the implementation of the method is an NP-hard task. Since there is a clear limitation of optimization problems, in this case, to solve them, algorithms that are of particular importance are needed. Integer programming uses certain techniques, such as the clipping plane and backtracking method. Consequently, this method allows solving combinatorial problems, that is, the processes associated with counting as a means and purpose of obtaining results determined by research, as well as determining the quantitative properties of finite structures.

Despite the conditions for the use of this method, which are quite often encountered in the industrial sphere, it has the same specific disadvantages as all methods of the class of problems being solved. Consequently, the integer programming method is only one of the methods used in the analysis of production processes, but it requires either the expansion of the theoretical base or the deepening of the mathematical principles of modeling.

Simulation modeling is another of the most widely used economic and mathematical methods for modeling processes. This research method simulates the system under study under an important and fundamental condition of the presence of sufficient accuracy in describing the system that is actually used in order to obtain certain information about it. The created model can be played in time for one or a given set of tests. In this case, the effective indicators will be determined by the random nature of the processes [11].

However, it should be noted that with a fairly wide range of problems solved by this method, the complexity of describing all conditions is still preserved, and certain computing power is also required. Consequently, simulation remains exclusive and is used by a limited number of companies.

The methods of mathematical modeling listed above have received their recognition and widespread use in the XX century, although they remain relevant in application in the XXI century. Among the modern methods of mathematical modeling that were developed in the last century, but also developed in the first quarter of the XXI century, it is necessary to highlight a mathematical model of neural networks, modeling based on the theory of fuzzy sets, methods of intuitive-logical and logical-linguistic (semantic) modeling, theory of multicriteria optimization, cluster and tensor analysis. The listed methods will be discussed below.

Despite the fact that the first mathematical model of a neuron was developed back in 1943, this modeling method at the current stage of technological development is one of the most promising and actively developing. The disadvantage of the primary McCulloch-Pitts model was that it uses a threshold type of neuron activation function. It excludes sufficient flexibility of the neural network during training and tuning in order to solve the problem posed during the project. In 1958, F. Rosenblatt presented his own neural network model - the perceptron, introducing the ability of connections to modify into the McCulloch-Pitts model. This is what made her trainable. Subsequently, John Hopfield proposed a neural network model in which there are feedbacks between layers (layers). This innovation has strengthened its generalizing properties. In the 21st century, these networks have become widely used in pattern recognition programs [12].

At the present stage of development of society, special attention is paid to modeling and re-searching artificial neural networks with a whole range of tasks:

- creation of control programs "in real time",
- possessing the ability to learn and self-study,
- maximizing the use of external information,
- having a memory of past situations,
- possessing the ability to seamlessly summarize and classify incoming information.

If we consider a neural network as a model, then its behavior is influenced by the following factors: input data, network topology, physical properties of an individual element. The coefficients of these factors organize the neural network itself. The variability of neural network organizations is quite large, therefore, most often, three main types are distinguished:

- hierarchical type,
- local area networks,
- divergent networks with one input [13].

In 1990 V.V. Mayorov and I.Yu. Myshkin presented mathematical modeling of a neural network based on equations with delay. [14] Its dynamics is described by a system of delay differential equations. In them, the initial states of the neural network are set and characterize the individual input of the neuron [15].

In the last 20 years, neural network modeling has become more and more extensive in its experimental application. In addition to the high-tech industry, neural modeling has begun to be applied in manufacturing and service industries. However, despite the promising nature of this area of mathematical modeling, there are still problems of complex perception of the results themselves. Modeling is still at the stage of primary development and requires adjusting the set of factors that fit into the calculations to obtain the effect of accumulating the "necessary" amount of information and, consequently, the ability to competent "self-education".

In the middle of the 20th century, a significant problem appeared, which consisted in combining general considerations and logical reasoning, i.e. fuzzy logic (IL). It was solved in the theory of fuzzy sets, the author of which was Professor L. Zadeh in the 1960s. This theory made it possible to operate mathematically with a relatively fuzzy representation of concepts, which has some qualitative and subjective characteristics [16]. A distinctive feature of fuzzy logic from classical mathematics is the level of thinking, for which in the process of modeling it is necessary to determine only the minimum set of patterns [17]. In the limit, with increasing accuracy, CL comes to standard, or Boolean.

The obtained values, although similar to the distributions in the theory of probability, are free from the shortcomings inherent in the latter. In comparison with the probabilistic method, this method can significantly reduce the amount of computations performed. This logically leads to a comparative performance of fuzzy systems. The main classification features of the ways of formalizing fuzziness are distinguished:

- on the presentation of a fuzzy subjective assessment of the determined value;
- by the range of values of the relation function (membership);
- by the domain of definition of the function of relation (membership) itself;
- by the correspondence between the domain of definition and the domain of values;
- on the basis of the degree of homogeneity of the range of values of the relation function (membership) [18].

The theory of fuzzy sets has been used for a long time in solving a wide range of scientific and practical problems, for example, the management of production processes of various complexity, the implementation of scientific research in the field of natural sciences, traffic control, management of defense complexes, the creation of databases, as well as the development of modern

computer technologies. Currently, the theory of fuzzy sets occupies a special place in the development of decision-making modeling systems.

Intuitive-logical modeling (ILM) methods are based on intuitive-logical thinking. Their use is logical in cases where there is no possibility of determining the influence of many factors due to the significant complexity of the area or object of forecasting, and also if the object of forecasting is relatively simple, i.e. it does not require time-consuming calculations. It is promising to use the group of ILM methods, for example, in combination with formalized methods in order to improve the accuracy of forecasts. Among these methods, the methods of expert assessments are widely used, which are used to obtain various predictive estimates of the development and improvement of production, as well as, for example, the efficiency of resource use.

It should also be noted that the methods of historical analogies and forecasting according to a given model, in which there is a kind of extrapolation, are widely used. The forecasting technique implies the analysis of a highly developed system, for example, a region or an industry with a level approximate in a number of significant characteristics, which is now present in a less developed analogous system. Based on the history of the development of the process under study in a more highly developed system, a forecast is made for a less developed system being compared. The disadvantage of this group of methods is the specificity of their use, i.e. a certain narrowness relative to the entire potential breadth of areas suitable for mathematical modeling.

At the beginning of the 21st century, a group of methods of logical-linguistic (semantic) modeling began to be actively used in the field of systems analysis. They are based on so-called "soft" computational calculations. They are capable of sufficiently high quality to represent and study not only poorly structured processes, but also systems and phenomena. Among the main advantages of this group of methods, it should be noted that the linguistic means of "soft" calculations, which are used in them, have greater opportunities to formalize real situations in comparison with the same traditional mathematical languages. However, at the same time, these methods have a low ability to create formal transformations and modifications of structures already previously built and used for a given period of time.

Models related to semantic or logical-linguistic have a number of specific features:

- the variables used in them are usually semantic;
- variables are also interconnected only semantically;
- the assessment of effectiveness is described only with the help of qualitative proposals and recommendations of the category of inadmissibility, desirability or preference of a certain solution option [19].

Therefore, semantic or logical-linguistic models are usually applied at the strategic-conceptual level of management, as well as at the stage of developing solutions. Consequently, the widespread use of this group of methods in the field of mathematical modeling is excluded, including in the industrial sector of the economy.

Regarding the theory of multicriteria optimization (MCO), then within the framework of it the tasks of parallel decision making are solved according to several established criteria. The fundamental difference from optimization problems with one criterion is that in MCO there is an uncertainty of goals. It should be noted that the presence of a solution based on several objective functions is quite rare. Consequently, therefore, from a mathematical point of view, the problems of this theory are a priori indefinite, i.e. the solution can only exist in a compromise form. Applied to the development of a production plan, it is impossible to achieve, for example, simultaneously maximizing profits and minimizing costs, since economically, these two categories are mutually exclusive in their extreme parameters. Therefore, the MCO theory contains various interpretations of the concept of optimality. In view of this, the theory has developed three main directions:

1. Development of the concept of optimality.
2. Proof of the existence of a solution that will be optimal in the appropriate sense.
3. Development of methods for searching and finding the optimal solution [20].

One of the directions for solving MCO problems is the construction of a set of Pareto-optimal points. At the next stage, one of them is selected based on one of the criteria, including the so-called “common sense” criterion. In all cases, the MCO task is reduced to the construction of a task with one criterion. There are many ways to construct such a final criterion, but none of them can be given the greatest preference in advance. Consequently, this method is poorly correlated with the needs of manufacturing enterprises, where the main goal is a harmonious relationship between such basic economic criteria as maximizing income and minimizing costs.

One of the popular ways to find a solution to a harmonious relationship between maximizing profitability and minimizing costs is considered cluster analysis, which provides for the grouping of multidimensional objects or centers of production of indicators, based on the presentation of the objective results of a complex of observations by points of the corresponding geometric space, as a result of which a group of these points, called clusters or taxa [21]. The cluster research method was especially developed at the beginning of the XXI century due to the possibility of computer processing of especially large databases.

Among the main tasks of cluster analysis, it is necessary to highlight:

- the development of a classification, or typology;
- the study of effective conceptual schemes, the purpose of which is to group objects;
- creation of hypotheses based on the study of the obtained data;
- verification of hypotheses created in the course of research in order to determine the presence of groups identified in one way or another in the available data;

During the development of this type of analysis, five main stages of design of the final data have been identified:

- determination of the sampling principle for clustering;
- determination of the set of criteria by which it is necessary to evaluate the objects in the sample;
- calculation of the values of the degree of similarity or difference between the objects under study;
- application of this method to create groups of similar objects;
- verification of the reliability of the results of this type of solution.

Although there is no generally accepted classification of clustering methods at the moment, many researchers distinguish five main groups of approaches:

1. A probabilistic approach that assigns each object under consideration to only one of the selected classes.
2. The approaches based on the artificial intelligence system are still a very conditional grouping in view of the large number of methodically different methods.
3. A logical approach, within which the construction of a dendrogram is carried out using a decision tree.
4. Graph-theoretic approach.
5. A hierarchical approach, which assumes the existence of nested clusters of various orders [22].

This classification has a number of shortcomings, but reflects a wide range of approaches adopted in the framework of cluster analysis, which is in great demand in the economic analysis of production.

Among the large number of mathematical modeling used at the present stage of development, applied to the economy in general and production in particular, it is also necessary to highlight tensor analysis. The subject of his study is the study of the invariant characteristics of geometric objects and physical quantities in the transition from one coordinate system to another [23]. It is generally accepted that a tensor corresponds to three parameters:



- 1) mathematical representation of some real geometric or physical object in the form of a table of quantities, which are called tensor components;
- 2) the values of the components are in direct dependence on the adopted coordinate system and are fundamentally transformed when moving to other coordinates;
- 3) the transformation of the components is incomplete, i.e. some special quantities remain unchanged, which are called invariants.

In the formalized description of data models, the use of tensor analysis requires certain prerequisites:

- classes of real objects of the subject area are displayed in the form of separate tables;
- a formalized description of real objects is made taking into account the already specified coordinate system;
- the need to implement the requirements of Armstrong's axioms for transforming an object under conditions of transition from one coordinate system to another;
- the presence of invariants in the model data representation [24].

Tensor analysis has a great future in its development in the field of enterprise economics in the field of analysis of production indicators and decision-making based on the obtained data. The disadvantage of this type of analysis is that at the current stage of development of mathematical modeling, tensor analysis is still at the stage of adaptation to use in complex production models and chains.

*Thus*, in this section, the most significant mathematical methods for modeling production processes are identified and a brief analysis of the advantages and disadvantages of each of them, taking into account the current state of production forces, is presented for subsequent conclusions on their development, taking into account the main modern trends in changes in production processes.

### **Results and Discussions**

Modern production processes are characterized by continuously changing parameters of the external and internal environment. In this regard, the operational use of the most modern technologies for manufacturing products, effective enterprise management, anticipating the introduction of the most efficient technological processes, the purpose of which is to reduce all types of resource costs, as well as to fundamentally improve the quality of products, services and the sustainability of technological work ... The market economy, which invariably is the basis of capitalist relations, forces the management apparatus of the enterprise to be in constant search of new, more and more effective managerial solutions in order to increase the competitiveness of the entire range of products manufactured by the organization. The continuous complication of the structure of the world and national economy does not allow an enterprise to make error-free management decisions without objectively deep knowledge of all the principles of rational functioning of a constantly changing management system, without mastering or developing methods for modeling production processes.

A distinctive feature of the development of the production structure of an enterprise of the XXI century is the modernization of automatic production lines, which are located in the shops of the main production, since they combine the complexes of automated modular machine tools.

Modern flexible automatic production (hereinafter referred to as HAP) is implemented on the basis of two components - program control and group orientation of production. Among the main advantages of HAP, it is necessary to highlight:

- 1) a fundamental increase in the efficiency of workers, which is usually expressed in the volume of production of single and small-scale products;
- 2) slice response to changes in market segment requirements;
- 3) a fundamental increase in product quality by reducing the proportion of rejects and deviations from technological standards;
- 4) temporal reduction of the production cycle;
- 5) minimization of capital investments, areas and headcount of maintenance personnel;

- 6) a significant decrease in the indicators of the volume of work in progress;
- 7) improving the efficiency of business process management by reducing labor resources within the production process;
- eight) improving working conditions;
- nine) fundamental reduction of time-consuming operations.

It is also necessary to list the main driving forces for the development of the production structure of modern manufacturing enterprises:

- 1) regular review of the market for innovations in the development of production structures;
- 2) regular optimization of indicators of the volume of production capacities of the divisions of the enterprise;
- 3) regular monitoring of the balance between the main, auxiliary and service modules of the enterprise;
- 4) presentation of the constructive homogeneity of the manufactured products;
- 5) effective optimization of the company's divisions;
- 6) constant increase in the level of production automation.

In addition, it should be borne in mind that the industrial compound of the enterprise is dynamic in nature. The dynamics is expressed in the temporal sequence of improving technology, organization of production, labor and management in relation to the rate of development of R&D. To achieve this consistency and to maximize the synchronization of the pace of enterprise development with the pace of technology development, constant optimization is required. Based on this, the modern optimization of the industrial component of the enterprise should be implemented taking into account the following principles:

- adherence to the principle of maintaining a rational and sufficiently effective ratio of basic and auxiliary production units;
- ensuring the principle of proportionality between different divisions of the enterprise;
- enlargement of shop modules as they are updated;
- as an alternative way to create a shopless enterprise management structure;
- the regularity of the process of rationalizing the production structure.

Consequently, at the present stage of development of production technologies, including computerization and automation of all production links, the enterprise faces the need to combine such concepts as "efficiency", "optimization", "rationalization" with constant monitoring of the achievements of science and technology. This becomes vital for maintaining a presence in the market of goods and services, which with each historical cycle increases the speed of its development, thereby motivating the demand market to increase the level of satisfaction both in the quantity and quality of goods and services.

Automation of production at the turn of the XIX-XX centuries created the basis for the creation of mathematical methods for modeling production processes, the purpose of which was to calculate various options for the development of an enterprise and its individual modules (segments) of production. The creation of the "Gantt ruler" radically changed the manager's view of production and the vision of its optimization. Scientific research began to move from the plane of purely technological innovations to the plane of managing production processes, which opened up new possibilities in understanding the term "production modernization". Modernization of production has become as relevant and important process of enterprise development as optimization. The production process received three basic conditions for the current stage of its development: automation, optimization and modernization.

At the turn of the XX-XXI centuries, the leading countries of the world began a gradual transition from an industrial to an information society. This evolutionary process provides for the transformation of production processes in the following qualitative areas:

- 1) transition from automation to computerization;
- 2) transition from optimization to modernization;

3) transition from technological innovations to robotic ones.

The transition from automation to computerization involves the abandonment of the modern concept of an automated apparatus, which must be controlled and maintained by a specialist, to an autonomous computerized (cybernetic) complex that is capable of either controlling and servicing itself, or with the help of auxiliary specialized autonomous complexes. This transition provides for the creation of such mathematical methods for modeling production processes that will be able to include an infinite set of parameters, and then describe an infinite set of performance indicators for selection by an autonomous computerized complex in order to ensure uninterrupted operation in any conditions.

The transition from optimization to modernization involves the rejection of such concepts as "effective" and "rational", which in turn provide for constant monitoring of the ratio of many parameters at each subsequent point in the life of the production process at the enterprise, in favor of updating technologies that logically lead to development. The efficiency and rationality that lie in the search expectations of modern mathematical methods for modeling processes will have to be transformed into modeling a set of probabilities of improving the production cycles themselves by robotizing them through the transition from automation to computerization [25].

The transition from technological to robotic innovations involves the refusal to participate in the production process of a person as such, that is, the development of machine tools, mechanisms and production complexes with the condition of some comfortable professional activity of a specialist. The principle of this transition lies in the exclusion of both the human factor in the production process and the very factor of exclusivity in production. Consequently, this transition, for its part, simplifies the choice of mathematical methods for modeling production processes from the totality of those that will be developed and implemented due to the actualization of transitions 1 and 2 described above.

*Thus*, the main trends in changes in production processes at the beginning of the 21st century will be subordinate to the inevitable transformations caused by the transition of society from an industrial to an informational type. In this regard, the definition of the principles for the development of mathematical methods for modeling production processes is being updated, which will also change in three qualitative directions.

The result of the study of the essence of mathematical methods for modeling production processes and the historical transformation of the production processes themselves was the definition of the basic principles of their development at the stage of the transition of society from an industrial to an informational type. As a result of the study, the following principles were identified:

1. Reassessment of the importance of mathematical methods for modeling production processes, taking into account the evolution of technologies and social formation. This implies not only the development of the applied mathematical modeling methods and the creation of new ones, but also the search for a combination of various methods to achieve a more objective result that meets the needs of production.
2. The search for new parameters for analyzing the economic state of the enterprise, which will contribute to the development of modeling as a set of mathematical methods for analyzing production processes. This implies finding new markers, points and functions that more correctly determine the prospects for the position of the enterprise in the economic market.
3. Actualization of the combination of theoretical modeling and approbation at enterprises with production processes and cycles that are potentially most affected by the transition of society from an industrial to an information formation in order to develop mathematical modeling methods using new developed input components - markers, points and functions.

Among the listed principles, it is first necessary to highlight the principle of searching for new parameters for analyzing the economic state of an enterprise, which will contribute to the develop-

ment of modeling as a set of mathematical methods for analyzing production processes. This principle is the most important at the present stage of development of production processes. The search for new and relevant markers, points and functions, of course, also forms a fundamentally new vision of the economic analysis of the state of the enterprise at the time of research and, therefore, can be the basis for inclusion in prospective mathematical modeling. Consequently, the economic analysis of the enterprise becomes more qualitative and contributes to a more comprehensive vision of the problem areas of the production process or their chain.

The presence of new parameters will require a reassessment of the development of modern methods of mathematical modeling, among which the most promising and effective in the future will be methods of multivariate analysis of economic and physical indicators of the state of production. A comprehensive assessment will require not only the analysis of a set of indicators, but also the development of decision options - from three adopted in classical economic modeling (pessimistic, planned and optimistic), to a dozen provided as a result of mathematical modeling.

To solve such a complex problem, a conglomeration of several modern methods of mathematical modeling is required, for example, methods based on the theory of fuzzy sets, cluster analysis and analysis of neural networks. Their combination is of fundamental importance, since when applying the method of fuzzy logic, the researcher will receive the parameters of the area for determining economic or physical indicators, which at a subsequent stage using cluster analysis will be grouped according to the parameters (criteria) adopted in production or industry, after which, using modeling produced by a specialized neural network, it will be determined limited (effective) set of the most correct solutions. Thus, passing through the complex of step-by-step analytical modeling, the input indicators at the first stage will generate a set (area) of geometrically concentrated options, which at the second stage will be grouped into sets according to the main parameters introduced by the researcher (for example, the project manager) in production, which, in turn, at the third stage they will be processed by a neural network. Consequently, the final solutions will have a high degree of efficiency in application, for example, in the development of a strategic or current plan for the development of production or production costs.

The advantage of such a combination of methods for analyzing input data will be the principle of gradual exclusion from the set of options that are less consistent with the established conditions, i.e. minimization, or effective reduction, of many solutions. Separately, each of these methods is a distinctive variation from each other, therefore, their parallel application as a way to verify the results obtained is problematic. At the same time, their consistent application, leading to a step-by-step minimization of options with the condition of providing the last analytical stage of the neural network as the most progressive and dynamically developing group of modeling methods, will be the most promising and effective.

*Thus, the principles of the development of mathematical methods for modeling production processes determined in the course of the study will contribute to the creation of complexes (clusters) of these methods, within which certain sequences of their use are formed, and to increase efficiency. The development of the mathematical methods themselves for mathematical modeling of production processes remains fundamentally important for the correct analysis of the state of the enterprise at each stage of modeling.*

### **Conclusion**

Mathematical methods for modeling production processes are an important component of the analysis of the economic activity of an enterprise and contributes to a more comprehensive and correct understanding of individual processes that can affect the development of production and the place of the enterprise in the market.

In the course of the study, the relevance of the development of these methods was substantiated, which consists in the following:

- 1) insufficient complexity of the performance indicators of each of the main methods;

- 2) development of methods in an industrial society without taking into account modern trends in the transition to the information level;
- 3) the use in modeling, for the most part, of long-established indicators and functions, which no longer reflects modern needs in the analysis of production processes.

As a result of the study, three principles of the development of mathematical methods for modeling production processes in the conditions of the initial stage of the transition of society from an industrial to an information formation were identified:

- 1) reassessment of the importance of mathematical methods for modeling production processes, taking into account the evolution of technologies and social formation;
- 2) search for new parameters for analyzing the economic state of the enterprise, which will contribute to the development of modeling of production processes;
- 3) grouping of various mathematical modeling methods for a comprehensive step-by-step analysis of production indicators and their testing;
- 4) updating the combination of theoretical modeling and its practical application in enterprises with production processes and cycles that are potentially most susceptible to the impact of the transition of society.

*Thus*, in the course of the study, the goal was achieved - the definition of new principles for the development of mathematical methods for modeling production processes, and also the tasks set within the framework of the goal of the study were solved.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Попова Е.В. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ: Краткий курс лекций. 2015. ФГБОУ «Кубанский государственный аграрный университет».
2. Математическое и имитационное моделирование: Учебное пособие. Составитель Мицель А.А. 2016. ЮТИ.
3. Торопов Б.А., Болтачев Э.Ф., Баранов В.В. Математические методы исследования социальных систем: учебное пособие. 2020. Академия управления МВД России.
4. Вагнер Г. Основы исследования операций. 1973;1. Мир.
5. Канторович Л.В. Оптимальные решения в экономике. 1972. Наука.
6. Томас Х. Кормен и др. Линейное программирование. 2019. Вильямс.
7. Методы оптимизации: Учеб. пособие. 2000. АлтГТУ.
8. Сироткин М.Е. Методы моделирования производственных процессов предприятия машиностроения. Наука и образование: Электронное научное издание. 2011;8. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Доступно по: <http://technomag.edu.ru/doc/203858.html> (дата обращения: 10.01.2021).
9. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. 1968. Наука.
10. Карманов В.Г. Математическое программирование. 1986. Наука.
11. Хемди А. Таха. Имитационное моделирование. 2018. Диалектика.
12. Зенин А.В. Исследование возможностей использования нейронных сетей. Молодой ученый. 2017;16(50):130-140. Москва
13. Астафьева В.В. Разработка математической модели нейронной сети. Молодой ученый. 2016;19(123):1-4. Москва.
14. Майоров В.В., Мышкин И.Ю. Математическое моделирование нейронной сети на основе уравнений с запаздыванием. Математическое моделирование. 1990;11:64-76. Москва.
15. Андреева Е.А., Пустарнакова Ю.А. Математическая модель искусственной нейронной сети с запаздыванием. Программные продукты и системы. 2001;3:6-9. Москва.

16. Komissarov P.V. Determination of the centric rate of the economic stability domain for manufacturing enterprises. *Economy at the Crossroads of Time*. 2021;04(010):27-36. European Scientific e-Journal. Ostrava.
17. Zadeh L. Fuzzy Sets. *Information & Control*. 1965;8:338-353. Berkeley
18. Вашекин А.Н. Применение математических методов нечётких множеств при моделировании принятия решений в экономической и правовой сфере. *Экономика, статистика, информатика*. 2013;6:18-21. Москва.
19. Хрусталева Е.Ю. Логико-лингвистические модели наукоёмкого производственного комплекса как разновидность интеллектуальных информационных систем. *Экономический анализ: теория и практика*. 2014; 11(362): 11-20. Москва.
20. Ахмадиев Ф.Г., Гильфанов Р.М. Математическое моделирование и методы оптимизации. 2017. Казанский государственный архитектурно-строительный университет.
21. Айвазян С.А., Бухштабер В.М., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности. *Финансы и статистика*. 1989.
22. Бериков В.С., Лбов Г.С. Современные тенденции в кластерном анализе. Всероссийский конкурсный отбор обзорно-аналитических статей по приоритетному направлению «Информационно-телекоммуникационные системы». 2008. Москва.
23. Готмаен А.Ш. Тензорное исчисление. 2007. Новосибирская государственная академия водного транспорта.
24. Попова Н.А. Построение модели данных с применением тензорной методологии. *Современные проблемы науки и образования*. 2013;5. Академия Естествознания.
25. Buychik A. Updating the parameters of the development of effective economic thought to motivate society to finance innovative activities. *Economy at the Crossroads of Time*. 2021;04(010):7-16. European Scientific e-Journal. Ostrava.

## REFERENCES

1. Popova E.V. Mathematical modelling, numerical methods and software packages: A short course of lectures. 2015. Kuban State Agrarian University.
2. Mathematical and simulation modeling: A textbook. Compiled by Mitzel A.A. 2016. UTI.
3. Toropov B.A., Boltachev E.F., Baranov V.V. Mathematical methods of research of social systems: textbook. 2020. Academy of Management of the Ministry of Internal Affairs of Russia.
4. Wagner H. Fundamentals of operations research. 1973;1. Mir.
5. Kantorovich L.V. Optimal solutions in economics. 1972. Nauka.
6. Tomas H. Corman et al. Linear programming. 2019. Williams.
7. Optimization methods: Textbook. Compiled by N.V. Brazovskaya. 2000. AltSTU.
8. Sirotkin M.E. Methods of modeling production processes of machine-building enterprises. *Science and Education: Electronic scientific publication*. 2011;8. Bauman N.E Bauman Moscow State Technical University. Available at: <http://technomag.edu.ru/doc/203858.html> (accessed 10.01.2021)
9. Buslenko N.P. Modelling of complex systems. 1968. Nauka.
10. Karmanov V.G. Mathematical programming. 1986. Nauka.
11. Taha H.A. Simulation modelling. 2018. Dialectics.
12. Zenin A.V. Exploring the possibilities of using neural networks. *Young Scientist*. 2017;16(50):130-140. Moscow.
13. Astafieva V.V. Development of a mathematical model of a neural network. *Young Scientist*. 2016;19(123):1-4. Moscow.

14. Mayorov V.V., Myshkin I.Y. Mathematical modeling of a neural network based on equations with delay. *Mathematical Modelling*. 1990;11:64-76. Moscow.
15. Andreeva E.A., Pustarnakova Y.A. Mathematical model of an artificial neural network with a delay. *Software Products and Systems*. 2001;3:6-9. Moscow.
16. Komissarov P.V. Determination of the centric rate of the economic stability domain for manufacturing enterprises. *Economy at the Crossroads of Time*. 2021;04(010):27-36. *European Scientific e-Journal*. Ostrava.
17. Zadeh L. Fuzzy Sets. *Information & Control*. 1965;8:338-353. Berkeley.
18. Vashchekin A.N. Application of mathematical methods of fuzzy sets in the modeling of decision-making in the economic and legal sphere. *Economics, Statistics, Computer Science*. 2013;6:18-21. Moscow.
19. Khrustaleva E.Y. Logico-linguistic models of the high-tech industrial complex as a variety of intelligent information systems. *Economic Analysis: Theory and Practice*. 2014; 11(362): 11-20. Moscow.
20. Akhmadiev F.G., Gilfanov R.M. Mathematical modelling and optimization methods. 2017. Kazan State University of Architecture and Civil Engineering.
21. Ayvazyan S.A., Bukhstaber V.M., Enyukov I.S., Meshalkin L.D. Applied statistics: Classification and Dimension reduction. *Finance and Statistics*. 1989. Moscow.
22. Berikov V.S., Lobov G.S. Modern trends in cluster analysis. All-Russian competitive selection of review and analytical articles in the priority area "Information and telecommunications systems". 2008. Moscow.
23. Gotmaen A.S. Tensor calculus. 2007. Novosibirsk State Academy of Water Transport.
24. Popova N.A. Building a data model using tensor methodology. *Modern problems of science and education*. 2013;5. Academy of Natural Sciences.
25. Buychik A. Updating the parameters of the development of effective economic thought to motivate society to finance innovative activities. *Economy at the Crossroads of Time*. 2021;04(010):7-16. *European Scientific e-Journal*. Ostrava.

#### **ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS**

**Комиссаров Петр Вениаминович**, Executive MBA, аспирант Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, Санкт-Петербург, Российская Федерация, *e-mail*: [KomissarovP@yandex.ru](mailto:KomissarovP@yandex.ru)

**Komissarov Peter Veniaminovich**, Executive MBA, postgraduate student of the Admiral S.O. Makarov State University of the Sea and River Fleet, Saint-Petersburg, Russian Federation

Дата поступления в редакцию: 02.06.2020

После рецензирования: 23.07.2020

Дата принятия к публикации: 03.08.2021



И.В. Калиберда [I.V. Kaliberda]

УДК 519.711.3, 556.3

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.3.3

**ОПИСАНИЕ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ  
БЕРЕЗОВСКОГО УЧАСТКА  
КИСЛОВОДСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
ЛЕЧЕБНЫХ УГЛЕКИСЛЫХ ВОД**

**THE DESCRIPTION AND GEOLOGICAL  
STRUCTURE OF THE BEREZOVSKY SITE OF  
THE KISLOVODSK FIELD OF MEDICINAL  
CARBON DIOXIDE WATERS**

*Северо-Кавказский федеральный университет», Пятигорский институт(филиал) СКФУ в г. Пятигорске, Россия, [kaliberda.igor@ya.ru](mailto:kaliberda.igor@ya.ru)/ North Caucasus Federal University", Pyatigorsk Institute (branch) of NCFU in Pyatigorsk, Russia, [kaliberda.igor@ya.ru](mailto:kaliberda.igor@ya.ru)*

**Аннотация**

*Гидрогеологические исследования минеральных вод актуальны, особенно в целях сохранения минерального ресурса*

**Материалы, методы, результаты и обсуждения**

*Показана важность и необходимость понимания структуры месторождения в организации режима его эксплуатации. Даются краткие исторические сведения о гидрогеологических исследованиях на Кисловодском месторождении минеральных вод. Кисловодское месторождение лечебных углекислых минеральных вод расположено в пределах городской черты. Месторождение подразделяется на пять участков: Подкумский, Центральный, Северный фланг Центрального, Ольховский и Березовский. Описывается геологическое и гидрогеологическое строение Березовского участка месторождения минеральных вод.*

**Заключение**

*Описана структура природной гидрогеологической модели месторождения. Представлены некоторые гидрогеологические параметры березовского участка. Сделан вывод о допустимом понижении уровня для напорных вод.*

**Ключевые слова:** геологическое строение, гидрогеологическое строение, месторождение минеральных вод, допустимое понижение уровня для напорных вод, распределенные системы автоматического управления

**Abstract**

*The importance and necessity of understanding the structure of the field in organizing the mode of its operation is shown.*

**Materials, methods, results and discussions**

*Brief historical information about hydrogeological research at the Kislovodsk mineral water deposit is given. The geological and hydrogeological structure of the Berezovsky area of the mineral water deposit is described.*

**Conclusion**

*The structure of the natural hydrogeological model of the deposit is described. Some hydrogeological parameters of the Berezovsky site are presented. A conclusion is made about the permissible lowering of the level for pressure water.*

**Key words:** geological structure, hydrogeological structure, mineral water deposit, permissible lowering of the level for pressure water, distributed automatic control systems



## **Введение**

Гидрогеологические исследования на Кисловодском месторождении минеральных вод представляют собой ценный ресурс, исследования в этой области актуальны, требуют решения.

## **Материалы и методы исследования**

Объектом исследований является Березовский участок Кисловодского месторождения лечебных углекислых вод, расположенный к югу от г. Кисловодска. Как и многие другие месторождения Березовский участок относится к сложным гидрогеологическим объектам, в связи с чем заслуживает особого внимания со стороны эксплуатационных служб. Обеспечение стабильности работы месторождения требует необходимой информации о его строении и соблюдение режима его эксплуатации. Данное направление исследования обусловлено тем, что за последнее время наметилась тенденция к ухудшению состояния минеральных месторождений в регионе, а это ведет к ухудшению качества воды и разрушению пластов месторождения.

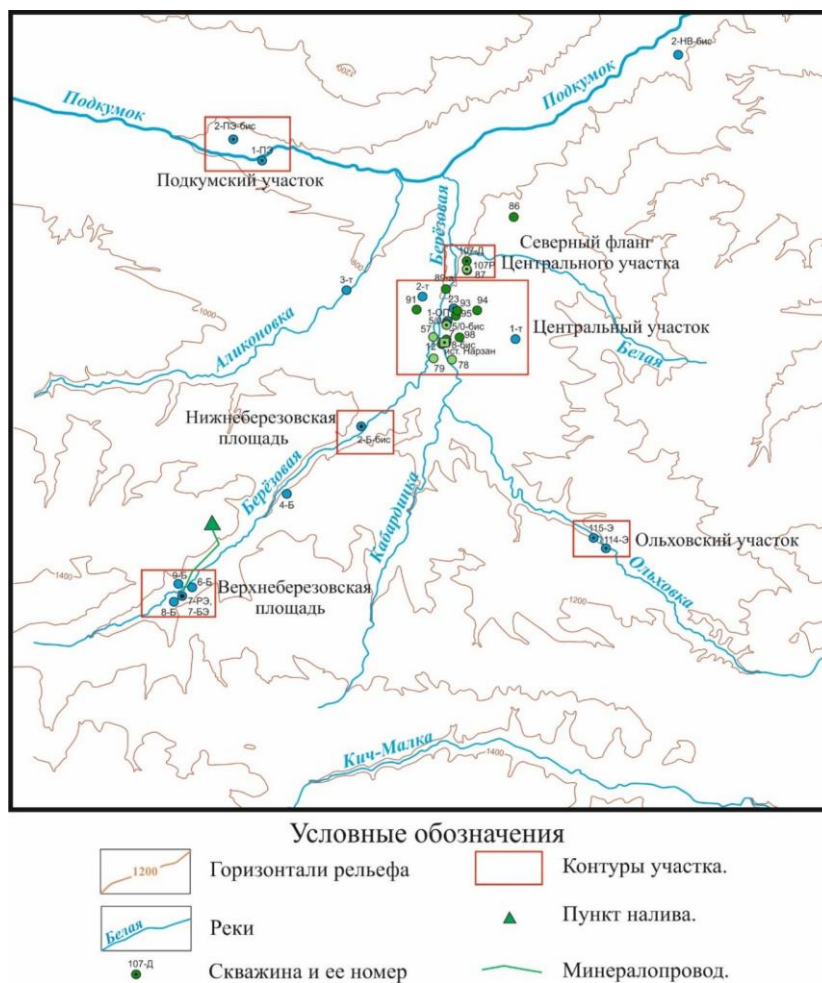
Исходя из степени изученности объекта, можно апеллировать сведениями о геолого-гидрогеологическом строении района, в том числе, данными о строении месторождений подземных вод, находящихся в пределах возможной зоны взаимодействия. Дополнительные работы эксплуатационных организаций, такие как геофизические работы; гидрогеологический мониторинг по сети наблюдательных и эксплуатационных скважин; лабораторные исследования качества минеральных вод и т.д., дают представление о дебите скважины, допустимом понижении динамического уровня, статическом уровне, пьезопродности, радиусе влияния скважин, начальной минерализация, районных темпах снижения уровня [1].

Кисловодское месторождение лечебных углекислых минеральных вод расположено в пределах городской черты. Месторождение подразделяется на пять участков: Подкумский, Центральный, Северный фланг Центрального, Ольховский и Березовский. Схема расположения участков изображена на рисунке 1 [2].

Березовский участок расположен к югу от г. Кисловодск. Участок подразделяется на верхнюю и нижнюю площади, оборудованные скважинами, каптирующими слабо напорный водоносный горизонт терригенной толщи титонских отложений. Название участков дано по принадлежности их соответственно к верховью и устью реки Березовая.

Верхняя площадь выделена по результатам разведочных работ и бурения в 1961 г. скважины № 2-НБ, которая позже была продублирована и заменена скважиной № 7-Б-бис, а еще позже на скважину № 7-РЭ. Верхнеберезовская площадь расположена на расстоянии 8 км к югу от источника «Нарзан» и вскрывает минеральные воды сульфатно-гидрокарбонатного, магниевое-кальциевого состава. Интервал залегания титонского водоносного горизонта в этой части располагается на отметках от 7,0 до 79 м, перекрываясь вверху маломощной толщей четвертичных отложений. Статический уровень имеет отметку 0,2 – 0,4 м ниже поверхности земли.

Верхняя площадь Березовского участка считается основной, на долю которой из общего объема добычи минеральной воды, 300 м<sup>3</sup>/сут., приходится 250 м<sup>3</sup>/сут. Промышленная эксплуатация Березовского участка была начата в 1963 г. На тот момент режимная сеть скважин была достаточно обширной и включала практически всю унаследованную сеть разведочных скважин, пробуренных как на титонский, так и четвертичный водоносные горизонты.



**Рисунок 1. Схема расположения участков Кисловодского месторождения.**

С 1993 г. Березовский участок выведен из эксплуатации. В 1997 г. скважина № 2-Б-бис была перебурена, скважина № 7-БЭ – продублирована, рядом с ней (14 м. к югу) пробурена скважина № 7-РЭ.

Геофизические исследования – оценка технического состояния подземной части скважин – проводились по скважинам №№ 2-Б бис, 7-РЭ, 6-Б, 8-Б, 9-Б (титонский горизонт), 7-Г (грунтовый горизонт).

В августе 2015 г. скважина № 7-Г, каптирующая грунтовые воды была ликвидирована.

Березовский участок Кисловодского месторождения лечебных минеральных углекислых вод морфологически приурочен к Березовскому ущелью (балке) сформировавшейся в результате активной эрозионной деятельности реки Березовая, имеющей довольно глубокий V-образный врез в толщу терригенно-карбонатных отложений мелового возраста, с перепадами высотных отметок до 250 -270 метров. Березовское ущелье вытянуто в субмеридиональном направлении с юго-запада на северо-восток, и имеет протяженность около 20км.

Гидрогеологические исследования на Кисловодском месторождении минеральных вод начали проводиться в конце 50-х – начале 60-х годов. Были пробурены скважины по всей площади участка на глубину до кристаллического фундамента. Результаты этих исследований отражены в отчётах [1, 3]. В результате исследований установлены основные закономерности тектонического и геолого-гидрогеологического строения участка, пространственное распространение минеральных вод, условия формирования химического состава, эксплуатационные запасы.

Геологическое строение Березовского участка. В тектоническом отношении район Березовского участка, как и все Кисловодское месторождение, входит в состав альпийской складчатости, состоящей из двух структурных этажей: кристаллический фундамент и осадочный чехол.

Кристаллический фундамент представлен кристаллическими зеленовато-серыми хлоритово-альбитовыми и слюдяно-хлоритовыми сланцами и осложнен интрузиями кислого состава, преимущественно розовыми крупнозернистыми гранитами.

Осадочный чехол представлен породами, залегающими на кристаллическом фундаменте. Горные породы осадочного чехла залегают в виде моноклинально падающих от 20 до 300 м.

Палеозойская эра (PZ) на территории Березовского участка представлена древними породами кристаллических сланцев нижнего палеозоя (PZ<sub>1</sub>) и гранитами верхнего палеозоя (γPZ), залегающими на глубинах от 80 м до 200 м. Породы довольно сильно метаморфизованы, смяты в складки и разбиты системой тектонических нарушений.

Тоарский ярус (J<sub>1t</sub>) представлен осадочными породами, встречающиеся лишь в верхней (южной) части Березовского ущелья. Севернее они срезаны предтитонской трансгрессией. Это даёт основание считать, что тоарские отложения, залегая на поверхности кристаллического фундамента и выполняя неровности в его рельефе, при последующем размыве образовали линзы, одна из которых и залегают в районе Березовского участка Кисловодского месторождения.

Титонский ярус (J<sub>3tt</sub>) характерен отложениями на размывтой поверхности фундамента. Глубина залегания – от 80 до 200 м. Толща состоит из рыхлых песчаников и глин. Разделяют три толщи отложения: нижнюю, среднюю и верхнюю.

Валанжинский ярус (K<sub>1v</sub>) представляет отложения, доломитизированные известняками, залегающие в толще титона. Отложения выходят на поверхность бортов Березовской балки, образуя, как правило, два обрывистых уступа. В центральной части балки они занимают положение под готеривским ярусом. Известняки располагаются на глубинах от 5 до 200 м.

Кайнозойская эра (KZ) в районе Березовского участка месторождения представлена элювиальными, делювиальными и аллювиальными образованиями верхнечетвертичной системы (Q<sub>IV</sub>), которые распространены вдоль бортов Березовской балки.

В верхней части склонов делювиальные отложения имеют незначительную мощность, а зачастую совсем отсутствуют. Представлены они преимущественно красновато-бурыми суглинками с вкраплениями обломков доломитизированных известняков. Глыб особенно много в средней части долин, там, где склоны их полностью сложены доломитизированными известняками. Здесь эти глыбы зачастую достигают русел рек и, загромождая их, изменяют направление течения рек. Глубина отложений меняется от 0,2 до 70 метров.

Аллювиальные отложения застилают дно рек долины. Представлены они чередующимися глинами, суглинками и гравием. В аллювиальных отложениях встречаются так же валуны различных размеров. В районе р. Берёзовая по подножью правого склона часто встречаются иловато-суглинистые отложения, а также погребённые почвы и травертины. Мощность отложений – не более 20 м.

Изучение гидрогеологических условий производилось на основании бурения и опробования большого количества гидрогеологических скважин. Воды водоносного комплекса в районе Кисловодского месторождения не имеют выдержанного горизонта. По характеру вмещающих пород широким распространением в районе месторождения имеют воды аллювиальных отложений. Воды аллювия играют большую роль в водообильности минеральных углекислых вод.

Отложения готерива-баррема встречаются преимущественно на водораздельных площадях, в русле реки Березовая, а тальвегах временных водотоков они размывы.

Валанжинский водоносный горизонт наиболее водообилен в районе Кисловодского месторождения и характеризуется довольно высокой трещиноватостью и закарстованностью.

Как уже говорилось выше, в юго-западной части месторождения в связи с высокой расчленённостью рельефа, высокой степенью выветрелости пород и крупной трещиноватостью валанжинский горизонт гидравлически связан с водами готерива, баррема и четвертичных отложений, образуя единый валанжин-готерив-баррем-четвертичный водоносный горизонт. Здесь в долинах рек и глубоких балках выходят многочисленные родники с разнообразными дебитами, изменяющимися в широких пределах – от 0,01 до 70 дм<sup>3</sup>/сек. Воды родников преимущественно пресные (до 0,9 г/дм<sup>3</sup>).

Выделяют два типа вод: воды верхнего валанжинского подгоризонта и воды нижнего валанжинского подгоризонта. Воды нижнего валанжинского подгоризонта распространены повсеместно. На березовском участке небольшое повышение минерализации объясняется перетоком в нижневаланжинский подгоризонт более минерализованных вод титонского водоносного горизонта.

В пределах Березовского участка минерализация вод нижневаланжинского подгоризонта изменяется в пределах – от 0,5 г/дм<sup>3</sup> до 2,0 г/дм<sup>3</sup>.

Гидрогеологический мониторинг имеет своей задачей контроль гидродинамических и гидрогеохимических параметров эксплуатации водоносных горизонтов, учет объемов отбираемых гидроресурсов. Контроль экологического состояния охранных зон, поддержание оптимальных режимов эксплуатации скважин и водоносных горизонтов. В рамках исследуемого периода были получены гидрогеологические параметры березовского участка. Режим работы скважин – прерывистый. В зависимости от требуемого объема, отбор производится в течение 12-20 часов, после чего насос отключается. В годовом разрезе водоотбор также является неравномерным. В весенне-летний период он максимален, осенне-зимний – снижается до минимума, при среднегодовой цифре 300 м<sup>3</sup>/сут. Динамика сезонных изменений в значительной степени определяется вопросами маркетинга и в данном случае не конкретизируется.

Опытно-фильтрационные работы на участке «Верхнеберезовская площадь» охватывают период с 03. 2014 г. по 05.2015 г. Откачка производилась из скважины № 7-РЭ, наблюдения велись по скважинам № 7-БЭ, 8-Б, 6-Б. На сегодняшний день имеется всего три наблюдательных скважины: 6-Б, 8-Б, 9-Б, 7-Г – на грунтовый водоносный горизонт и скважиной № 4-Б – на титонский горизонт.

Таким образом, анализ опытно-фильтрационных работ, гидрогеологического мониторинга и режимов эксплуатации Березовского участка, позволяет сделать следующие выводы.

1. Березовский участок представлен двумя независимыми друг от друга площадями: Верхнеберезовской и Нижнеберезовской, которые в свою очередь на имеют гидравлической связи с другими участками Кисловодского месторождения. Их можно рассматривать как самостоятельные «одинокые» водозаборы, и использовать соответствующие расчетные схемы для «одинокых» водозаборов.

2. Судя по характеру графиков временного прослеживания при ОФР. Если принять параметры титонского горизонта по второму, более крутому участку (обобщенные параметры), то обе площади можно рассматривать как схемы «неограниченного в плане пласта».

3. В разрезе обе площади представляют собой трехслойную водоносную систему включающую палеозойский, титонский и валанжин-готерив-баррем-четвертичный водоносные горизонты. Однако, учитывая низкие фильтрационные свойства и водообильность палеозойского водоносного горизонта, можно рассматривать систему как двуслойную. Нижний титонский (рабочий) горизонт представляет собой слабонапорные воды, а верхний – валанжин-готерив-баррем-четвертичный – как единую водоносную толщу грунтовых вод.

4. Гидравлическая связь титонского слабонапорного и грунтового горизонтов существует, и оценивается конкретным параметром перетекания. Учитывая значительную мощность и высокую водообильность грунтовых вод, в расчетах можно рассматривать расчетную схему применительно к условиям постоянного напора в горизонте грунтовых вод.

5. Влияние вод атмосферного генезиса на титонский горизонт имеет место, и это хорошо видно по наблюдательной скважине № 4-Б. В то же время величина этого влияния незначительна. Судя по амплитуде колебаний динамического уровня в скважине № 4-Б величина влияния ограничивается в среднем величиной  $\pm 0,3$  м, что также позволяет не учитывать в расчетах сезонную изменчивость инфильтрационного питания.

6. В гидрогеохимическом плане для Верхнеберезовского участка, помимо временного фактора, отмечена зависимость от режимов эксплуатации скважины, что связано дополнительно и с усилением нисходящих перетоков из грунтовых вод в титонский горизонт. В связи с указанным, требуется постановка задачи прогнозирования минерального состава на перспективу с учетом влияния указанных факторов.

7. Общая газонасыщенность подземных вод складывается из растворенного и спонтанного диоксида углерода. По данным гидрогеологического мониторинга величина газового фактора для Березовского участка не превышает 0,1, в связи с чем, в расчетах его можно не учитывать.

8. По сложности геолого-гидрогеологического строения Березовский участок следует отнести к IV группе сложности. Сложность участка заключается в наличии неоднородности фильтрационных свойств, площадной гидрогеохимической зональности минеральных вод, наличии гидравлической связи рабочего горизонта с вышележащими грунтовыми водами валанжин-готерив-баррем-четвертичным водоносным комплексом.

Проведено обоснование допустимого понижения уровня. Известно, что допустимое понижение уровня для напорных вод может быть принято равной величине сработки пьезометрического уровня. На скважине № 7-РЭ рабочий водоносный горизонт сложен песчано-глинистыми отложениями и покрывается непосредственно четвертичными песчано-глинистыми образованиями. Для таких условий каждая остановка и последующий пуск насоса создают в призабойной зоне скважины серию затухающих синусоидальных гидравлических ударов, в результате которых формируются гидравлические градиенты, превышающие критический уровень, и активизирующих суффозионные процессы. По данным наблюдений, суффозионные процессы проявляются в течение всего 30 – 40 минут после пуска насоса, после чего интенсивность выноса песчаного материала резко сокращается. Активность процессов определяется как мощностью импульса, так и свойствами водонасыщенных грунтов, и если суффозия проявляется интенсивно, то в верхней зоне фильтра происходит формирование водоприемной воронки, а нижняя часть постепенно зарастает песчаным материалом. Если к тому же кровля водоносного горизонта окажется неустойчивой, то возможно ее обрушение со всеми вытекающими последствиями.

В скважине № 7-РЭ проектная конструкция – бесфильтровая. По гидравлическим характеристикам такие скважины являются наиболее удачными, имеют максимальный удельный дебит и производительность, однако при неустойчивой кровле, требуют специальных мероприятий по ее укреплению или предотвращению чрезмерного развития суффозионных процессов.

Эти же исследования показали, что гидравлический радиус скважины № 7-РЭ постоянно растет. Если в 2002 г. величина гидравлического радиуса составляла 1,2 м, то в 2007 г. этот параметр был равен 2,42 м, в 2015 г. – 5,8 м, а в 2016г. – уже 6,8 м. Скважина была оборудована погружным насосом фирмы GRUNDFOS SP 17-200, с частотным преобразователем тока. Это позволило производить плавный запуск насоса и его остановку и практически полностью предотвратило развитие гидравлических ударов. И хотя проблема была решена, проблемы остались, поскольку величина гидравлического радиуса все-таки весьма значительная.

Гидравлический радиус достаточно определяется по данным кустовых опытно-фильтрационных работ [4]. Зона в пределах которой сформировалась область крупнозернистой фракции песчаных отложений, соответствует радиусу водопримной воронки. На рис. 2 изображена расчетная схема для расчета устойчивости кровли водоносного горизонта.

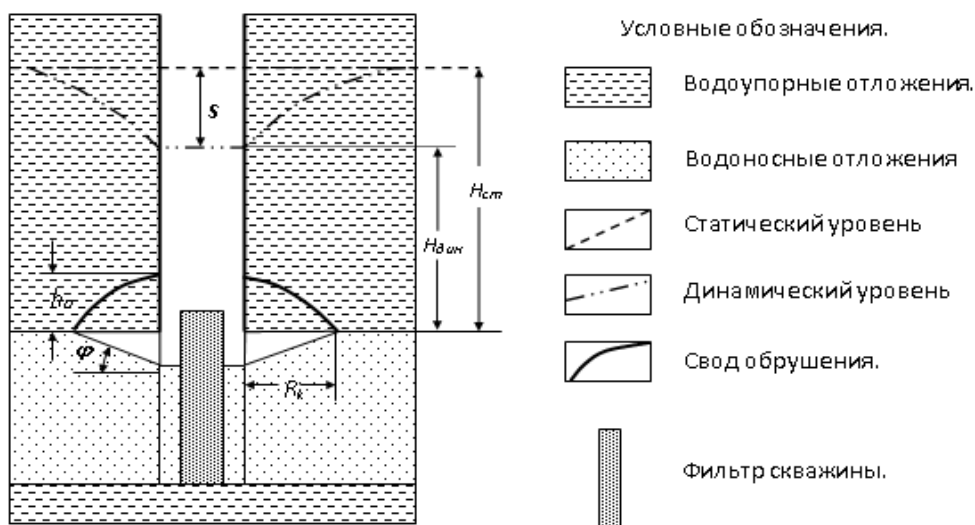


Рисунок 2. Схема для расчета устойчивости кровли скважины 7-РЭ

Расчет устойчивости определил предельное значение понижения:  $S = 20,3$  м. Превышать полученное расчетное понижение нежелательно.

Темпы изменения уровня и минерализации и других параметров эксплуатации установлены на основе многофакторного регрессионного анализа за период 1964–2016 гг. по среднегодовым данным. Удельные дебиты скважин, минерализация, динамические уровни установлены по данным опытно-фильтрационных работ и мониторинговых наблюдений представлены в таблице 1.

Таблица 1. Таблица расчетных параметров «Верхнеберезовский участок»

Расчетные параметры	Обозначение	Единица измерения	Значение
Дебит скважины	$Q$	м <sup>3</sup> /сут	250
Допустимое понижение динамического уровня	$S$	м.	20,3
Статический уровень	$H_{cm}$	Абс. отм, м.	1077,53
Водопроводимость	$km$	м <sup>2</sup> /сут.	12,0
Упругая водоотдача	$\mu^*$	доли ед.	0,019
Параметр перетекания	$b$	сут <sup>-1</sup>	$7,8 \times 10^{-5}$
Пьезопроводность	$a^*$	м <sup>2</sup> /сут.	619
Радиус влияния скважин (средний)	$R$	м.	500
Комплексный параметр*	$k/n_a$	м/сут.	3,76
Активная пористость	$n_a$	доли ед.	0,16
Удельный дебит скв.	$q$	м <sup>2</sup> /сут.	18,0
Эффективная мощность	$m_\varepsilon$	м.	30
Начальная минерализация	$m_0$	г/дм <sup>3</sup>	2,90
Прогнозный срок эксплуатации	$t_k$	сут.	7500
Районные темпы снижения уровня	$V_n$	м/год	+0,077
Районные темпы снижения минерализации	$V_m$	г/дм <sup>3</sup> /год	+0,0007
Районные темпы снижения диоксида углерода.	$V_{CO_2}$	г/дм <sup>3</sup> /год	-0,016

\*-Установлен по трассерным исследованиям 2008 г.

Полученные в результате исследования данные послужат исходными значениями параметров для решения задачи автоматизации процесса управления гидрогеологическим объ-

ектом «Верхнеберезовский участок». Так как месторождение относится к сложным объектам с распределёнными параметрами, то необходим научный подход с применением методик, позволяющих производить анализ управления природными объектами данного типа [5, 6]. Результатом работы будет построение распределенной системы автоматического управления гидрогеологическим объектом, способной координировать параметры добычи минеральной воды и обеспечивающей стабильность эксплуатации данного месторождения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Отчет по переоценке запасов минеральных вод Северного фланга Центрального участка Кисловодского месторождения углекислых минеральных вод по состоянию на 01.11.2018г. [Текст] / А.В. Малков, И.М. Першин, В.Ф. Дубогрей [и др.] // ООО "Нарзан-гидроресурсы". – Кисловодск: 2018. – 1987 с.
2. Малков А.В., Першин И.М., Помеляйко И.С., Уткин В.А., Королев Б.И., Дубогрей В.Ф., Хмель В.В., Першин М.И. Кисловодское месторождение углекислых минеральных вод: системный анализ, диагностика, прогноз, управление / А.В. Малков, И.М. Першин, И.С. Помеляйко [и др.] – М. : Наука, 2015. – 283 с. – ISBN 978-5-02-039162-8 (в пер.).
3. Оценка состояния минеральных подземных вод региона Кавказские Минеральные Воды по данным государственного мониторинга состояния недр / С. В. Спектор, И. Б. Королев, Л. А. Терещенко [и др.] // Разведка и охрана недр. – 2018. – № 11. – С. 47-53.
4. Богомяков, Г.П. Расчет рациональной системы водоотбора глубоких подземных вод [Текст] / Г.П. Богомяков, В.А. Нуднер // Разведка и охрана недр. – 1964. – №5. – С. 143-157.
5. Малков А.В., Першин И.М. Системы с распределенными параметрами. Анализ и синтез. - М.: Научный мир, 2012. –476с.
6. Першин И.М. Синтез систем с распределенными параметрами: проблемы и перспективы // Мехатроника, автоматизация, управление. 2005. №6. С.2-10.

### REFERENCES

1. Otchet po pereocence zapasov mineral'nyh vod Severnogo flanga Central'nogo uchastka Kislovodskogo mestorozhdeniya uglekislyh mineral'nyh vod po so-stoyaniyu na 01.11.2018g. [Report on the revaluation of mineral water reserves of the Northern flank of the Central section of the Kislovodsk deposit of carbonated mineral waters as of 01.11.2018.] [Tekst] / A.V. Malkov, I.M. Pershin, V.F. Dubogrej [i dr.] // ООО "Narzan-gidroresursy". – Kislovodsk: 2018. – 1987 p.
2. Malkov A.V., Pershin I.M., Pomelyajko I.S., Utkin V.A., Korolev B.I., Dubogrej V.F., Hmel' V.V., Pershin M.I. Kislovodskoe mestorozhdenie uglekislyh mineral'nyh vod: sistemnyj analiz, diagnostika, prognoz, upravlenie [Kislovodsk deposit of carbonated mineral waters: system analysis, diagnostics, forecast, management] / A.V. Malkov, I.M. Pershin, I.S. Pomelyajko [i dr.] – М. : Nauka, 2015. – 283 p. – ISBN 978-5-02-039162-8 (v per.).
3. Ocenka sostoyaniya mineral'nyh podzemnyh vod regiona Kavkazskie Mineral'nye Vody po dannym gosudarstvennogo monitoringa sostoyaniya neдр [Assessment of the state of mineral underground waters of the Caucasus Mineral Waters region according to the state monitoring of the state of the subsoil] / S. V. Spektor, I. B. Korolev, L. A. Tereshchenko [i dr.] // Razvedka i ohrana neдр. – 2018. – № 11. – P. 47-53.
4. Bogomyakov, G.P. Raschet racional'noj sistemy vodootbora glubokih podzemnyh vod [Calculation of a rational system of deep groundwater drainage] [Tekst] / G.P. Bogomyakov, V.A. Nudner // Razvedka i ohrana neдр. – 1964. – №5. – P. 143-157.
5. Malkov A.V., Pershin I.M. Sistemy s raspredelennymi parametrami. Analiz i sintez [Systems with distributed parameters. Analysis and synthesis]. - М.: Nauchnyj mir, 2012. –476p.

6. Pershin I.M. Sintez sistem s raspredelennymi parametrami: proble-my i perspektivy [Synthesis of systems with distributed parameters: problems and prospects] // Мекхатроника, avtomatizaciya, upravlenie. 2005. №6. P.2-10.

#### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Калиберда Игорь Владимирович**, заведующий лабораторией, «Северо-Кавказский федеральный университет», Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске – Российская Федерация, 357500, г. Пятигорск, пр. 40 лет Октября, д. 56, e-mail: [kaliberda.igor@ya.ru](mailto:kaliberda.igor@ya.ru).

**Kaliberda Igor Vladimirovich**, Head of the Laboratory, "North Caucasus Federal University", Institute of Service, Tourism and Design (branch) of NCFU in Pyatigorsk-Russian Federation, 357500, Pyatigorsk, 40 let Oktyabrya ave., 56, e-mail: [kaliberda.igor@ya.ru](mailto:kaliberda.igor@ya.ru).

Дата поступления в редакцию: 02.07.2021

После рецензирования: 23.08.2021

Дата принятия к публикации: 03.09.2021



М.В. Валуева [M.V. Valueva]

УДК 004.31  
DOI: 10.37493/2307-910X.2021.3.4**АРХИТЕКТУРЫ УСТРОЙСТВ ДВУМЕРНОЙ  
ФИЛЬТРАЦИЯ ПО МЕТОДУ ВИНОГРАДА  
 $F(2 \times 2, 2 \times 2)$  С ВЫЧИСЛЕНИЯМИ В  
СИСТЕМЕ ОСТАТОЧНЫХ КЛАССОВ****THE DIGITAL FILTERING ARCHITECTURE  
BASED ON THE WINOGRAD METHOD WITH  
CALCULATIONS IN THE RESIDUE NUMBER  
SYSTEM**

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, Россия / Federal State Autonomous Educational Institution for Higher Education «North-Caucasus Federal University», Stavropol, Russia, e-mail: mriya.valueva@mail.ru*

**Аннотация**

Улучшение технических характеристик устройств цифровой обработки сигналов является важной задачей во многих практических задачах. В работе предложены архитектуры устройств для двумерной фильтрации в системе остаточных классов (СОК) с модулями специального вида по методу Винограда. Разработанные архитектуры позволяют сократить задержку устройства и его аппаратные затраты.

**Материалы и методы**

В статье использовались математические методы, а также методы аппаратного моделирования. Теоретический анализ предлагаемых устройств был произведен с помощью абстрактной «unit-gate»-модели.

**Результаты исследования**

В работе проведен теоретический анализ, с использованием «unit-gate»-модели, технических параметров предлагаемых архитектур фильтров для разных наборов модулей СОК. Кроме того, проведено сравнение предложенных разработок с известной реализацией фильтра по методу Винограда в позиционной системе счисления. Результаты теоретического анализа показали, что использование СОК позволяет сократить задержку устройств на 24,79% – 73,31%, а площадь устройства на 17,59% – 58,42%, по сравнению с известной реализацией устройства.

**Обсуждение и заключение**

Результаты исследования могут быть использованы в системах цифровой обработки сигналов для увеличения их производительности и снижения аппаратных затрат. Кроме того, разработанные архитектуры могут быть применены при разработке аппаратных ускорителей сложных систем анализа цифровых сигналов.

**Ключевые слова:** цифровая фильтрация, метод Винограда, система остаточных классов.

**Abstract**

Improving the technical characteristics of digital signal processing devices is an important task in many practical problems. The paper proposes device architectures for two-dimensional filters in a residue number system (RNS) with moduli of a special type according to the Vinograd method. The developed architectures allow to reduce the device delay and its hardware costs.

### **Materials and Methods**

The paper used mathematical methods, as well as methods of hardware modeling. The theoretical analysis of the proposed devices was carried out using an abstract "unit-gate" -model.

### **Results**

The work carried out a theoretical analysis, using a "unit-gate" -model, of the proposed filter architectures technical parameters for different RNS moduli sets. In addition, the proposed developments are compared with the well-known implementation of the filter by the Winograd method in the positional number system. The results of the theoretical analysis showed that the use of RNS can reduce the devices delay by 24.79% - 73.31%, and the device area by 17.59% - 58.42%, in comparison with the known implementation of the device.

### **Discussion and conclusions**

The research results can be used in digital signal processing systems to increase their performance and reduce hardware costs. In addition, the developed architectures can be applied in the development of hardware accelerators for complex digital signals analysis systems.

**Key words:** digital filtering, Winograd Method, Residue Number System.

### **Введение**

Цифровая фильтрация сигналов широко применяется в различных областях: медицина [1, 2], геолокация [3], системы видеонаблюдения [4], контроль качества продукции на производстве [5] и многих других. В перечисленных практических задачах ключевую роль играет производительность. Аппаратная реализация цифровой фильтрации позволяет увеличить быстродействие систем обработки сигналов [6]. Следовательно, улучшение технических характеристик цифровых фильтров является важной задачей.

Основная вычислительная нагрузка при фильтрации заключается в многократном выполнении операции умножения. Одним из подходов к увеличению быстродействия цифрового фильтра является уменьшение количества операций умножения. В работе [7] предложен метод фильтрации Винограда, который позволяет сократить количество умножений в процессе фильтрации, за счет увеличения количества сложений.

Другим подходом к увеличению быстродействия устройств является распараллеливание вычислений. Система остаточных классов (СОК) является непозиционной системой счисления, в которой числа представляются в виде небольших остатков от деления по модулям, а арифметические операции выполняются параллельно по каждому модулю [8]. Авторы статьи [9] предлагают метод построения цифровых фильтров в СОК для автоматизации процесса проектирования устройств и обеспечения эффективного соотношения скорости и энергоэффективности.

В данной работе предлагаются архитектуры устройств двумерной фильтрации по методу Винограда для маски фильтра  $2 \times 2$  с использованием СОК с модулями специального вида  $2^\alpha$  и  $2^\alpha - 1$ , где  $\mathbf{N}$  – множество натуральных чисел. В экспериментальной части статьи проведен теоретический анализ параметров задержки и площади предлагаемых устройств.

Оставшаяся часть статьи организована следующим образом. Во втором разделе представлены особенности цифровой фильтрации в СОК, метод Винограда для двумерной фильтрации, а также предложены архитектуры устройств фильтрации по методу Винограда с вычислениями по модулям  $2^\alpha$  и  $2^\alpha - 1$ . Третий раздел содержит результаты теоретического анализа и сравнение с известным методом. Анализ результатов исследования и выводы представлены в четвертом разделе.

## Материалы и методы исследования

### Цифровая фильтрация в системе остаточных классов

Цифровая фильтрация представляет собой операцию свертки. В случае обработки одномерного сигнала  $x$ , состоящего из  $N$  отсчетов, с помощью фильтра  $f$  размерности  $k$  фильтрация может быть описана следующей формулой:

$$y_l = \sum_{i=0}^{k-1} x_i \cdot f_{j-i}, \quad (1)$$

где  $y$  – обработанный сигнал,  $0 \leq l < N$ . При обработке двумерного сигнала  $X$ , состоящего из  $N \times K$  отсчетов с помощью фильтра  $F$  размерности  $k \times k$  фильтрация будет иметь вид:

$$y_{i,t} = \sum_{i=0}^{k-1} \sum_{j=0}^{k-1} x_{i,j} \cdot F_{i-i,t-j}, \quad (2)$$

где  $0 \leq l < N, 0 \leq t < K$ .

Как видно из формул (1) и (2), фильтрация сигналов содержит в себе операции сложения и умножения. Основная вычислительная нагрузка заключается в многократном выполнении операции умножения. Одним из способов увеличения производительности устройств цифровой фильтрации является выполнение вычислений в СОК.

В СОК числа представляются в базе взаимно-простых чисел, называемых модулями  $\{m_1, \dots, m_\eta\}$ ,  $\text{НОД}(m_i, m_j) = 1$ , для  $i \neq j$ . Произведение всех модулей СОК  $M = \prod_{i=1}^{\eta} m_i$  называется динамическим диапазоном системы. Любое целое число  $0 \leq X < M$  может быть единственным образом представлено в СОК в виде вектора  $\{x_1, x_2, \dots, x_\eta\}$ , где  $x_i = |X|_{m_i}$  [8]. Операции сложения, вычитания и умножения в СОК определяются формулами:

$$\begin{aligned} A \pm B &= (|a_1 \pm b_1|_{m_1}, \dots, |a_\eta \pm b_\eta|_{m_\eta}), \\ A \times B &= (|a_1 \times b_1|_{m_1}, \dots, |a_\eta \times b_\eta|_{m_\eta}). \end{aligned} \quad (3)$$

Восстановление числа  $X$  по остаткам  $\{x_1, x_2, \dots, x_\eta\}$  основано на КТО

$$X = \left| \sum_{i=1}^{\eta} |M_i^{-1}|_{m_i} x_i |M_i|_{m_i} \right|_M, \quad (4)$$

где  $M_i = \frac{M}{m_i}$ . Элемент  $|M_i^{-1}|_{m_i}$  означает мультипликативный обратный элемент для  $M_i$ , по модулю  $m_i$ .

Вид модулей СОК влияет на технические характеристики устройства, такие как производительности, аппаратные затраты и энергопотребление. Модули специального вида  $2^\alpha$  и  $2^\alpha - 1$ ,  $\alpha \in \mathbb{N}$ , где  $\mathbb{N}$  – множество натуральных чисел, позволяют избежать операции деления, которая требует больших вычислительных ресурсов [10].

### Метод фильтрации Винограда

Одномерная фильтрация по методу Винограда в матричной форме имеет вид:

$$z = A^T((Gf) \odot (B^T d)), \quad (5)$$

где оператор  $\odot$  обозначает поэлементное умножение матриц,  $A$ ,  $G$  и  $B$  – матрицы преобразования,  $f$  – маска одномерного фильтра,  $d$  – вектор данных,  $z$  – результат фильтрации [11]. Алгоритм одномерной фильтрации по методу Винограда принято обозначать  $F(n, k)$ , где  $n$  – размер вектора  $z$ , а  $k$  – размер маски фильтра  $f$ .

Двумерная фильтрация по методу Винограда в матричной форме имеет вид [11]:

$$z = A^T((GfG^T) \odot (B^T dB))A, \quad (6)$$

где  $f$ ,  $d$  и  $z$  – двумерные массивы. Алгоритм двумерной фильтрации по методу Винограда принято обозначать  $F(n \times n, k \times k)$ .

Рассмотрим одномерную фильтрацию по методу винограда на примере случая  $F(2,2)$ . Представим векторы  $f$ ,  $d$  и  $z$  в виде полиномов:

$$\begin{aligned} f(x) &= f_1x + f_0, \\ z(x) &= z_1x + z_0, \\ d(x) &= d_2x^2 + d_1x + d_0. \end{aligned} \tag{7}$$

Тогда фильтрация может быть представлена в виде произведения полиномов:

$$d(x) = f(x)z(x). \tag{8}$$

Введем многочлен  $m(x)$  степени 4, тогда  $d(x)$  может быть представлен в виде остатка от деления по модулю  $m(x)$

$$d(x) = f(x)z(x) \bmod m(x). \tag{9}$$

Если заменить  $m(x)$  степени 4 на полином степени 3, то

$$d(x) = f(x)z(x) \bmod m(x) + R_{m(x)}[d(x)]. \tag{10}$$

где  $R_{m(x)}[d(x)]$  – остаток от деления  $d(x)$  на  $m(x)$ .

Выберем многочлен  $m(x) = m^{(0)}(x)m^{(1)}(x)m^{(2)}(x) = x(x-1)(x-\infty)$ , где  $(x-\infty)$  соответствует  $R_{m(x)}[d(x)]$ . Тогда остатки от деления  $f(x)$  на  $m^{(i)}(x)$  равны

$$\begin{aligned} f^0(x) &= f(x) \bmod m^{(0)}(x) = f_0, \\ f^1(x) &= f(x) \bmod m^{(1)}(x) = f_0 + f_1, \\ f^2(x) &= f(x) \bmod m^{(2)}(x) = f_1. \end{aligned} \tag{11}$$

А остатки от деления  $z(x)$  на  $m^{(i)}(x)$  равны

$$\begin{aligned} z^0(x) &= z(x) \bmod m^{(0)}(x) = z_0, \\ z^1(x) &= z(x) \bmod m^{(1)}(x) = z_0 + z_1, \\ z^2(x) &= z(x) \bmod m^{(2)}(x) = z_1. \end{aligned} \tag{12}$$

Матрица преобразования  $A$  составляется из коэффициентов при остатках от деления  $z(x)$  на  $m^{(i)}(x)$  и имеет следующий вид:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}. \tag{13}$$

Пусть  $M^{(i)}(x) = \frac{m(x)}{m^{(i)}(x)}$ , тогда

$$\begin{aligned} M^{(0)}(x) &= x - 1, \\ M^{(1)}(x) &= x, \\ m(x) &= x^2 - x. \end{aligned} \tag{14}$$

Матрица преобразования  $B$  составляется из коэффициентов полиномов  $M^{(i)}(x)$  и  $m(x)$ , так что коэффициенты  $M^{(i)}(x)$  соответствуют  $i$ -му столбцу матрицы  $B$ .

$$B = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \tag{15}$$

В соответствии с КТО [7], нужно подобрать такие  $h^{(i)}(x)$  и  $H^{(i)}(x)$ , что  $h^{(i)}(x)m^{(i)}(x) + H^{(i)}(x)M^{(i)}(x) = 1$ :

$$\begin{aligned} h^{(0)}(x) &= 1, H^{(0)}(x) = -1; \\ h^{(1)}(x) &= -1, H^{(1)}(x) = 1. \end{aligned} \tag{16}$$

Матрица преобразования  $G$  составляется из коэффициентов остатков от деления  $f^{(i)}(x)$ , умноженных на  $H^{(i)}(x)$ :

$$G = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}. \tag{17}$$

Для двумерной фильтрации  $F(2 \times 2, 2 \times 2)$  вычисления производятся по формуле (6). Далее представлены архитектуры устройств двумерной фильтрации по методу Винограда  $F(2 \times 2, 2 \times 2)$  с вычислениями в СОК.

### Предлагаемая архитектура устройства фильтрации по методу Винограда в системе остаточных классов

Разделим двумерный сигнал  $x$  на фрагменты  $d$  размера  $m \times m$ ,  $m > k$ . Каждый фрагмент обрабатывается фильтром  $f$  размерности  $k \times k$  по методу Винограда  $F(n \times n, k \times k)$  с шагом  $n$  по каждому измерению. В случае  $F(2 \times 2, 2 \times 2)$  двумерный сигнал  $x$  разделяется на фрагменты размера  $3 \times 3$  и обработка производится с шагом 2. На рисунке 1 представлена схема процесса фильтрации фрагмента  $d$  по методу Винограда  $F(2 \times 2, 2 \times 2)$ .

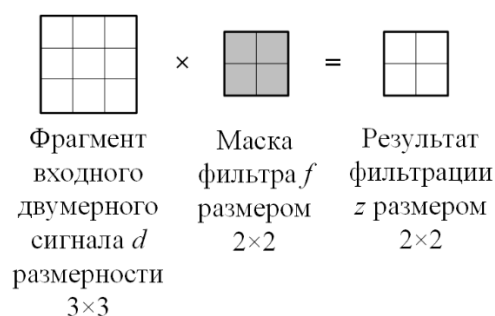


Рисунок 1. Схема фильтрации фрагмента по методу Винограда

Процедура двумерной фильтрации по методу Винограда, описанная формулой (6), производит обработку сигнала в несколько этапов. Результат преобразования маски фильтра обозначим как  $U = GfG^T$ . Так как коэффициенты фильтра являются константами, то данное преобразование может быть выполнено один раз предварительно, а значит не несет в себе вычислительной нагрузки. Результат преобразования входных данных  $d$  обозначим как  $V = B^T dB$ , а результат поэлементного умножения матриц как  $M = U \odot V$ . Тогда, учитывая введенные обозначения, формула (6) принимает вид  $z = A^T M A$ .

При фильтрации методом Винограда  $F(2 \times 2, 2 \times 2)$  матрица  $V$  формируется следующим образом:

$$V = \begin{bmatrix} d_{0,0} - d_{1,0} - d_{0,1} + d_{1,1} & -d_{1,0} + d_{1,1} & d_{1,0} - d_{1,1} - d_{0,2} + d_{1,2} \\ -d_{1,0} + d_{0,1} & d_{0,1} & -d_{0,1} + d_{1,2} \\ d_{1,0} - d_{2,0} - d_{1,1} + d_{2,1} & -d_{1,1} + d_{2,1} & d_{1,1} - d_{2,1} - d_{1,2} + d_{2,2} \end{bmatrix}, \quad (18)$$

а матрица итогового преобразования  $M$ :

$$z = \begin{bmatrix} M_{0,0} + M_{1,0} + M_{0,1} + M_{1,1} & M_{0,1} + M_{1,1} + M_{0,2} + M_{1,2} \\ M_{1,0} + M_{2,0} + M_{1,1} + M_{2,1} & M_{1,1} + M_{2,1} + M_{1,2} + M_{2,2} \end{bmatrix}. \quad (19)$$

Сложение нескольких чисел по модулю  $2^\alpha$  и  $2^\alpha - 1$  предлагается производить с помощью сумматора по модулю со множественным входом, введем для них обозначения  $МОМА_{2^\alpha}$  и  $МОМА_{2^\alpha-1}$  соответственно (Рисунок 2). Данные устройства состоят из дерева сумматоров с сохранением переноса (Carry-Save Adder, CSA) и сумматора Когге-Стоуна (Kogge-Stone Adder, KSA). На вход устройств поступает вектор  $P = \{P_0, P_1, \dots, P_\beta\}$ , а на выходе формируется сумма  $S$ . Для вычислений по модулю  $2^\alpha - 1$  используется техника циклического переноса старших бит (End-Around-Carry, EAC) [10].



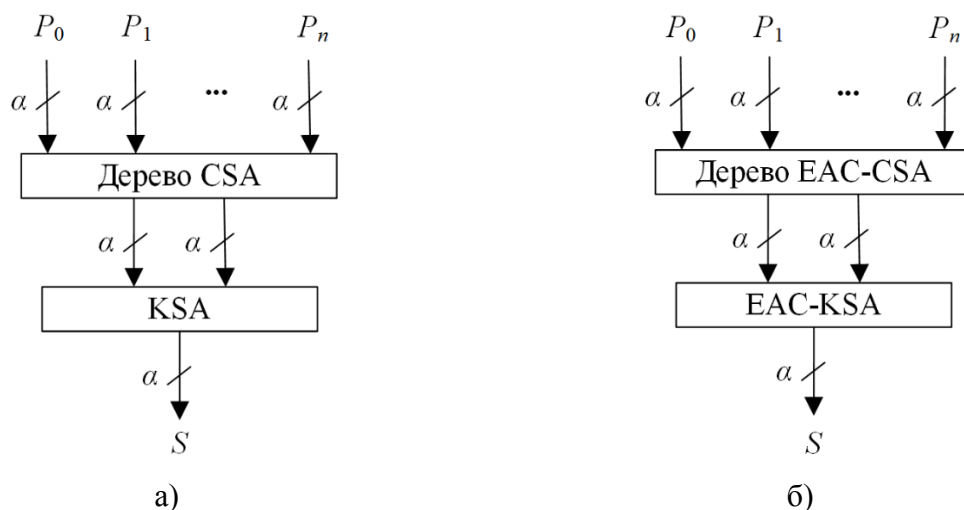


Рисунок 2. Схема сумматора по модулю с множественным входом MOMA: а) по модулю  $2^\alpha$  ( $MOMA_{2^\alpha}$ ); б) по модулю  $2^\alpha - 1$  ( $MOMA_{2^\alpha-1}$ ).

Элементы матрицы  $V$  по модулю  $2^\alpha$  вычисляются с помощью устройства  $MOMA_{2^\alpha}$  (Рисунок 2а). Представление отрицательных чисел по модулю  $2^\alpha$  требует их преобразования в дополнительный код, то есть инверсии числа и добавления единицы. Следовательно, для вычисления элемента  $V_{i,j}$  по модулю  $2^\alpha$ , на вход  $MOMA_{2^\alpha}$  подается вектор данных  $D^{i,j}$  и корректирующий коэффициент  $C^{i,j}$ , равный количеству отрицательных чисел, где  $0 \leq i \leq 2$  и  $0 \leq j \leq 2$ . Исключением является элемент  $V_{1,1} = D^{1,1} = d_{0,1}$ , который не требует выполнения вычислений. Таким образом устройство преобразования данных по модулю  $2^\alpha$  (обозначим его  $DT_{2^\alpha}$ ) состоит из восьми устройств  $MOMA_{2^\alpha}$ , на входы которых поступают следующие данные:

$$\begin{aligned}
 D^{0,0} &= \{d_{0,0}, \overline{d_{1,0}}, \overline{d_{0,1}}, d_{1,1}\}, C^{0,0} = 2; \\
 D^{0,1} &= \{\overline{d_{1,0}}, d_{1,1}\}, C^{0,1} = 1; \\
 D^{0,2} &= \{d_{1,0}, \overline{d_{1,1}}, \overline{d_{0,2}}, d_{1,2}\}, C^{0,2} = 2; \\
 D^{1,0} &= \{\overline{d_{1,0}}, d_{0,1}\}, C^{1,0} = 1; \\
 D^{1,2} &= \{\overline{d_{0,1}}, d_{1,2}\}, C^{1,2} = 1; \\
 D^{2,0} &= \{d_{1,0}, \overline{d_{2,0}}, \overline{d_{1,1}}, d_{2,1}\}, C^{2,0} = 2; \\
 D^{2,1} &= \{\overline{d_{1,1}}, d_{2,1}\}, C^{2,1} = 1; \\
 D^{2,2} &= \{d_{1,1}, \overline{d_{2,1}}, \overline{d_{1,2}}, d_{2,2}\}, C^{2,2} = 2.
 \end{aligned} \tag{20}$$

Вычисление элементов матрицы  $V$  по модулю  $2^\alpha - 1$  требует представления отрицательных чисел в обратном коде, то есть выполнения инверсии числа, следовательно, корректирующие константы не участвуют в вычислениях. Как видно из (20), устройство преобразования данных по модулю  $2^\alpha - 1$  (обозначим его  $DT_{2^\alpha-1}$ ) состоит из четырех устройств  $MOMA_{2^\alpha-1}$ , на входы которых поступают векторы  $D^{0,0}$ ,  $D^{0,2}$ ,  $D^{2,0}$  и  $D^{2,2}$ , и из четырех EAC-KSA, на входы которых подаются векторы из двух элементов  $D^{0,1}$ ,  $D^{1,0}$ ,  $D^{1,2}$  и  $D^{2,1}$ .

Устройства поэлементного умножения матриц  $U$  и  $V$  по модулям  $2^\alpha$  и  $2^\alpha - 1$  состоят из девяти умножителей  $MUL_{2^\alpha}$  и  $MUL_{2^\alpha-1}$  соответственно, представленных на Рисунке 3. Умножитель  $MUL_{2^\alpha}$  состоит из генератора частичных произведений по модулю  $2^\alpha$   $PPG_{2^\alpha}$ , который сформирован из массива вентилей AND [12] и  $MOMA_{2^\alpha}$ . Устройство  $MUL_{2^\alpha-1}$  состоит из генератора частичных произведений по модулю  $2^\alpha - 1$   $PPG_{2^\alpha-1}$ , использующего технику EAC, и  $MOMA_{2^\alpha-1}$ . Обозначим устройство поэлементного умножения по модулю  $2^\alpha$  как  $EWM_{2^\alpha}$ , а по модулю  $2^\alpha - 1$  как  $EWM_{2^\alpha-1}$ . На выходах данных устройств формируется матрица  $M$ .

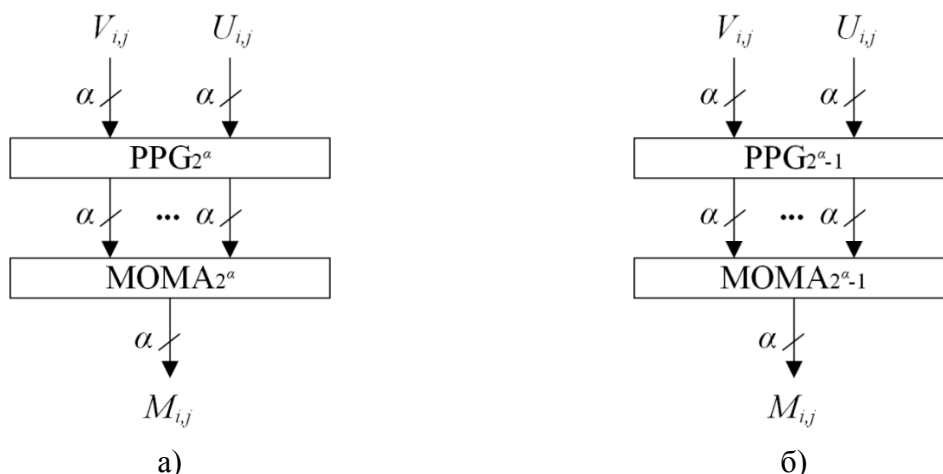


Рисунок 3. Схема умножителя MUL: а) по модулю  $2^\alpha$  ( $MUL_{2^\alpha}$ ); б) по модулю  $2^\alpha - 1$  ( $MUL_{2^\alpha-1}$ ).

Матрица  $z$  формируется с помощью устройств итогового преобразования по модулям  $2^\alpha$  и  $2^\alpha - 1$ , введем для них обозначения  $FT_{2^\alpha}$  и  $FT_{2^\alpha-1}$ . Устройство  $FT_{2^\alpha}$  состоит из четырех  $MOMA_{2^\alpha}$ , на входы которых поступают векторы  $R^{i,j}$ :

$$\begin{aligned}
 R^{0,0} &= \{M_{0,0}, M_{1,0}, M_{0,1}, M_{1,1}\}, \\
 R^{0,1} &= \{M_{0,1}, M_{1,1}, M_{0,2}, M_{1,2}\}, \\
 R^{1,0} &= \{M_{1,0}, M_{2,0}, M_{1,1}, M_{2,1}\}, \\
 R^{1,1} &= \{M_{1,1}, M_{2,1}, M_{1,2}, M_{2,2}\}.
 \end{aligned}
 \tag{21}$$

а на выходе формируется  $z_{i,j}$ , где  $0 \leq i \leq 2$  и  $0 \leq j \leq 2$ . Устройство  $FT_{2^\alpha-1}$  состоит из четырех  $MOMA_{2^\alpha-1}$ , на входы которых также поступают векторы  $R^{i,j}$ .

Таким образом, устройство  $F(2 \times 2, 2 \times 2)_{2^\alpha}$  для фильтрации по методу Винограда по модулю  $2^\alpha$  состоит из устройства преобразования данных  $DT_{2^\alpha}$ , устройства для поэлементного умножения матриц  $MUL_{2^\alpha}$  и устройства итогового преобразования  $FT_{2^\alpha}$  (Рисунок 4). На вход данного устройства подается фрагмент данных  $|d|_{2^\alpha}$ , а на выходе формируется результат фильтрации данного фрагмента  $|z|_{2^\alpha}$ . Устройство  $F(2 \times 2, 2 \times 2)_{2^\alpha-1}$  для фильтрации по методу Винограда по модулю  $2^\alpha - 1$  имеет схожую структуру и состоит из блоков  $DT_{2^\alpha-1}$ ,  $MUL_{2^\alpha-1}$  и  $FT_{2^\alpha-1}$  (Рисунок 5). На вход устройства поступает фрагмент данных  $|d|_{2^\alpha-1}$ , а на выходе формируется обработанный фрагмент  $|z|_{2^\alpha-1}$ .

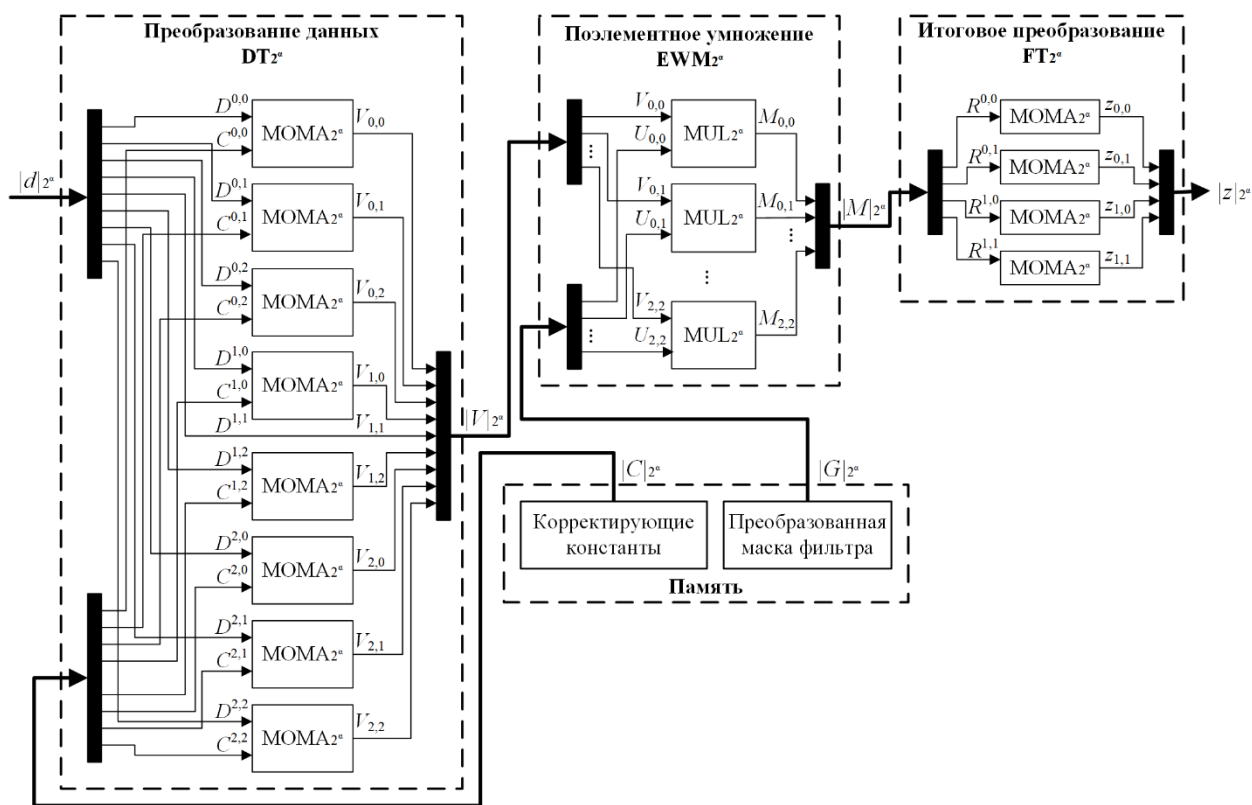


Рисунок 4. Устройство  $F(2 \times 2, 2 \times 2)_{2^\alpha}$  для двумерной фильтрации по методу Винограда по модулю  $2^\alpha$ .

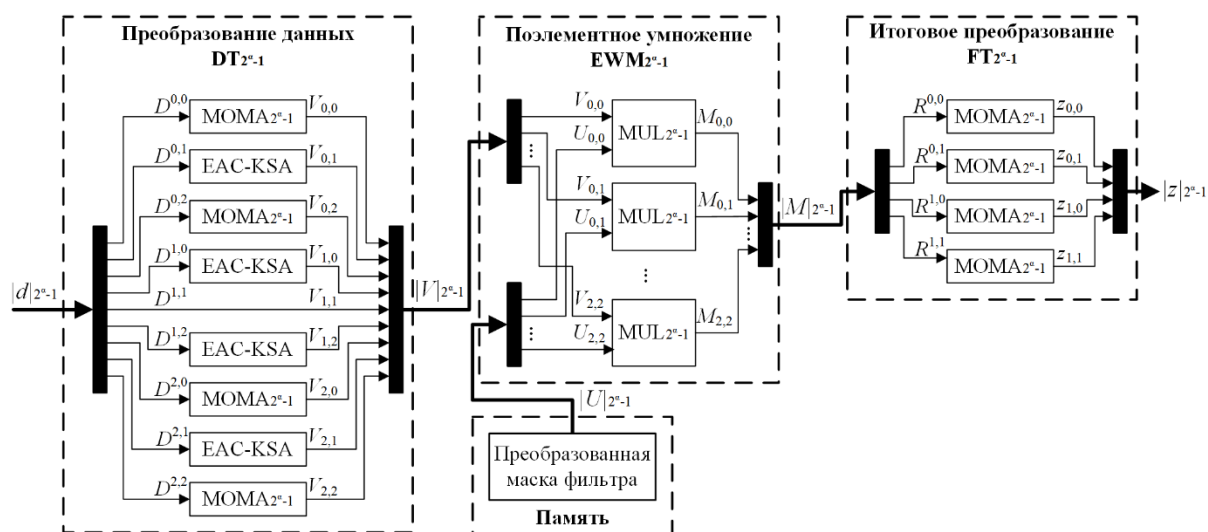


Рисунок 5. Устройство  $F(2 \times 2, 2 \times 2)_{2^\alpha-1}$  для двумерной фильтрации по методу Винограда по модулю  $2^\alpha - 1$ .

Далее представлены результаты теоретического анализа технических параметров предлагаемых устройств фильтрации по методу Винограда с использованием арифметики СОК.

**Результаты исследования**

Для оценки параметров предлагаемых цифровых устройств будем использовать абстрактную модель подсчета задержки и площади, известную как «unit-gate»-модель [13]. Если обозначить рассчитанную по указанной модели задержку логического устройства  $U_{delay}$ , а



площадь логического устройства обозначить  $U_{area}$ , то будем иметь следующее описание для логических вентилей:

$$\begin{aligned} U_{delay}(NOT) &= 0, U_{area}(NOT) = 0; \\ U_{delay}(AND) &= 1, U_{area}(AND) = 1; \\ U_{delay}(OR) &= 1, U_{area}(OR) = 1; \\ U_{delay}(XOR) &= 2, U_{area}(XOR) = 2; \\ U_{delay}(XNOR) &= 2, U_{area}(XNOR) = 2. \end{aligned} \quad (22)$$

Тогда в соответствии с (22) параметры сумматора  $MOMA_{2^\alpha}$  имеют вид, где  $N$  – количество слагаемых [14]:

$$\begin{aligned} U_{delay}(MOMA_{2^\alpha}) &= 6,8\log_2 N + 2\log_2 \alpha + 4, \\ U_{area}(MOMA_{2^\alpha}) &= 3\alpha\log_2 \alpha + 7\alpha N - 11\alpha + 1. \end{aligned} \quad (23)$$

Аналогично, параметры сумматора  $MOMA_{2^{\alpha-1}}$  могут быть представлены в виде [14]:

$$\begin{aligned} U_{delay}(MOMA_{2^{\alpha-1}}) &= 6,8\log_2 N + 2\log_2 \alpha + 4, \\ U_{area}(MOMA_{2^{\alpha-1}}) &= 3\alpha\log_2 \alpha + 7\alpha N - 8\alpha. \end{aligned} \quad (24)$$

Устройство преобразования данных  $DT_{2^\alpha}$  содержит четыре сумматора  $MOMA_{2^\alpha}$ , на вход которых поступает пять слагаемых, и четыре  $MOMA_{2^\alpha}$ , на вход которых поступает три слагаемых. Тогда, принимая во внимание (23), параметры устройства  $DT_{2^\alpha}$  рассчитываются следующим образом:

$$\begin{aligned} U_{delay}(DT_{2^\alpha}) &= 6,8\log_2 5 + 2\log_2 \alpha + 4 \approx 2\log_2 \alpha + 24,4, \\ U_{area}(DT_{2^\alpha}) &= 24\alpha\log_2 \alpha + 136\alpha + 8. \end{aligned} \quad (25)$$

Устройство преобразования данных  $DT_{2^{\alpha-1}}$  состоит из четырех сумматоров  $MOMA_{2^{\alpha-1}}$ , на вход которых подается четыре слагаемых, и четыре сумматора EAC-KSA. Тогда, на основании (22) и (24), параметры устройства  $DT_{2^{\alpha-1}}$  равны:

$$\begin{aligned} U_{delay}(DT_{2^{\alpha-1}}) &= 6,8\log_2 5 + 2\log_2 \alpha + 4 \approx 2\log_2 \alpha + 24,4, \\ U_{area}(DT_{2^{\alpha-1}}) &= 24\alpha\log_2 \alpha + 160\alpha. \end{aligned} \quad (26)$$

Умножитель MUL состоит из генератора частичных произведений PPG и блока МОМА на  $\alpha$  входов. Генератор частичных произведений  $PPG_{2^\alpha}$  имеет следующие параметры задержки и площади

$$\begin{aligned} U_{delay}(PPG_{2^\alpha}) &= 0,5\alpha^2 + 0,5\alpha, \\ U_{area}(PPG_{2^\alpha}) &= 0,5\alpha^2 + 0,5\alpha. \end{aligned} \quad (27)$$

Генератор частичных произведений  $PPG_{2^{\alpha-1}}$  имеет следующие параметры:

$$\begin{aligned} U_{delay}(PPG_{2^{\alpha-1}}) &= \alpha^2, \\ U_{area}(PPG_{2^{\alpha-1}}) &= \alpha^2. \end{aligned} \quad (28)$$

Тогда, учитывая (23) и (27), умножитель  $MUL_{2^\alpha}$  имеет следующие параметры:

$$\begin{aligned} U_{delay}(MUL_{2^\alpha}) &= 8,8\log_2 \alpha + 0,5\alpha^2 + 0,5\alpha + 4, \\ U_{area}(MUL_{2^\alpha}) &= 3\alpha\log_2 \alpha + 7,5\alpha^2 - 10,5\alpha + 1. \end{aligned} \quad (29)$$

А умножитель  $MUL_{2^{\alpha-1}}$ , на основании (24) и (28) имеет параметры:

$$\begin{aligned} U_{delay}(MUL_{2^{\alpha-1}}) &= 8,8\log_2 \alpha + \alpha^2 + 4, \\ U_{area}(MUL_{2^{\alpha-1}}) &= 3\alpha\log_2 \alpha + 8\alpha^2 - 8\alpha. \end{aligned} \quad (30)$$

Устройство поэлементного умножения матриц  $EWM_{2^\alpha}$  состоит из девяти умножителей  $MUL_{2^\alpha}$ , имеющих параметры (29). Устройство  $EWM_{2^\alpha}$  имеет следующие параметры:

$$\begin{aligned} U_{delay}(EWM_{2^\alpha}) &= 8,8\log_2 \alpha + 0,5\alpha^2 + 0,5\alpha + 4 \\ U_{area}(EWM_{2^\alpha}) &= 27\alpha\log_2 \alpha + 67,5\alpha^2 - 90,5\alpha + 9 \end{aligned} \quad (31)$$

Устройство  $EWM_{2^{\alpha-1}}$  состоит из девяти умножителей  $MUL_{2^{\alpha-1}}$ , имеющих параметры (30), следовательно, его параметры можно представить как:

$$\begin{aligned} U_{delay}(EWM_{2^{\alpha-1}}) &= 8,8\log_2 \alpha + \alpha^2 + 4 \\ U_{area}(EWM_{2^{\alpha-1}}) &= 27\alpha\log_2 \alpha + 72\alpha^2 - 72\alpha \end{aligned} \quad (32)$$

Устройство итогового преобразования  $FT_{2^\alpha}$  состоит из четырех устройств  $MOMA_{2^\alpha}$ , на вход которых поступают четыре слагаемых. Тогда, учитывая параметры  $MOMA_{2^\alpha}$  (23), устройство  $FT_{2^\alpha}$  имеет следующие параметры:

$$\begin{aligned} U_{delay}(FT_{2^\alpha}) &= 6,8\log_2 4 + 2\log_2 \alpha + 4 = 2\log_2 \alpha + 17,6 \\ U_{area}(FT_{2^\alpha}) &= 12\alpha\log_2 \alpha + 68\alpha + 4 \end{aligned} \quad (33)$$

Аналогично, устройство  $FT_{2^{\alpha-1}}$  состоит из четырех устройств  $MOMA_{2^{\alpha-1}}$ , на вход которых поступают четыре слагаемых. Учитывая параметры  $MOMA_{2^{\alpha-1}}$  (24), устройство  $FT_{2^{\alpha-1}}$  имеет следующие параметры:

$$\begin{aligned} U_{delay}(FT_{2^{\alpha-1}}) &= 6,8\log_2 4 + 2\log_2 \alpha + 4 = 2\log_2 \alpha + 17,6 \\ U_{area}(FT_{2^{\alpha-1}}) &= 12\alpha\log_2 \alpha + 80\alpha \end{aligned} \quad (34)$$

Принимая во внимание параметры устройств  $DT_{2^\alpha}$ ,  $EWM_{2^\alpha}$  и  $FT_{2^\alpha}$  – (25), (31), (34), устройство фильтрации по методу Винограда  $F(2 \times 2, 2 \times 2)_{2^\alpha}$  с вычислениями по модулю  $2^\alpha$  имеет следующие параметры задержки и площади:

$$\begin{aligned} U_{delay}(F(2 \times 2, 2 \times 2)_{2^\alpha}) &= U_{delay}(DT_{2^\alpha}) + U_{delay}(EWM_{2^\alpha}) + U_{delay}(FT_{2^\alpha}) = \\ &= 12,8\log_2 \alpha + 0,5\alpha^2 + 0,5\alpha + 46 \\ U_{area}(F(2 \times 2, 2 \times 2)_{2^\alpha}) &= U_{area}(DT_{2^\alpha}) + U_{area}(EWM_{2^\alpha}) + U_{area}(FT_{2^\alpha}) = \\ &= 63\alpha\log_2 \alpha + 67,5\alpha^2 - 113,5\alpha + 21 \end{aligned} \quad (35)$$

Принимая во внимание параметры блоков  $DT_{2^{\alpha-1}}$ ,  $EWM_{2^{\alpha-1}}$  и  $FT_{2^{\alpha-1}}$  – (26), (32), (35), устройство фильтрации по методу Винограда  $F(2 \times 2, 2 \times 2)_{2^{\alpha-1}}$  с вычислениями по модулю  $2^\alpha - 1$  имеет следующие параметры задержки и площади:

$$\begin{aligned} U_{delay}(F(2 \times 2, 2 \times 2)_{2^{\alpha-1}}) &= \\ &= U_{delay}(DT_{2^{\alpha-1}}) + U_{delay}(EWM_{2^{\alpha-1}}) + U_{delay}(FT_{2^{\alpha-1}}) = \\ &= 12,8\log_2 \alpha + \alpha^2 + 46 \\ U_{area}(F(2 \times 2, 2 \times 2)_{2^{\alpha-1}}) &= \\ &= U_{delay}(DT_{2^{\alpha-1}}) + U_{delay}(EWM_{2^{\alpha-1}}) + U_{delay}(FT_{2^{\alpha-1}}) = \\ &= 63\alpha\log_2 \alpha + 72\alpha^2 + 168\alpha \end{aligned} \quad (36)$$

На основании параметров устройств  $F(2 \times 2, 2 \times 2)_{2^\alpha}$  и  $F(2 \times 2, 2 \times 2)_{2^{\alpha-1}}$ , представленных в (35) и (36), были рассчитаны параметры задержки и площади предлагаемого устройства фильтрации по методу Винограда с различными наборами модулей СОК, представленными в Таблице 1, которые соответствуют различным разрядностям входных данных.

Таблица 1. Модули СОК

Разрядность фильтра, бит	Набор модулей СОК	Динамический диапазон СОК
8	$\{2^5, 2^3 - 1, 2^2 - 1\}$	672
16	$\{2^8, 2^5 - 1, 2^4 - 1\}$	119040
32	$\{2^{12}, 2^{11} - 1, 2^{10} - 1\}$	8577355776
64	$\{2^{23}, 2^{22} - 1, 2^{20} - 1\}$	36893444166962380800

Проведено сравнение предлагаемой архитектуры фильтра с вычислениями в СОК и известной архитектуры фильтра с вычислениями в ПСС [15]. Результаты расчета параметров задержки и площади представлены в Таблице 2.

Таблица 2. Параметры задержки и площади устройств для двумерной фильтрации по методу Винограда

Разрядность фильтра, бит	Задержка			Площадь		
	Предлагаемые архитектуры	[15]	Разница, %	Предлагаемые архитектуры	[15]	Разница, %

8	91	121	24,79	4075	4945	17,59
16	121	234	48,29	10645	19517	45,46
32	212	638	66,77	35021	75589	53,67
64	588	2203	73,31	122004	293429	58,42

### Обсуждение и заключение

В работе предлагаются архитектуры устройств для двумерной фильтрации по методу Винограда  $F(2 \times 2, 2 \times 2)$  с вычислениями в СОК с модулями специального вида  $2^\alpha$  и  $2^\alpha - 1$ . Для каждого вида модулей предлагается отдельная архитектура фильтра. Был проведен теоретический анализ параметров задержки и площади предлагаемых устройств на основе «unit-gate»-модели с использованием различных наборов модулей СОК. Результаты анализа параметров предлагаемых устройств показали, что использование СОК позволяет сократить задержку устройств на 24,79% – 73,31%, а площадь устройства на 17,59% – 58,42%, по сравнению с известной реализацией устройства на основе ПСС.

Результаты данного исследования могут быть применены для улучшения технических характеристик устройств цифровой обработки сигналов, а также в системах интеллектуального анализа сигналов для предобработки данных. Интересным направлением будущих исследований является применение описанных подходов к реализации фильтров для проектирования устройств фильтрации по методу Винограда для других размерностей масок фильтров  $F(n \times n, k \times k)$  и их применение в сверточных слоях сверточных нейронных сетей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Bui, N.T. Real-Time Filtering and ECG Signal Processing Based on Dual-Core Digital Signal Controller System / N.T. Bui, et al. // IEEE Sensors Journal. – 2020. – vol. 20, no. 12. – P. 6492-6503. – DOI: 10.1109/JSEN.2020.2975006.
2. Deng, Z. Transductive Joint-Knowledge-Transfer TSK FS for Recognition of Epileptic EEG Signals / Z. Deng, P. Xu, L. Xie, K.-S. Choi, S. Wang // IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering. – 2018. – vol. 26, no. 8. – P. 1481-1494. – DOI: 10.1109/TNSRE.2018.2850308.
3. Kamirul, K. Automatic Ship Recognition Chain on Satellite Multispectral Imagery / K. Kamirul, W. Hasbi, P.R. Hakim, A.H. Syafrudin // IEEE Access. – 2020. – vol. 8. – P. 221918-221931. – DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3042702.
4. Wang, G. Background Modeling and Referencing for Moving Cameras-Captured Surveillance Video Coding in HEVC / G. Wang, B. Li, Y. Zhang, J. Yang // IEEE Transactions on Multimedia. – 2018. – vol. 20, no. 11, P. 2921-2934. – DOI: 10.1109/TMM.2018.2829163.
5. Alonzo, L.M.B. A Machine Learning Approach for Coconut Sugar Quality Assessment and Prediction / L.M.B. Alonzo, F.B. Chioson, H.S. Co, N.T. Bugtai, R.G. Baldovino // 2018 IEEE 10th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management (HNICEM). – 2018. – P. 1-4. – DOI: 10.1109/HNICEM.2018.8666315.
6. Lu, J. Real-Time FPGA-Based Digital Signal Processing and Correction for a Small Animal PET / J. Lu et al. // IEEE Transactions on Nuclear Science. – 2019. – vol. 66, no. 7. – P. 1287-1295. DOI: 10.1109/TNS.2019.2908220.
7. Winograd S. Arithmetic complexity of computations. Si-am; 1980: 33. DOI: 10.1137/1.9781611970364.
8. Omondi, A. Residue Number Systems: Theory and Implementation / A. Omondi, B. Premkumar. – London, Imperial College Press. – 2007. – 296 p.
9. Cardarilli, G.C. Design Space Exploration based Methodology for Residue Number System Digital Filters Implementation / G.C. Cardarilli, L. Di Nunzio, R. Fazzolari, A. Nannarelli, M.

Petricca, M. Re // IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing. – DOI: 10.1109/TETC.2020.2997067.

10. Vergos, H.T. On Modulo  $2^{n+1}$  Adder Design / H.T. Vergos, G. Dimitrakopoulos // IEEE Transactions on Computers. – 2012. – Vol. 61, no. 2. – P. 173-186. – DOI: 10.1109/TC.2010.261.

11. Lavin, A. Fast Algorithms for Convolutional Neural Networks / A. Lavin, S. Gray // 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). – 2016. – P. 4013-4021. – DOI: 10.1109/CVPR.2016.435.

12. Parhami, B. Computer arithmetic: algorithms and hardware designs / Parhami, B. – Oxford University Press. – 2010. – 492 p.

13. Zimmermann, R. Binary adder architectures for cell-based VLSI and their synthesis; Hartung-Gorre, 1998; ISBN 978-3896492890.

14. Lyakhov, P. High-Performance Digital Filtering on Truncated Multiply-Accumulate Units in the Residue Number System / P. Lyakhov, M. Valueva, G. Valuev, N. Nagornov // IEEE Access. – 2020. – vol. 8. – P. 209181-209190. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3038496.

15. Yepez, J. Stride 2 1-D, 2-D, and 3-D Winograd for Convolutional Neural Networks / J. Yepez and S. Ko // IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems. – 2020. – Vol. 28, no. 4. – P. 853-863. – DOI: 10.1109/TVLSI.2019.2961602.

#### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Валуева Мария Васильевна**, аспирант, младший научный сотрудник кафедры математического моделирования ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» (СКФУ). 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина 1. Тел.: +79887458885; E-mail: mriya.valueva@mail.ru

**Valueva Maria Vasilyevna**, post-graduate student and junior researcher of the Department of Mathematical Modeling FSAEI HE «North-Caucasus Federal University», 1, Pushkin Street, Stavropol, 355009; Phone: +79887458885, E-mail: mriya.valueva@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 02.07.2021

После рецензирования: 23.08.2021

Дата принятия к публикации: 03.09.2021

И. С. Клименко [I.S.Klimenko]

УДК 004.056  
DOI:10.37493/2307-910X.2021.3.5**МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД  
ФРИЦА ЦВИККИ К  
ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМ  
КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИТЫ  
ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ  
ОБЪЕКТОВ****FRITZ ZWICKI'S MORPHOLOGICAL  
APPROACH TO THE DESIGN OF  
INTEGRATED PROTECTION SYSTEMS  
FOR INFORMATION AND  
COMMUNICATION FACILITIES**

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

**Аннотация**

*Методы описания сложных систем, какой безусловно является комплексная защита инфокоммуникационных объектов, подразделяются на количественные и качественные. Принципиальное отличие состоит в подходах к постановке задачи, к отысканию возможных вариантов решения и их оценке.*

**Материалы, методы, результаты и обсуждения**

*В статье рассматривается возможность применения метода морфологического анализа к разработке систем обеспечения информационной безопасности. Предлагаемый подход позволяет решать такие задачи комплексной защиты объектов, для которых использование традиционных количественных методов не дает корректных результатов; осуществлять поиск новых решений на основе декомпозиции системы защиты на подсистемы и элементы; формировать множество альтернативных вариантов реализации защиты объекта и выбирать оптимальный вариант.*

**Заключение**

*Метод морфологического ящика Ф. Цвикки, являясь, по сути, ноу-хау, имеет определенные ограничения при его использовании для решения прикладных задач. Очевидно, что помимо корректной формулировки цели необходимым условием является равновесность параметров. Рекомендуются поэтапный алгоритм, идея которого сводится к определению значимости параметра в начале исследования на уровне категории «нужен-не нужен», на втором этапе для сформированного множества нужных параметров определяется множество способов их реализации. Третий этап – множество способов дополняется множеством инструментальных средств, технологий и т.п, то есть формируется множество стратегий. Такой ступенчатый морфологический анализ инвариантный по отношению к предметной области сегодня, к сожалению, не получил должного распространения, но это не умаляет его ценности, как инструмента моделирования и исследования*

**Ключевые слова:** морфологические методы; метод морфологического ящика; декомпозиция; альтернативы; систематизированный поиск; параметры и условия отбора.

**Abstract**

*The methods of describing complex systems, which is certainly the complex protection of infocommunication objects, are divided into quantitative and qualitative. The fundamental difference lies in the approaches to the formulation of the problem, to finding possible solutions and their evaluation.*

**Materials, methods, results and discussions**

*The article considers the possibility of applying the method of morphological analysis to the development of information security systems. The proposed approach allows us to solve such problems of complex object protection, for which the use of traditional quantitative methods does not give correct results; to search for new solutions based on the decomposition of the protection system into subsystems and elements; to form a set of alternative options for implementing object protection and choose the best option.*

**Conclusion**

*The method of morphological box F. Zwicky, being, in fact, know-how, has certain limitations when using it to solve applied problems. Obviously, in addition to the correct formulation of the goal, the necessary condition is the equilibrium of the parameters. A step-by-step algorithm is recommended, the idea of which boils down to determining the significance of the parameter at the beginning of the study at the level of the category "needed-not needed", at the second stage, for the formed set of necessary parameters, a number of ways of their implementation are determined. The third stage – a variety of methods is complemented by a variety of tools, technologies, etc., that is, a variety of strategies are formed. Unfortunately, such a step-by-step morphological analysis, invariant with respect to the subject area, has not been properly distributed today, but this does not detract from its value as a modeling and research tool*

**Key words:** morphological methods; morphological box method; decomposition; alternatives; systematized search; selection parameters and conditions.

**Introduction**

Methods for describing complex systems, which of course is a comprehensive protection of infocommunication objects, are subdivided into quantitative and qualitative. The fundamental difference lies in the approaches to the formulation of the problem, to the search for possible solutions and their assessment. When using quantitative methods, the emphasis is on building a system of criteria, comparative analysis of options, etc. A qualitative description of a complex system requires a different approach to the formulation of the problem; it is used in the absence of an analytical description of the regularities of the system's behavior. The random nature of attacks on the defense system, behaviorism in the behavior of the attacker makes it impossible to formalize the behavior of the system and, as a consequence, the complexity of making a correct forecast. The listed factors make it possible to talk about the need for new approaches to the design of a security system for infocommunication objects, the sequential enumeration of which by combining subsystems and elements will make it possible to form a field of protection strategies. This is how the idea of applying the morphological approach to the design of a complex system appeared, which will make it possible to aggregate information obtained empirically in order to determine ways to solve the problem and / or the set task.

**Methods.** For the first time, the perspectives of morphological methods were shown by the Swiss scientist Fritz Zwicky (1898 - 1974), who argued that “the purpose of morphological research is to see the perspective of a complete“ field of knowledge ”about a subject” [1]. F. Zwicky proposed three morphological methods for studying complex systems: the method of systematic field coverage; the method of negation and construction; morphological box method [2].



The first method is the method of systematic field coverage (MSPP), the idea of which is to determine the “knowledge field” and extrapolate the available knowledge to unexplored, unexplored areas of the field.

The second is the method of negation and construction (IOC), which is based on the principle: any statement formulated in finite and fully defined terms cannot be absolutely true. In other words, any rule, any law, any condition can and should be questioned, since they have a limited scope. We find confirmation of this principle in the exact sciences (non-Euclidean geometry, the theory of relativity), in pedagogical science (the experience of A. Makarenko), in creative activity, which proves the validity of Zwicky's ideas, who believed that the limitations, compromises that stand in the way of constructive progress must be denied, replacing them with fundamentally different ones, not necessarily opposite. The possibilities of the IOC are most expedient to use in design, inventive activity at the stage of problematization, goal-setting and problem setting [3]. This approach allows you to clarify, correct the initial data and conditions for solving the problem; generate possible ideas for solving the problem.

The morphological box method (MMM), which is based on the idea of finding all possible options for the implementation of the system under study, has become widespread as a method for analyzing and forecasting complex technical systems, since it is sufficiently well structured, has a simple and understandable algorithm. The exact formulation of the problem or the problem to be solved allows one to determine the parameters of the solution and construct a morphological box in the form of an n-dimensional matrix with the subsequent determination of all possible combinations of parameters one by one from each row and the choice of the best option [4].

**Results.** In the course of studying the possibility of adapting F. Zwicky's morphological methods to solving the problem of integrated security management, it is proposed to consider the adaptation of MMN to solving the problem of developing an effective system of integrated protection of an infocommunication object [5].

At the first stage of building the morphological box, the goals and objectives were determined: the purpose of the integrated protection system is to ensure the stable operation of the object, to prevent threats to the security of information, to minimize damage from unlawful actions of an intruder. In accordance with the designated goal, tasks have been set and solved that allow you to get a number of solution options:

- organization and implementation of a regular process carried out at all stages of the life cycle of information processing with the integrated use of all available means of protection;
- ensuring reliable protection of information in the system; exclusion of accidental and deliberate receipt of information by unauthorized persons;
- delimitation of access to devices and resources of the system for all users, administration and service personnel;
- timely detection and elimination of information security threats; limiting the possibility of unauthorized interception of information through transmission channels.

It is obvious that each of the formulations presented is focused on solving a particular problem; the complex of these tasks is necessary for drawing up a morphological box.

Let us take as a basis the formulation, which is more generalized and involves the solution of a complex of particular problems: to develop an integral system of organizational and technological measures and a complex of special means / methods of information protection, ensuring a high level of reliability.

At the second stage, all the parameters that could be included in the solution of this problem were identified and identified. In the context of the task under the term "parameter" it is proposed to understand the operation as a purposeful action to achieve the extremum of the functional. Operations distinguish between terminal and calendar-developing [6]. In our case, we are talking about a calendar-developing operation, during which a system of measures aimed at protecting an

infocommunication object will be determined, therefore, it is necessary to determine which functions of the protection system, formulated at the first stage, will solve the main problem (Table 1).

Table 1. - Main functions and components of the system

Functions	System components
Exclusion of accidental and deliberate receipt of information by unauthorized persons	Hardware and software and organizational and technical support
Timely detection and elimination of information security threats	Monitoring, expert method of vulnerability analysis, economic and legal methods; identification of possible threats and defining the profile of the intruder
Protection against unauthorized access	Differentiation of access to devices and resources of the system: by the level of secrecy, by matrices of authority; according to special lists.
Ensuring reliable information protection	Access by biometrics, by knowledge, by ownership

A set of components can correspond to one function, which determines the variability of the protection system. Let us determine the parameters that are included in the components of the system, assuming that they are all equivalent in terms of achieving the main goal:

1. Software protection tools.
2. Technical means of protection.
3. Hardware protection.
4. Organizational norms.
5. Legal regulations.
6. Economic norms.

At the third stage, we build a morphological table (Table 2), in which the column – parameters matrix is supplemented with possible options for the implementation of this parameter.

Table 2. - System parameters and implementation methods

Parameter	Implementation methods				
	A1	A2	A3	A4	-
Software protection A	A1	A2	A3	A4	-
Technical means of protection B	B1	B2	B3	B4	AT 5
Hardware protection C	C1	C2	C3	C4	C5
Organizational norms D	D1	D2	D3	D4	-
Legal regulations E	E1	E2	E3	-	-
Economic indicators F	F1	F2	F3	-	-

A1 cryptography; A2 - steganography; A3 - digital signature; A4 - key management.

B1 - physical protection; B2 - noise generators; B3 - surge protectors; B4-scanning radios; B5 - devices that "block" potential leakage channels.



C1 - electronic means of protection; C2 - laser and optical protection devices; C3 - electrical and mechanical protection devices; C4 - employee control systems; C5 - leakage channel detection devices.

D1 - architectural and planning solutions; D2 - Internet access request system; D3 – differentiation of access by levels; D4 - standards of corporate ethics, compliance with which contributes to the protection of information.

E1 - state legal acts; E2-employer's regulations aimed at preventing incidents of violation of information security rules; E3 - corporate provisions for the protection of confidential information.

F1 - audit of information security of the company; assessment of the current state and definition of the security policy at the facility; F2- development of a security program and determination of the financing procedure; F3- Acquisition of a corporate security system.

We proceed to filling the morphological box. A morphological box is a set, the dimension of which is determined by the product of the M1 sets (parameters) and the M2 set (implementation method). For table 2, the total number of options is determined as the product of the number of rows in each column:  $6 * 6 * 6 * 4 * 2 = 1728$ . To reduce the number of options, there are different approaches based on the criteria approach and decision-making methods:

- introduction of restrictions;
- search for an alternative with specified properties;
- search for an alternative that is optimal for a given criterion;  $w_i$
- construction of the Pareto set.

Constraint imposition is a technique that allows you to reduce the number of options to be analyzed. For the system of integrated protection of infocommunication objects, economic indicators can be selected as restrictions: the total costs of acquiring and operating a corporate security system.

The search for an alternative with given properties is a technique that has limited application: it is applicable if the boundaries of particular criteria are known in advance. For a complex protection system of infocommunication objects, such characteristics as system reliability, its cost, an indicator of protection efficiency (the number of successful attacks referred to the total number of attacks) can be used as private criteria.

To find an alternative optimal according to a given criterion, the methods of additive, multiplicative convolution and convolution according to the criterion of minimum distance from the ideal were used. If the complex protection system is characterized by four criteria characterizing both positive and negative properties of an object, then the additive convolution is reduced to defining the global criterion  $W$  as the sum of local criteria  $w_i$ , the multiplicative convolution is the product of local criteria.

Search by the criterion of the minimum distance from the ideal requires a preliminary determination of the "ideal" alternative, which has specific, "ideal" values of the criteria "convolution is reduced to determining the distance between the considered and ideal alternative; the alternatives ordered in ascending order of this distance provide the researcher with a choice.

The morphological matrix for the task at hand is presented in Table 3. The morphological set contains  $4 * 5 * 5 * 4 * 3 * 3 = 3600$  variants; it is necessary to carry out the screening procedure for the obviously unacceptable.

Table 3. - Morphological matrix

Software protection	protec-	Cryptography	Steganography	Digital signature	Key management	-
Technical means of	of	Physical	Noise generator	Network	Scanning	Devices that

protection	protection	s	filters	g radios	“close off” potential leakage channels.
Hardware protection	Electronic means	Laser and optical equipment	Electromechanical	Employee control	Identification of information leakage channels
Organizational norms	architectural and planning solutions;	internet access request system	differentiation of access by levels	corporate ethics standards, compliance with which contributes to the protection of information.	-
Legal regulations	state legal acts	employer's normative acts aimed at preventing incidents of violation of information security rules;	corporate regulations for the protection of confidential information.	-	-
Economic indicators	audit of information security of the company; assessment of the cur-	development of a security program and determina-	purchase of an integrated security system	-	-

	rent state and definition of the security policy at the facility	tion of the financing procedure			
--	--	---------------------------------	--	--	--

The morphological set contains  $4 * 5 * 5 * 4 * 3 * 3 = 3600$  variants; it is necessary to carry out a screening procedure for unpromising or expensive options. It is obvious that the selection of alternatives should be carried out by experts with special care. We start the selection from the last line (economic indicators); we give preference to alternatives F1 - audit, which will allow us to decide on the choice of an integrated security system and F3, since the acquisition of an integrated security system will allow us to abandon alternatives B1, C4. When analyzing line 5, we choose E3 - corporate provisions on the protection of confidential information, since a priori they will be based on state legal acts and acts of the employer. Line 4 disappears completely, as organizational norms are determined by corporate regulations E3 and the structure of the integrated security system F3. In the line "Hardware protection - C" we leave C1, C2, C5. In the line "Technical means of protection" we leave the mains filters B3 and devices that "block" potential leakage channels; physical protection is provided by the comprehensive protection system, and noise generators and scanning radios are generally considered optional but optional devices. In the line "Software -A" we remove steganography as a specific method of protection. Now the morphological matrix has the form shown in Table 4, and the morphological set contains  $3 * 2 * 2 * 1 * 2 = 36$  options. After that, it is necessary to try to reduce the morphological table to two or three modules in order to analyze them sequentially.

Table 4. - Morphological matrix after transformation

Software protection	Cryptography		Digital signature	Key management	-
Technical means of protection			Network filters		Devices that "close" potential leakage channels
Hardware protection	Electronic means	Laser and optical equipment			Identification of information leakage channels
Organizational norms					
Legal regulations			Corporate Regulations for the Protection of Confidential Information.	-	-
Economic indicators	Information security audit		Acquisition of an integrated	-	-

	of the company; assessment of the current state and definition of the security policy at the facility		security system		
--	---	--	-----------------	--	--

This morphological set contains  $3 * 2 * No. * 1 * 2 = 36$  options. After that, the morphological table is reduced to two or three modules, which are analyzed sequentially, which allows you to choose the optimal combination of strategies and methods of their implementation.

**Conclusion.** F. Zwicky's morphological box method, being, in fact, know-how, has certain limitations when it is used to solve applied problems. Obviously, in addition to the correct formulation of the goal, a necessary condition is the equilibrium of the parameters. A step-by-step algorithm is recommended, the idea of which boils down to determining the significance of the parameter at the beginning of the study at the level of the “needed-not needed” category; at the second stage, for the generated set of necessary parameters, a variety of ways of their implementation are determined. The third stage is that many methods are complemented by a variety of tools, technologies, etc., that is, many strategies are formed. Unfortunately, such a stepwise morphological analysis, invariant with respect to the subject area, has not received proper distribution today, but this does not detract from its value as a tool for modeling and research [7].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Андрейчиков А.В. и др. Морфологические методы исследования новых технических решений: Учебное пособие / А.В. Андрейчиков, В.А. Камаев, О.Н. Андрейчикова. Волгоград: Изд-во Волгоградского гос. техн. университета, 1994. 153 с.
2. Zwicky F. The morphological approach to discovery, invention, research and construction //New methods of thought and procedure.- Pasadena, 1967.- P.273-297.
3. Титов, В.В. Морфологический подход : (Учеб. пособие) / В. В. Титов. - М. : ВНИИПИ, 1990. – 39 с.
4. Попов А.Б. Морфологический анализ технических объектов. Методическая разработка Минживмаш,- Люберцы, 1987.
5. Клименко И.С. Комплексная защита инфокоммуникационных объектов: детерминированные модели/ М.: “КДУ”, “Добросвет”, 2020. – 175 с.
6. Клименко И. С. Информационная безопасность и защита информации: модели и методы управления. Монография/ М.: ИНФРА-М, 2020-180 с.
7. Плужников А.И. Применение морфологического анализа для поиска рациональных структур и компоновок механизмов. Методическая разработка ИПК Минживмаш.- Люберцы, 1987.

### REFERENCES

1. Andrejchikov A.V. i dr. Morfologicheskie metody issledovaniya novyh tekhnicheskikh reshenij: Uchebnoe posobie / A.V. Andrejchikov, V.A. Kamaev, O.N. Andrejchikova. Volgograd: Izd-vo Volgogradskogo gos. tekhn. universiteta, 1994. 153 s.
2. Zwicky F. The morphological approach to discovery, invention, research and construction //New methods of thought and procedure.- Pasadena, 1967.- P.273-297.
3. Titov, V.V. Morfologicheskij podhod : (Ucheb. posobie) / V. V. Titov. - M. : VNIPI, 1990. – 39 s.
4. Popov A.B. Morfologicheskij analiz tekhnicheskikh ob"ektov. Metodicheskaya razrabotka Minzhivmash,- Lyubercy, 1987.

5. Klimenko I.S. Kompleksnaya zashchita infokommunikacionnyh ob"ektov: determinirovannye modeli/ M.: "KDU", "Dobrosvet", 2020. – 175 s.
6. Klimenko I. S. Informacionnaya bezopasnost' i zashchita informacii: modeli i metody upravleniya. Monografiya/ M.: INFRA-M, 2020-180 s.
7. Pluzhnikov A.I. Primenenie morfologicheskogo analiza dlya poiska racional'nyh struktur i komponovok mekhanizmov. Metodicheskaya razrabotka IPK Minzhivmash.- Lyubercy, 1987.

#### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Клименко Ирина Сергеевна**, доктор технических наук, начальник отдела организации проектно-грантовой деятельности, профессор кафедры систем управления и информационных технологий Пятигорского института(филиала) СКФУ, г Пятигорск, 40 лет Октября, 56, оф.29/ [iskl@bk.ru](mailto:iskl@bk.ru)

**Klimenko Irina S.**, Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Organization of Project and Grant Activities, Professor of the Department of Management Systems and Information Technologies of the Pyatigorsk Institute (branch) NCFU. g Pyatigorsk, 40 let Oktyabrya, 56, [of.29/iskl@bk.ru](mailto:iskl@bk.ru)

Дата поступления в редакцию: 02.04.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 03.06.2021

А.Б. Чебоксаров [A.B.Cheboksarov],  
 В.А. Чебоксаров [V.A. Cheboksarov],  
 А.А. Москвитин [A.A. Moskvitin]

УДК 519.711.3  
 DOI: 10.37493/2307-910X.2021.3.6

## НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ РАССЕЙЯНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ В СИЛОВОМ ПОЛЕ С ЦЕНТРАЛЬНОЙ СИММЕТРИЕЙ

## LOW-ENERGY ELECTRON SCATTERING IN A FORCE FIELD WITH CENTRAL SYMMETRY

Ставропольский государственный педагогический институт  
 (филиал в г. Ессентуки), Россия, e-mail: [cheboksarov1956@mail.ru](mailto:cheboksarov1956@mail.ru)/ Stavropol State Pedagogical Institute  
 (branch in Essentuki), Russia, e-mail: [cheboksarov1956@mail.ru](mailto:cheboksarov1956@mail.ru)

### Аннотация

В данной статье мы рассмотрим ещё один пример использования метода эталонного моделирования для нахождения решения дифференциального уравнения в частных производных, в этот раз эллиптического. Данный вид дифференциальных уравнений часто встречается в квантовой механике, однако, при исследовании процесса потенциального рассеяния часто возникают ситуации, когда используемые в настоящее время методы приближённого вычисления параметров рассеяния являются достаточно грубыми и, вследствие этого, для нахождения удобоваримого решения необходимо использовать численное интегрирование уравнения Шредингера или подобных ему уравнений. Предлагаемый нами метод позволяет получить решение с достаточно высокой степенью точности.

**Материалы и методы, результаты и обсуждения.** В рамках рассмотренного подхода предложено применение метода эталонного моделирования для решения квантово-механической задачи низкоэнергетического рассеяния частиц в центрально-симметрическом поле, проведен анализ, выполнены расчеты и представлена таблица сравнение численного метода и метода эталонного моделирования, из которой видно, что данный метод, применённый для нахождения решения нелинейного эллиптического уравнения, может быть применён и для решения подобных задач. Данный метод эффективнее известного ВКБ – метода, что подтверждается сравнением расчётов в конце работы.

Актуальность разработки методики вычисления эффективной длины и фазы рассеяния при медленных столкновениях заключается в том, что полученные аналитическим путём формулы, выражающие эффективную длину и фазу рассеяния, можно использовать как основу при решении обратной задачи рассеяния: нахождения вида рассеивающего силового поля по имеющимся данным рассеяния.

**Заключение.** В работе представлены основные результаты математического моделирования, анализа и решения квантово-механической задачи низкоэнергетического рассеяния частиц в центрально-симметрическом поле. В рамках рассмотренного подхода предложено применение метода эталонного моделирования, проведен анализ, выполнены расчеты и представлена таблица сравнение численного метода и метода эталонного моделирования, из которой видно, что данная методика, применённая для нахождения приближённого решения эллиптического уравнения, может быть применена для решения других подобных задач. Кроме того, следует отметить, что формулы, выражающие эффективную длину рассеяния, полученные для неизменного во времени силового поля с простыми потенциалами, совпадают в целом с полученными путём эксперимента данными для случая упругого рассеяния электронов на ионах гелия и неона и совпадают с теоретическими расчетами,

сделанными для атома гелия. Предложенный в данной статье метод для вычисления параметров низкоэнергетического рассеяния заряженных частиц, можно применить и к другим силовым полям.

**Ключевые слова:** метод эталонного моделирования, нелинейное дифференциальное уравнение эллиптического типа, низкоэнергетическое рассеяние частиц, численное интегрирование

### **Abstract**

*In this article, we will consider another example of using the reference modeling method to find a solution to a partial differential equation, this time an elliptic one. This type of differential equations is often found in quantum mechanics, however, when studying the process of potential scattering, situations often arise when the currently used methods for approximate calculation of scattering parameters are quite coarse and, as a result, it is necessary to use numerical integration of the Schrodinger equation or similar equations to find a digestible solution. The proposed method allows us to obtain a solution with a fairly high degree of accuracy.*

**Materials and methods, results and discussions.** *Within the framework of the considered approach, the application of the reference modeling method for solving the quantum mechanical problem of low-energy scattering of particles in a centrally symmetric field is proposed, an analysis is carried out, calculations are performed and a comparison table of the numerical method and the reference modeling method is presented, from which it can be seen that this method, used to find a solution to a nonlinear elliptic equation, can also be used to solve similar problems. This method is more effective than the well-known VKB method, which is confirmed by comparing the calculations at the end of the work.*

*The relevance of the development of a method for calculating the effective scattering length and phase in slow collisions lies in the fact that the formulas obtained analytically expressing the effective scattering length and phase can be used as a basis for solving the inverse scattering problem: finding the type of scattering force field from the available scattering data.*

**Conclusion.** *The paper presents the main results of mathematical modeling, analysis and solution of the quantum mechanical problem of low-energy scattering of particles in a centrally symmetric field. Within the framework of the considered approach, the application of the reference modeling method is proposed, an analysis is carried out, calculations are performed and a table is presented comparing the numerical method and the reference modeling method, from which it is clear that this technique, used to find an approximate solution of an elliptic equation, can be used to solve other similar problems. In addition, it should be noted that the formulas expressing the effective scattering length obtained for a time-invariant force field with simple potentials generally coincide with the experimental data obtained for the case of elastic electron scattering on helium and neon ions and coincide with the theoretical calculations made for the helium atom. The method proposed in this article for calculating the parameters of low-energy scattering of charged particles can also be applied to other force fields.*

**Keywords:** *reference modeling method, nonlinear elliptic differential equation, low-energy particle scattering, numerical integration.*

### **Введение**

Ранее [18; 19], мы уже рассматривали способы использования метода эталонного моделирования для математического моделирования процессов, приводящих к решению параболических и гиперболических дифференциальных уравнений.

### **Материалы и методы**

В настоящей работе настала очередь уравнения эллиптического типа [1, 2, 3]. Данный вид уравнений достаточно часто используется при решении квантовомеханических задач. В хорошо изученном процессе взаимодействия свободных электронов с атомами показано, что действие на заряженную частицу со стороны силового поля ядра атома, обладающего цен-

тральной симметрией, полностью описывается терминологией сдвига фазы  $\delta_\ell(k)$  [5, 6]. Если скорость взаимодействующей частицы сравнительно мала, то амплитуду и эффективное сечение рассеяния мы можем определить с помощью других физических параметров: длина рассеяния  $a_0$ , эффективный радиус действия  $r_0$ , параметр формы  $P$  [5; 6; 7; 13; 8]. Все эти параметры будут первыми коэффициентами в разложении функции  $kctg\delta_\ell(k)$  в степенной ряд по степеням волнового числа  $k$  и, очевидно, будут зависимы от интегральных свойств потенциала рассеяния силового поля ядра. Рассматривая распространённый случай, когда потенциал ядра обладает связанными состояниями с очень небольшой энергией связи, мы знаем, что данные параметры низкоэнергетического рассеяния будут очень чувствительны при любом минимальном изменении потенциала. Параметры  $a_0$  и  $r_0$  изначально были введены в процессе исследования внутриядерного взаимодействия, но и гораздо позднее, при решении многих других квантовых задач из теории столкновений, их использование оказалось весьма необходимым.

Мы знаем, [5; 6; 12], что при околонулевых скоростях столкновений частицы с ядром, в расчёте сечения рассеивания главную роль играет одна парциальная волна, у которой угловой момент  $\ell = 0$ , или  $s$ - волна, а, значит, парциальный анализ имеет огромное значение при исследовании низкоэнергетического рассеяния. Далее мы будем рассматривать только  $s$ - волны.

Форма разложения в ряд функции  $kctg\delta_\ell(k)$  зависит от вида функции, характеризующей зависимость потенциальной энергии от расстояния  $U(r)$ . Допустим, что потенциал поля рассеяния изменяется быстроизменяющийся (например, изменяется по экспоненциальному закону)

$$\lim_{r \rightarrow \infty} r^n U(r) = 0; n \geq 1 \tag{1}$$

Кроме того, этот потенциал не содержит составного состояния с нулевой энергией связи. Тогда  $\delta_\ell(k)$  и  $ctg\delta_\ell(k)$  будут нечетными функциями. Функцию  $kctg\delta_0(k)$  следует разложить в степенной ряд по четным степеням волнового числа  $k$ , причём первые два члена полученного разложения дадут нам известное приближение эффективного радиуса [9]. Данный ряд имеет следующий вид

$$kctg\delta_0(k) = -\frac{1}{a_0} + \frac{1}{2}r_0k^2 - Pr_0^3k^4 + \dots, \tag{2}$$

здесь символом  $a_0$  обозначена длина рассеяния, символом  $r_0$  обозначен эффективный радиус рассеяния, символом  $P$  обозначен параметр формы.

Полагаем, что потенциал рассеяния  $U(r)$  - дальнодействующий (к примеру, имеет степенную зависимость от расстояния), т.е., когда  $r \rightarrow \infty$

$$U(r) \approx r^{-n}; n \geq 1, \tag{3}$$

то параллельная амплитуда, а также фаза рассеяния, в случае сравнительно малых значениях  $k$ , будут нерегулярными функциями от  $k$ . При  $k = 0$ , они будут или разветвляться (если  $n > 2$ ), или иметь существенную особенность. Понимаем, что стандартная теория эффективного радиуса для данного случая неприемлема и низкоэнергетические разложения придётся находить снова. Такие разложения были найдены в работах [6; 7; 10] и представляют собой выражения:

$$kctg\delta_0(k) = -\frac{1}{a_0} + a_1k + a_2k^2 + a_3k^2 \ln k + \dots \tag{4}$$



Сравнивая (3.3.4) с (3.3.2), заметим, что вид разложения в степенной ряд функции  $kctg\delta_0(k)$  для случая далекодействующих потенциалов (3.3.3.) имеет в составе новые члены: член, имеющий линейный вид относительно  $k$ , а также члены достаточно сложной от  $k$  зависимости, как  $k^2 \ln k \cdot k^3 \ln k$  и т.д. Отсюда делаем вывод, что для далекодействующих потенциалов само понятие эффективного радиуса отсутствует [7].

Теперь обратим внимание на величину длины рассеяния. Её мы можем найти из разложений (2) или (4), при условии, что волновое число стремится к нулю. Тогда получаем выражение [5, 19].

$$\lim_{k \rightarrow 0} kctg\delta_0(k) = -\frac{1}{a_0}. \tag{5}$$

Для близкодействующих потенциалов (1) мы имеем

$$a_0 = -\left(\frac{d\delta_0}{dk}\right)_{k=0}, \tag{6}$$

Но эта формула не работает для случая далекодействующих потенциалов.

Обозначим основные свойства для длины рассеяния [12, 13]. В силовом поле потенциала отталкивания ( $U(r) > 0$ ), величина фазового сдвига будет отрицательна ( $\delta_0(k) < 0$ ), значит, в основном, можно принять  $a_0 > 0$ . При этом известно, что знак  $a_0$  в этом силовом поле не зависит того, имеются или нет в данном потенциале  $U(r)$  связанные состояния.

В силовом поле потенциала притяжения ( $U(r) < 0$ ), когда связанных состояний нет, фазовый сдвиг в большинстве случаев будет положителен ( $\delta_0(k) > 0$ ), значит, как следует из (5),  $a_0 < 0$ . Но, если  $\delta_0(0) = \pi/2$ , то длина рассеяния стремится к бесконечности. Если имеем связанное состояние с небольшой энергией связи, то  $a_0 > 0$ . В случае, когда величина потенциала притяжения по-прежнему растёт, то перед возникновением следующего связанного состояния, величина  $a_0$  достигнет нуля, перейдёт его и, естественно, изменит знак. Вблизи каждого связанного состояния, величина  $a_0$  растёт, а при появлении нового, вообще устремляется в бесконечность.

Кроме этого, обратим внимание на тот факт, что величину  $a_0$  невозможно определить для потенциалов вида (3), когда  $2 < n < 3$ .

### Результаты и обсуждения

Разработка методик для приближенного вычисления эффективной длины  $a_0$  и фазы  $\delta(k)$  рассеяния в случае малоэнергетических столкновений актуальна уже потому, что полученные аналитическим путём выражения для величин  $a_0$  и  $\delta(k)$  служат основой для решения так называемой обратной задачи рассеяния, то есть определения вида рассеивающего поля  $U(r)$  по имеющимся параметрам рассеяния.

Имеющиеся на данный момент способы вычисления характеристик низкоскоростного рассеяния частиц [14], весьма неточны, а значит, для нахождения вышеуказанного решения необходимо использовать численные методы интегрирования уравнения Шредингера.

Теперь применим алгоритм метода эталонного моделирования, только, на сей раз, для решения эллиптического уравнения. Пусть в качестве объекта исследования имеем два силовых потенциальных поля. Потенциалы этих полей пусть будут нелинейны, причём к примеру, это потенциалы притяжения. Обозначим их символами  $U(r)$  и  $W(r, \xi)$ . Допустим, они имеют одинаковую асимптотику, то есть ведут себя одинаково при  $r \rightarrow 0$  и  $r \rightarrow \infty$ , но поведение их различается в остальных областях изменения  $r$ .

Далее предположим, что уменьшение значений у наших потенциалов на больших  $r$  происходит быстрее, чем  $\frac{1}{r^3}$  и, при этом, один из них содержит свободно изменяющийся параметр  $\xi$ . Для определённости, предположим, что число связанных  $s$  – состояний у них одинаково и равно  $m$ , энергия этих состояний  $E < 0$ , а состояний с нулевой энергией связи нет.

Наша задача заключается в том, чтобы продемонстрировать, что в случае, когда для одного из этих потенциалов (например,  $W(r, \xi)$ ) мы знаем точное решение нашей задачи о низкоэнергетическом рассеянии заряженных частиц с нулевым моментом, то есть  $l=0$ , то с помощью метода эталонного моделирования мы решим эту задачу и для другого потенциала  $U(r)$ .

Для нулевого приближения метода эталонного моделирования [18], которым мы, для простоты изложения и ограничимся, можно записать фазу  $s$ -рассеяния частицы в следующем виде

$$\eta_0(k) = \delta_0(k) + \Delta(k, \xi), \tag{7}$$

здесь

$$\Delta(k, \xi) = \int_0^\infty [\sqrt{p(r, k)} - k] dr - \int_0^\infty [\sqrt{\Phi(s, k, \xi)} - k] ds; \tag{8}$$

$$p(r, k) = k^2 - U(r); \Phi(s, k, \xi) = k^2 - W(s, \xi) \tag{9}$$

Величина  $\delta_0(k)$ - фаза  $s$  – рассеяния на потенциале  $W(r, \xi)$ . Его в дальнейшем мы будем именовать моделирующим.

Рассматривая нулевое приближение метода эталонного моделирования для нахождения приближенного решения  $\psi(r, k) = rR(r, k)$  стационарного уравнения Шредингера, составленного для произвольной частицы, которая рассеивается в силовом поле с потенциалом  $U(r)$ , мы можем выразить его через точные решения  $\varphi(r, k)$  подобного уравнения для моделирующего потенциала  $W(r, \xi)$  в следующем виде

$$\psi(r, k) = [s'(r, k)]^{-1/2} \varphi[s(r, k); k], \tag{10}$$

Функция  $s(r, k)$  здесь определяется выражением

$$s'(r, k) = \sqrt{k^2 - U(r)} / \sqrt{k^2 - W(s, \xi)}. \tag{11}$$

Принимая вышеуказанные допущения о поведении потенциалов  $U(r)$  и  $W(r, \xi)$  на различных расстояниях до центра рассеяния, не сложно показать, что при  $r \rightarrow 0$  и  $r \rightarrow \infty$  функции  $s(r, k)$ , определяемой выражением (10), имеют следующий вид:

а) если  $r \rightarrow 0$

$$s(r, k) = r \left[ 1 + \beta_1(k, \xi)r + \beta_2(k, \xi)r^2 + \dots \right]; \tag{12}$$

б) если  $r \rightarrow \infty$

$$s(r, k) = r + b(\xi). \tag{13}$$

Выражение (13) для функции  $s(r, k)$  для больших расстояний возможно, если

$$\Delta(0, \xi) = 0. \tag{14}$$

Это вызвано тем, что в случае  $r \rightarrow \infty$  потенциалы  $U(r)$  и  $W(r, \xi)$  будут совпадать (об этом мы упоминали выше), и фазовые сдвиги для моделирующей (то есть эталонной) и искомой волновых функций так же должны совпадать. Из выражения (14) найдём параметр  $\xi$

для потенциала  $W(s, \xi)$  моделирующего волнового уравнения. Рассмотрим подробнее, что ещё можно выяснить из условия (14).

Формулы (12) и (13) для  $s(r, k)$  в нулевом приближении ВКБ-метода будут идентичны точным значениям волновых функций на предельных расстояниях до центра силового поля потенциала  $U(r)$ . Для доказательства этого утверждения, подставим в уравнение Шредингера для потенциала  $U(r)$  величину  $\psi(r, k)$  из (10), тогда, как это показано в [16] получим

$$\psi'' + p(r, k)\psi = -\frac{1}{2}\{s, r\}(s')^{-1/2}\varphi(s), \tag{15}$$

здесь

$$\{s, r\} = s'''/s' - \frac{3}{2}(s''/s')^2, \tag{16}$$

Отсюда следует, что точность приближенных решений (10) полностью определяется величиной правой части выражения (15). Применяя представления (12) и (13) для функции  $s(r, k)$ , получим, что производная Шварца  $\{s, r\}$  будет стремиться к некоторому конечному пределу если  $r \rightarrow \infty$  и к нулю – если  $r \rightarrow 0$ . Подставляя (12) в (16) получаем, в частности, выражение

$$\lim_{r \rightarrow 0} \{s, r\} = 6\beta_2(k, \xi) - 3\beta_1(k, \xi). \tag{17}$$

Следовательно, решения (10) для уравнения Шредингера, соответствующие нулевому приближению метода эталонного моделирования, для экстремальных расстояний от центра силового поля потенциала  $U(r)$ , соответствуют точному значению. Правильный выбор эталонной функции  $W(r, \xi)$  позволяет сделать так, чтобы для всех (кроме экстремальных) значениях расстояния,  $r$  выполняется условие:

$$\{s, r\} \ll 2p(r, k). \tag{18}$$

Данные действия позволят находить приближённые значения величины (7) с необходимой нам точностью.

Выражение (14) объясняет непрерывность функций следующего вида ( $n = 1, 2, \dots$ )

$$f_n(k, \xi) = \int_0^\infty p^{\frac{2n+1}{2}}(r, k)dr - \int_0^\infty \Phi^{\frac{2n+1}{2}}(s, k, \xi)ds, \tag{19}$$

при  $k = 0$ . Эти функции образуются в результате дифференцирования  $\Delta(k, \xi)$  по волновому числу  $k$ . Также мы можем найти и старшие производные по волновому числу  $\left[ \partial^n \Delta(k, \xi) / \partial k^n \right]_{k=0}$

Значения первых четырёх:

$$\begin{cases} \left[ \frac{\partial \Delta(k, \xi)}{\partial k} \right]_{k=0} = b(\xi); & \left[ \frac{\partial^2 \Delta(k, \xi)}{\partial k^2} \right]_{k=0} = c_0(\xi); \\ \left[ \frac{\partial^3 \Delta(k, \xi)}{\partial k^3} \right]_{k=0} = 0; & \left[ \frac{\partial^4 \Delta(k, \xi)}{\partial k^4} \right]_{k=0} = -3c_1(\xi), \end{cases} \tag{20}$$

здесь  $C_n(\xi) = f_n(0, \xi)$ .

Получаем, что разложение функции  $\Delta(k, \xi)$  в степенной ряд по степеням  $k$  при  $k \rightarrow 0$  принимает следующий вид

$$\Delta(k, \xi) = \hat{a}(\xi)k + \frac{1}{2}c_0(\xi)k^2 - \frac{1}{8}c_1(\xi)k^4 + Q(k^6). \quad (21)$$

Если нам известен явный вид функции  $\delta_0(k)$ , когда  $k \rightarrow 0$ , то отсюда несложно найти разложение в степенной ряд фазы рассеяния  $\eta_0(k)$ .

Рассмотрим для иллюстрации предложенного нами метода рассеяние медленных электронов в силовом поле вида

$$U(r) = \begin{cases} -\frac{2z}{r}F(r); 0 \leq r \leq r_c \\ -A \cdot (r+d)^{-4}; r \geq r_c \end{cases}. \quad (22)$$

Величина  $A$  представляет собой двойное значение поляризуемости атома, заряд которого  $z$ , а величину  $d$  найдём из условия сшивания потенциала в точке  $r = r_c$ . Разложение в степенной ряд  $F(r)$  при  $r \rightarrow 0$  следующее

$$F(r) = 1 + k_1r + k_2r^2 + \dots; k_n = \frac{1}{n!}F^{(n)}(0). \quad (23)$$

За эталон примем потенциал  $W(s, \xi)$

$$W(s, \xi) = \begin{cases} -2z(1 - Bs) / s; 0 \leq s \leq s_c \\ -A \cdot (s + \xi s_c)^{-4}; s \geq s_c, \end{cases} \quad (24)$$

Величины  $S_c$  и  $B$  найдём из условия (24) в точке  $s_c$ , для простоты вычислений установим точность вычислений до первой производной. Мы можем выразить их через  $\xi$

$$s_c = \left[ \frac{2A}{Z(1 + \xi)^5} \right]^{1/3}; B = \frac{3 - \xi}{4s_c}. \quad (25)$$

Тогда условие (14) принимает вид

$$\begin{aligned} (2 + \xi)\sqrt{1 + \xi} + \frac{4}{\sqrt{3 - \xi}} \arcsin \frac{\sqrt{3 - \xi}}{2} = \\ = \left( \frac{z\sqrt{A}}{2} \right)^{-1/3} \left[ 2\sqrt{2 \cdot z \cdot r_c} \cdot G_0 + \frac{\sqrt{A}}{r_c + d} \right] (1 + \xi)^{5/6}, \end{aligned} \quad (25)$$

Здесь

$$G_0 = \int_0^1 F^{1/2}(r_c x^2) dx. \quad (27)$$

Параметр  $\xi$  здесь есть корень уравнения (26), определяемый на отрезке  $[0, 1]$ .

Фазу рассеяния  $\delta_0(k)$  можно представить в виде степенного ряда [59] (мы считаем, что  $k$  достаточно мало):

$$\delta_0(k) = m\pi - a_0^*k - b_1^*k^2 - b_2^*k^3 \ln k - b_3^*k^3 + Q(k^4 \ln k). \quad (28)$$

Здесь выражение  $a_0^*$  - длина рассеяния определяется по формуле

$$a_0^* = \sqrt{A} \cdot \frac{1 - (1 + \xi)A_0 + \beta \operatorname{tg} \beta}{[1 - (1 + \xi)A_0] \operatorname{tg} \beta - \beta} - \xi S_c. \quad (29)$$

где

$$\begin{cases} A_0 = \eta_0 - \mu_0 + (1 - \eta_0)D_0; \beta = \frac{\sqrt{A}}{(1 + \xi)S_c}; \\ \mu_0 = \frac{1}{2}\sqrt{2z(3 - \xi)S_c}; \eta_0 = \frac{2\mu_0}{3 - \xi} \end{cases} \quad (30)$$

$$D_0 = \Phi(2 - \eta_0, 2; 2\mu_0) / \Phi(1 - \eta_0, 2; 2\mu_0), \quad (31)$$

Здесь символом  $\Phi(\alpha, \beta, z)$  - обозначим вырожденный гипергеометрический ряд.

В нашем случае, два первых коэффициента ряда (26) равны

$$b(\xi) = d - \xi S_c \quad (32)$$

тогда

$$C_0(\xi) = \frac{2r_c^{3/2}}{\sqrt{2z}}G_1 + \frac{1}{3\sqrt{A}}[S_c^3(1 + \xi)^3 - (r_c + d)^3] + \frac{2S_c}{3 - \xi}\sqrt{\frac{S_c}{2z}}\left(\sqrt{1 + \xi} - \frac{4}{\sqrt{3 - \xi}}\arcsin\frac{\sqrt{3 - \xi}}{2}\right), \quad (33)$$

здесь

$$G_1 = \int_0^1 x^2 F^{-1/2}(r_c x^2) dx \quad (34)$$

Подставляя выражения (21) и (29) в выражение (7), и учитывая равенства (32) и (33), получим

$$\eta_0(k) = m\pi - a_0 k - b_1 k^2 - b_2 k^3 \ln k - b_3 k^3 + Q(k^4 \ln k); \quad (35)$$

$$kctg\eta_0(k) = -\frac{1}{a_0} + \beta_1 k + \beta_2 k^2 \ln k + \beta_3 k^2 + Q(k^3 \ln k), \quad (35a)$$

здесь

$$\begin{cases} a_0 = a_0^* - d + \xi s_c; b_1 = b_1^* - c_0(\xi)/2; b_{2,3} = b_{2,3}^*; \\ \beta_{1,2} = b_{1,2}/a_0^2; \beta_3 = (a_0 b_3 - b_1^2 + \frac{a_0^4}{3})/a_0^3 \end{cases} \quad (36)$$

Из выражения (35a) следует, что потенциалы вида (22) не имеют эффективного радиуса (хотя и имеют эффективную длину рассеяния). В силовом поле с потенциалом (24) для определения эффективной длины рассеяния электронов, мы получаем следующую оценку

$$a_0 = \sqrt{A} \cdot \frac{1 - (1 + \xi)A_0 + \beta tg \beta}{[1 - (1 + \xi)A_0]tg \beta - \beta} - d. \quad (37)$$

Выражение (37) может быть применено к вычислению эффективных длин рассеяния электронов на двух нелинейных потенциалах (22), а именно:

$$\begin{cases} F_1(r) = 1 - \alpha_1 r \ell^{-\alpha r}; d = 0; \alpha = (3 - \sqrt{5})/r_c; \\ \alpha_1 = \frac{3}{4r_c}(\sqrt{5} - 1)\exp(3 - \sqrt{5}); r_c = \left[\frac{A}{2z}(7 + 3\sqrt{5})\right]^{1/3} \end{cases} \quad (38)$$

и

$$\begin{cases} F_2(r) = 1 - \alpha_1 r + \alpha_2 r^2; d = 0; \alpha_1 = \frac{3}{2r_c} \\ \alpha_2 = \frac{3}{5r_c^2}; r_c = \left(5A/z\right)^{1/3} \end{cases} \quad (39)$$

При этом мы знаем, что  $U_1$  сшит в точке  $r_c$  с точностью до первой, а  $U_2$  – до второй производной.

Из [15; 16; 17, 18, 19] на известно, что применение метода эталонного моделирования возможно при схожести эталонного (то есть моделирующего) и исследуемого потенциалов, то есть одинакового поведения их в асимптотике: вблизи нуля и на бесконечности, а также выполнения условия соответствия в точках сшивания потенциалов  $s_{0f} = s_0(r_f)$ . Подтвердим это для нелинейного уравнения Шредингера, для чего подсчитем значения потенциалов (38), (39) для  $z = 2$ , а также значение моделирующего потенциала (24). Результаты вычислений, проведённых нами, приведены в таблице 1

Таблица 1. - Результаты вычислений (24), (38), (39) для зарядового числа 2

$r$	$\frac{2z}{r} F_1(r)$	$\frac{2z}{r} F_2(r)$	$\frac{2z}{r} (1 - Br)$	$\frac{A}{r^4}$
0,50	4,2199	4,5519	5,3027	22,0159
0,60	3,0549	3,3239	3,9694	10,6172
0,70	2,2634	2,7468	3,0170	5,7309
0,80	1,7027	1,8679	2,3027	3,3593
0,90	1,2940	1,4176	1,7472	2,0972
1, 00	0,9899	1,0785	1,3027	1,3759
1,10	0,7603	0,8202	<u>0,9398</u>	<u>0,3398</u>
1,20	0,5853	0,6225	0,6361	0,6635
1,30	0,4513	0,4714	0,3797	0,4817
1,40	0,3485	0,3569	0,1599	0,3581
1,50	0,2697	<u>0,2718</u>	0,0305	<u>0,2718</u>
1,60	0,2098	0,2104	0,1972	0,2099
1,70	<u>0,1647</u>	0,1687	0,3442	<u>0,1647</u>
1,80	0,1314	0,1433	0,4749	0,1310
1,90	0,1076	0,1316	0,5919	0,1055
2,00	0,0913	0,1317	0,6976	0,0860

Примечание: подчёркнуты значения в точках сшивания.

Анализ приведённых в таблице 1 данных, позволяет утверждать, что для атома гелия ( $z = 2$ ) данные о длине рассеяния с потенциалом (38) имеют вполне достаточную точность. Так как параметры рассеянной частицы определяются из предельных значений волновой функции на бесконечности, а небольшая начальная скорость частицы и, следовательно, малая энергия её, не дадут частице далеко зайти в пространство силового поля ядра, очевидно, надо выбрать тот эталонный потенциал, который будет максимально близок к исследуемому при больших значениях  $r$ .

Как следует из теории метода [15; 16; 17, 18, 19], необходимо проверить выполнение критерия применимости (18) нулевого приближения метода эталонного моделирования.

Для этого используем следующую запись производной Шварца

$$\{s, r\} = \frac{1}{3} p \left[ \frac{4pp'' - 5(p')^2}{p^3} - \frac{4\Phi\ddot{\Phi} - 5\Phi^2}{\Phi^3} \right] \quad (40)$$

Условие, накладываемое на функцию  $\gamma(r, k)$  можно записать в виде выражения

$$\gamma(r, k) = \frac{1}{16} \left| \frac{4pp'' - (p')^2}{p^3} - \frac{4\Phi\ddot{\Phi} - 5\Phi^2}{\Phi^3} \right| \ll 1. \quad (41)$$

Вычисления говорят о том, что  $s(r_c, k) > s_c$ , значит вся область изменения  $r$  должна быть разбита на три отрезка:  $[0, r_0]$ ,  $[r_0, r_c]$  и  $[r_c, \infty]$ , где  $r_0$  - точка, в которой  $s(r_0, k) = s_c$ . Функции  $p(r, k)$  и  $\Phi(s, k, \xi)$  на указанных участках можно записывать в виде

$$P_{1,2}(r, k) = k^2 + \frac{2z}{r} F(r); P_3(r, k) = k^2 + A(r + d)^{-4}$$

и

$$\Phi_1(s, k, \xi) = k^2 + \frac{2z}{s} (1 - Bs); \Phi_{2,3}(s, k, \xi) = k^2 + A(s + \xi s_c)^{-4}$$

Наиболее плохо условие (41), как видно из выражения, выполняется для  $k = 0$ . Поэтому мы его и проверим. Элементарные преобразования дают следующий вид функции  $\gamma(r, 0)$ :

а) на отрезке:

$$\gamma_1(r, 0) = \frac{1}{2z} \left| \frac{1}{rF^3} \left[ F(3F + 2rF' + 4r^2F'') - s(r, F')^2 \right] - \frac{3 - 8Bs}{s(1 - Bs)^3} \right|, \quad (42)$$

при  $r \rightarrow 0$

$$\gamma_1(r, 0) = |b_1 r + b_2 r^2 + \dots|, \quad (43)$$

здесь

$$\begin{cases} b_1 = \frac{8}{5z} (3k_2 - 2k_1^2 + 2B^2); \\ b_2 = \frac{16}{7z} (6k_3 - 9, 3k_1 k_2 + \frac{2863}{720} k_1^3 + \frac{7}{15} B^2 k_1 + \frac{40}{9} B^3); \end{cases} \quad (44)$$

б) на отрезке  $[r_0, r_c]$

$$\gamma_2(r, 0) = \frac{1}{2zrF^3} \left| F(3F + 2rF' + 4r^2F'') - s(r, F')^2 \right|; \quad (45)$$

в) на отрезке  $[r_c, \infty]$

$$\gamma_3(r, 0) = 0. \quad (46)$$

Вычисления дают понять, что для порядковых номеров  $z \geq 2$  максимум функции  $\gamma(r, 0)$  для обоих случаев не превосходит 0,1, причем с увеличением порядкового номера, выполнение условия (41) становится значительно лучше.

Таким образом, мы выяснили, что значения функций (10), найденные только для нулевого приближения метода эталонного моделирования, уже вполне точны во всей области изменения  $r$ . Значит, проведённые нами исследования применения метода для оценки длины рассеяния работает достаточно надёжно. То есть метод эталонного моделирования можно применять и для решения эллиптических уравнений.

Для оценки полученных результатов, необходимо сопоставить полученные нами точные значения длин рассеяния их, которые мы нашли для полей (38) и (39), с другими способами расчетов, например, полученным с помощью численного интегрирования уравнения

$$\begin{cases} a'_0(r) = U(r)[r - a_0(r)]^2; \\ a_0(0) = 0 \end{cases}; \quad (47)$$

Отсюда, как это описано в [8], мы используем метод фазовых функций и определим  $a_0(\infty)$ . В поле  $U(r)$ , если в нём имеются связанные состояния с координатой  $r_i$ , где  $i$ - номер связанного состояния,  $a_0(r)$  будет иметь разрывы в этих точках, причем именно  $i$  раз.

Используя замену переменных

$$a_0(r) = tg\alpha_0(r). \quad (48)$$

получим

$$\begin{cases} \alpha'_0(r) = U(r)[r \cos \alpha_0(r) - \sin \alpha_0(r)]^2; \\ \alpha_0(0) = 0. \end{cases} \quad (49)$$

Уравнение (49) не имеет бесконечных решений, причём

$$|\alpha_0(r_n)| = \frac{\pi}{2}(2n - 1); n = 1, 2, \dots, \quad (50)$$

здесь  $r_n$  - координата, в которой  $a_0(r)$  испытывает  $n$ -ый разрыв.

Для вычисления эффективной длины рассеяния мы применили (49) на указанных потенциалах, преобразовав его таким образом

$$\frac{\alpha}{\alpha x}[\alpha_0(x)] = f[x; \alpha_0(x)], \quad (51)$$

где  $x = r/r_c; \alpha_0(0) = 0$ :

$$f[x, \alpha_0(x)] = -g(x)[r_c x \cos \alpha_0(x) - \sin \alpha_0(x)]^2; \quad (52)$$

$$g(x) = \begin{cases} 2z \cdot F(x) / x; 0 \leq x \leq 1 \\ A^* / x^4; x \geq 1 \end{cases} \quad (53)$$

и

$$A^* = A \cdot r_c^{-3} \quad (54)$$

Численное интегрирование (51) проводилось до 4 -5 значащих цифр в  $\alpha_0(R)$ . Значение  $\alpha_0(R)$ , как видно из (50), должно находиться в интервале

$$\frac{\pi}{2}(2n - 1) < |\alpha_0(R)| < \frac{\pi}{2}(2n + 1) \quad (55)$$

Определив  $\alpha_0(R)$ , мы сможем оценить и эффективную длину рассеяния из следующего условия

$$a_0 \cong tg\alpha_0(R) \quad (56)$$

**Выводы**

Аналитические расчёты по методу эталонного моделирования (37) длины рассеяния электронов и расчёты с использованием численного метода интегрирования уравнения (51), приведены в таблице 2.



Таблица 2. - Значения длины рассеяния электронов на потенциалах (38) и (39)

z	Аналитические расчёты по методу эталонного моделирования (37)		Расчёты с использованием численного метода интегрирования уравнения (51)	
	$F_1(r)$	$F_2(r)$	$F_1(r)$	$F_2(r)$
2	1,198	1,077	1,207	1,069
10	-0,068	-0,294	-0,067	-0,278

Данные таблицы подтверждают сделанное выше утверждение, что применение метода эталонного моделирования для решения нелинейного уравнения реально. Таким образом, мы доказали, что предложенный нами метод можно применять для решения всех типов нелинейных уравнений.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Уизем, Дж. Линейные и нелинейные волны. / Дж. Уизем // Мир. – Москва - 2007 г. – 622с.
2. Кулаков, А.В. Введение в физику нелинейных процессов. / А.В. Кулаков, А.А. Румянцев. // Наука. - Москва. - 2008 г. – 159 с
3. Ладыженская, О.А., Линейные и квазилинейные уравнения эллиптического типа. / О.А. Ладыженская, Н.Н Уральцева // Наука. - Москва. - 2003 г. – 576с.
4. Маслов, В.П. Математическое моделирование процессов тепломассопереноса. / В.П. Маслов, В.Г. Данилов, К.А Волосов // Наука. – Москва. - 2017 г. – 352 с.
5. Мотт, Н. Теория атомных столкновений. / Н. Мотт, Г. Месси // Мир. – Москва. - 2009 г. – 756 с.
6. Друкарев, Г.Ф. Столкновения электронов с атомами и молекулами. / Г.Ф Друкарев // Наука. – Москва. - 2008 г. – 256 с.
7. Николенко, Н.В. Метод нормальных форм Пуанкаре в задачах интегрируемых уравнений эволюционного типа / Н.В. Николенко // УМН. – 1986 г. – т.41. №5. – С.109-152
8. Бабилов, В.В. Метод фазовых функций в квантовой механике / В.В.Бабилов // Наука. – Москва. - 2018 г. – 255с.
9. O'Malley T.F., Spruch L., Rosenberg L. // J.Math.Phys., 2011, v.2, p.491- 497
10. Gupta S.B., Sil. N. // Indian J. Phys, v.40, 2016, p. 333-344
11. Seaton M.J. Electron collisions // Rivista del Nuovo Cimtnto, v.I, Numero speciale, 2019, p.392-434
12. Ньютон, Р. Теория рассеяния волн и частиц. / Р. Ньютон // Мир. – Москва. - 2009 г. – 607 с.
13. Ландау, Л.Д. Квантовая механика (нерелятивистская теория)./ Л.Д. Ландау, Е.М Лифшиц. //Физматлит. - Москва. - 2011 г. – 803 с.
14. Калоджеро, Ф. Метод фазовых функций в теории потенциального рассеяния. / Ф. Калоджеро // Мир. – Москва. - 2012 г. – 292 с.
15. Жирнов, Н.И. Известия вузов СССР. / Н.И Жирнов // Физика. 1966 г. – Вып.5.- С.41
16. Miller S.C., Good R.H. Phys. Rev., 1993, v.91, p.174
17. Петрашень, М.И. Приближенное решение уравнения Шреденгера/ М.И. Петрашень// Ученые записки ЛГУ. – Ленинград. - 1949 г. – Серия Физика, вып. 7. – С.59.
18. Чебоксаров А.Б., Чебоксаров В.А., Казаров Б.А. Исследование процессов массопереноса методом эталонного моделирования // Научный журнал «Современная наука и инновации». Выпуск №1 (18). Ставрополь – Пятигорск: СКФУ, 2018. – С. 53 – 58.
19. Чебоксаров А.Б., Чебоксаров В.А., Казаров Б.А. Некоторые способы использования метода разделения переменных для решения дифференциальных уравнений в

частных производных// Научный журнал «Современная наука и инновации». Выпуск №2 (26). Ставрополь – Пятигорск: СКФУ, 2019. – С. 48 – 59.

#### REREFRENCES

1. Uizem, Dzh. Lineinye i nelineinye volny. / Dzh. Uizem // Mir. – Moskva - 2007 g. – 622s.
2. Kulakov, A.V. Vvedenie v fiziku nelineinykh protsessov. / A.V. Kulakov, A.A. Rummyantsev. // Nauka. - Moskva. - 2008 g. – 159 s
3. Ladyzhenskaya, O.A., Lineinye i kvazilineinye uravneniya ehllipticheskogo tipa. / O.A. Ladyzhenskaya, N.N Ural'tseva // Nauka. - Moskva. - 2003 g. – 576s.
4. Maslov, V.P. Matematicheskoe modelirovanie protsessov teplomassoperenosa. / V.P. Maslov, V.G. Danilov, K.A Volosov // Nauka. – Moskva. - 2017 g. – 352 s.
5. Mott, N. Teoriya atomnykh stolknovenii. / N. Mott, G. Messi // Mir. – Moskva. - 2009 g. – 756 s.
6. Drukarev, G.F. Stolknoveniya ehlektronov s atomami i molekulami. / G.F Drukarev // Nauka. – Moskva. - 2008 g. – 256 s.
7. Nikolenko, N.V. Metod normal'nykh form Puankare v zadachakh integriruemykh uravnenii ehvolyutsionnogo tipa / N.V. Nikolenko // UMN. – 1986 g. – t.41. №5. – S.109-152
8. Babikov, V.V. Metod fazovykh funktsii v kvantovoi mekhanike / V.V.Babikov // Nauka. – Moskva. - 2018 g. – 255s.
9. O'Malley T.F., Spruch L., Rosenberg L.// J.Math.Phys., 2011, v.2, p.491- 497
10. Gupta S.B., Sil. N. // Indian J. Phys, v.40, 2016, p. 333-344
11. Seaton M.J. Electron collisions // Rivista del Nuovo Cimntno, v.I, Numero speciale,2019, p.392-434
12. N'yuton, R. Teoriya rasseyaniya voln i chastits. / R. N'yuton // Mir. – Moskva. - 2009 g. – 607 s.
13. Landau, L.D. Kvantovaya mekhanika (nerelyativistskaya teoriya)/ L.D. Landau, E.M Lifshits. //Fizmatlit. - Moskva. - 2011 g. – 803 s.
14. Kalodzhero, F. Metod fazovykh funktsii v teorii potentsial'nogo rasseyaniya. / F. Kalodzhero // Mir. – Moskva. - 2012 g. – 292 s.
15. Zhirnov, N.I. Izvestiya vuzov SSSR. / N.I Zhirnov // Fizika. 1966 g. – Vyp.5.- S.41
16. Miller S.C., Good R.H. Phys. Rev.,1993, v.91, p.174
17. Petrashen', M.I. Priblizhennoe reshenie uravneniya Shredengera/ M.I. Petrashen'// Uchenye zapiski LGU. – Leningrad. - 1949 g. – Seriya Fizika, vyp. 7. – S.59.
18. Cheboksarov A.B., Cheboksarov V.A., Kazarov B.A. Issledovanie protsessov massoperenosa metodom ehtalonnoego modelirovaniya // Nauchnyi zhurnal «Sovremennaya nauka i innovatsii». Vypusk №1 (18). Stavropol' – Pyatigorsk: SKFU, 2018. – S. 53 – 58.
19. Cheboksarov A.B., Cheboksarov V.A., Kazarov B.A. Nekotorye sposoby ispol'zovaniya metoda razdeleniya peremennykh dlya resheniya differentsial'nykh uravnenii v chastnykh proizvodnykh// Nauchnyi zhurnal «Sovremennaya nauka i innovatsii». Vypusk №2 (26). Stavropol' – Pyatigorsk: SKFU, 2019. – S. 48 – 59.

#### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Чебоксаров Александр Борисович**, СГПИ, Филиал в г. Ессентуки, кандидат физико – математических наук, доцент, заведующий кафедрой математики, информатики, [cheboksarov1956@mail.ru](mailto:cheboksarov1956@mail.ru).

**Cheboksarov Alexander Borisovich**, NCFU, (branch) in Pyatigorsk, Candidate of PhysicalMathematical Sciences, Associate Professor, Department of Physics, Electrical Engineering and Electricity, E-mail: [cheboksarov1956@mail.ru](mailto:cheboksarov1956@mail.ru).

**Чебоксаров Виктор Александрович**, СКФУ, ИСТиД (филиал) в г. Пятигорске, преподаватель информатики колледжа ИСТиД СКФУ, [Naweron@yandex.ru](mailto:Naweron@yandex.ru).

**Cheboksarov Victor Aleksandrovich**, NCFU, and Shame (branch) in Pyatigorsk, teacher of computer science at NCFU College and Shame, E-mail: [Naweron@yandex.ru](mailto:Naweron@yandex.ru).

**Москвитин Анатолий Алексеевич**, Филиал СГПИ в г. Ессентуки, доктор физико-математических наук, доцент, кафедра математики, информатики. E-mail: [moskvit47@mail.ru](mailto:moskvit47@mail.ru)

**Moskvitin Anatoly Alekseevich**, branch of SSPI in Essentuki, doctor of physical and mathematical Sciences, associate Professor, Department of mathematics, Informatics. E-mail: [moskvit47@mail.ru](mailto:moskvit47@mail.ru)

Дата поступления в редакцию: 02.04.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 03.06.2021

В.У. Чиналиев [V.U. Chinaliev]  
 Е.П. Грабчак [E.P. Grabchak]<sup>2</sup>  
 Е.Л. Логинов [E.L. Loginov]<sup>3</sup>

УДК 62-5  
 DOI: 10.37493/2307-910X.2021.3.7

**ПОДДЕРЖАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ  
 УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ  
 ОБЪЕКТАМИ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ  
 СЛОЖНОИДЕНТИФИЦИРУЕМЫХ  
 ИНФОРМАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ,  
 ПРИВОДЯЩИХ К АВАРИЙНЫМ  
 ВОЗМУЩЕНИЯМ**

**MAINTAINING THE STABILITY OF CONTROL  
 OF COMPLEX ENERGY FACILITIES UNDER  
 EXPOSURE TO DIFFICULTY IDENTIFIED  
 INFORMATION FACTORS LEADING TO  
 ACCIDENTAL DISTURBANCES**

<sup>1</sup>АО «ТПС Недвижимость», Москва, Россия / JSC «TPS Real Estate»,  
 Moscow, Russia e-mail: [instituteb@mail.ru](mailto:instituteb@mail.ru)

<sup>2</sup>Минэнерго России, Москва, Россия / Ministry of Energy of Russia,  
 Moscow, Russia e-mail: [grabchak.eug@gmail.com](mailto:grabchak.eug@gmail.com).

<sup>3</sup>Институт экономических стратегий, Москва, Россия / Institute for Economic Strategies, Moscow,  
 Russia, e-mail: [loginovel@mail.ru](mailto:loginovel@mail.ru).

**Аннотация**

*В статье предлагается создание автоматизированной системы управления энергообъектами для цифрового мониторинга работы функциональных узлов оборудования с целью выявления отклонения контролируемых параметров от заданных значений с использованием интеллектуального анализа для выяснения причин отклонения.*

**Материалы, методы, результаты и обсуждения**

*В рамках предлагаемой технологии выявление причин отклонения и выработки - в ситуациях с большой компонентой неопределенности - мер устранения последствий от воздействия сложноидентифицируемых информационных факторов (атак), приводящих к аварийным возмущениям, осуществляется с помощью внедрения цифровых двойников (моделей) функциональных узлов оборудования энергетических объектов.*

**Заключение**

*Создание систем цифрового мониторинга работы функциональных узлов для выявления отклонения контролируемых параметров от заданных значений для выявления изменения режима работы или возникновения локальных нарушений в работе функциональных узлов оборудования позволяет не только оперативно выявить такие нарушения с целью их блокирования, но и аккумулировать необходимые объемы данных для их исследования с применением цифрового двойника. То есть резко ускорить процесс анализа нарушений, идентификации информационных факторов, приводящих к этим нарушениям (например, латентных сетевых атак) и избежать натурных испытаний, которые часто трудно, а иногда и невозможно провести на сложных технических объектах (например, АЭС).*

**Ключевые слова:** энергосистема, управление, мониторинг, цифровой двойник, атака, информационная безопасность, возмущение, синхронизм

**Abstract**

*The article proposes the creation of an automated control system for power facilities for digital monitoring of the operation of functional units of equipment in order to identify the deviation of the controlled parameters from the set values using intelligent analysis to find out the reasons for the deviation.*

**Materials, methods, results and discussions**

*Within the framework of the proposed technology, the identification of the causes of deviation and the production - in situations with a large component of uncertainty - of measures to eliminate the consequences of the impact of difficult-to-identify information factors (attacks) leading to emergency disturbances is carried out by introducing digital twins (models) of functional units of equipment of power facilities.*

**Conclusion**

*The creation of digital monitoring systems for the operation of functional units to detect deviations of the monitored parameters from the specified values to detect changes in the operating mode or the occurrence of local violations in the operation of functional units of equipment allows not only to quickly identify such violations in order to block them, but also to accumulate the necessary amounts of data for their study using a digital twin. That is, to drastically speed up the process of analyzing violations, identifying information factors leading to these violations (for example, latent network attacks) and avoiding field tests, which are often difficult and sometimes impossible to carry out at complex technical facilities (for example, nuclear power plants).*

**Key words:** power system, control, monitoring, digital twin, attack, information security, indignation, synchronism

*Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-010-00956 А «Стратегия внедрения элементов цифровой экономики России для оптимизации взаимодействия агрегированных групп экономических агентов на основе развития логистики цифровых активов и интеллектуальной мобильности»)/ The article was prepared with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research (project No. 19-010-00956 A "Strategy for introducing elements of the digital economy of Russia to optimize the interaction of aggregated groups of economic agents based on the development of logistics of digital assets and intellectual mobility").*

**Введение**

Интенсивные процессы цифровизации, идущие в энергетике России, актуализировали внедрение интеллектуальных систем управления, ориентированных на повышение устойчивости управления сложными энергетическими объектами в условиях воздействия различных информационных факторов, приводящих к аварийным возмущениям [1; 2].

Особо важное место в этом плане играет обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) [3].

В системах генерации, транспортировки, распределения и потребления электроэнергии имеют место кратковременные нарушения электроснабжения, вызванные информационными факторами, многие из которых сложно идентифицировать вследствие лавинообразного распространения интеллектуальных элементов (smart) в информационно-управляющих системах [4; 5]. Многие из этих элементов имеют расширенные возможности автономного поведения [6]. В связи с этим, одним из условий обеспечения непрерывности технологического процесса для энергетических компаний является сохранение управления сложными энергетическими объектами после кратковременных нарушений в процессах сбора, обработки данных, выработки и доведения управляющих команд до нужных узлов оборудования [7; 8]. Причины таких нарушений бывает достаточно сложно установить без специальных исследований и испытаний [9; 10].

Таким образом, требуется разработка комплекса интеллектуальных инновационных технологий, предназначенных для поддержания устойчивости управления сложными энергетическими объектами в условиях воздействия сложноидентифицируемых информационных факторов, приводящих к аварийным возмущениям.

### **Инструменты выявления причин и выработки мер устранения последствий от воздействия информационных факторов**

В рамках предлагаемой технологии решение проблем выявления причин и выработки мер устранения последствий от воздействия сложноидентифицируемых информационных факторов, приводящих к аварийным возмущениям, осуществляется с помощью внедрения цифровых двойников функциональных узлов оборудования энергетических объектов.

Разработка цифровых двойников функциональных узлов оборудования для систем генерации, транспортировки и распределения электроэнергии позволит идентифицировать причины сбоев и нарушений в работе АСУ ТП с целью снижения рисков и уменьшения в будущем последствий от воздействия сложноидентифицируемых информационных факторов [11; 12]. Цифровой мониторинг позволяет расширить массивы, оперативность и детализацию данных, собираемых от различных функциональных узлов, а, следовательно, и накопить необходимый - для анализа в рамках цифрового двойника - объем данных об изменении режима работы или возникновении локальных нарушений в работе функциональных узлов оборудования, происходящих в электросети при аварийных и нештатных режимах.

В развитых странах мира ведутся исследования и внедряются в энергосистемы новые цифровые технологии мониторинга работы функциональных узлов для выявления отклонения контролируемых параметров от заданных значений для оптимизации режимных характеристик при анализе динамических свойств энергосистем и их объединений, в т.ч. оценки эффективности работы автоматических регуляторов и средств противоаварийной автоматики [13; 14; 15].

Возможные информационные атаки на цифровые компоненты систем управления могут быть блокированы не только программными средствами, но и диверсной системой защиты, построенной на жесткой логике для обеспечения требуемой последовательности переключений в процессе управления оборудованием [16; 17].

В настоящее время созрели условия для сочетания на различных уровнях систем управления средств программируемой и непрограммируемой (жесткой) логики для обеспечения информационной безопасности АСУ ТП в энергетике России.

Создание систем цифрового мониторинга работы функциональных узлов для выявления отклонения контролируемых параметров от заданных значений для выявления изменения режима работы или возникновения локальных нарушений в работе функциональных узлов оборудования позволяет не только оперативно выявить такие нарушения с целью их блокирования, но и аккумулировать необходимые объемы данных для их исследования с применением цифрового двойника. То есть резко ускорить процесс анализа нарушений, идентификации информационных факторов, приводящих к этим нарушениям (например, латентных сетевых атак) и избежать натурных испытаний, которые часто трудно, а иногда и невозможно провести на сложных технических объектах (например, АЭС).

### **Интеграция системы мониторинга с цифровыми двойниками функциональных узлов оборудования энергетических объектов**

При этом, такая система мониторинга в сочетании с цифровыми двойниками функциональных узлов оборудования энергетических объектов позволяет измерять, записывать и архивировать параметры штатных и нештатных ситуаций для выявления отклонения контролируемых параметров от заданных значений. Цифровой двойник при соответствующих вычислительных мощностях позволяет быстро смоделировать и выдать рекомендации по управляемому переводу системы из возмущенного переходного состояния в необходимое стабильное, в особенности, в ситуациях с большой компонентой неопределенности, когда

человек-оператор затрудняется принять обоснованное решение вследствие недостатка данных или опыта.

Инфраструктура для цифровых двойников функциональных узлов оборудования энергетических объектов включает интеграцию с системами мониторинга, включая технические средства измерения, преобразования и передачи информации о состоянии энергосистем и их объединений, средства ее обработки и использования для оценки режимного состояния в каждый момент реального времени на всех иерархических уровнях системы управления для формирования соответствующих воздействий на режимы работы оборудования.

При резких возмущениях в энергосистеме вследствие информационных атак при отключении отдельных элементов электрической сети возникают ускоряющие либо затормаживающие вращающие моменты на валах синхронных генераторов, вследствие чего они могут выходить из синхронизма и по слабым связям в энергосистемах может возникать асинхронный ход. Возникающие при этом большие взаимные качания роторов генераторов могут усиливаться, если их не демпфировать. Более того, обусловленные ими длительные низкочастотные колебания могут приводить к раскачиванию роторов генераторов и их выпадению из синхронизма в отдельных энергосистемах, что может послужить причиной для каскадного развития процесса последовательного выпадения генераторов из синхронизма, т.е. к «развалу» синхронной работы энергосистем и их объединений.

Интеллектуальные датчики, используемые для цифрового мониторинга, позволяют ускорить сбор данных и их детализацию при выявлении изменения режима работы или возникновения локальных нарушений в работе функциональных узлов оборудования [18; 19]. Тем самым, создаются возможности анализа динамических свойств энергосистем и их объединений, в т.ч. оценки эффективности работы автоматических регуляторов и средств противоаварийной автоматики (выявления латентных сетевых информационных атак), включая выработку решений в сложных условиях с большой компонентой неопределенности по переводу систем управления на системы защиты, построенные на жесткой логике для обеспечения требуемой последовательности переключений в процессе управления оборудованием.

Основной задачей является разработка автоматизированной системы управления и цифрового мониторинга работы функциональных узлов для выявления отклонения контролируемых параметров от заданных значений с использованием интеллектуального анализа (в т.ч. для выявления причин отклонения параметров) для повышения надежности синхронной работы оборудования и сохранения результирующей устойчивости после возникновения асинхронного хода в случае наложения аварийных ситуаций, например, вследствие информационной атаки [20; 21].

#### **Обработка информации для поддержания процессов сохранения синхронизма**

Разрабатываемая система цифрового мониторинга изменения режима работы или возникновения локальных нарушений в работе функциональных узлов оборудования и ее цифровая информационная модель наряду с традиционными, требует новых инструментов обработки информации. Для «сжатия» чрезмерно больших потоков информации о состоянии энергосистемы в переходных режимах на низшем иерархическом уровне системы управления осуществляется преобразование информации к обобщенному виду.

Для синтеза алгоритмов управления используются кибернетические методы с использованием теории больших систем и системного подхода, теории оптимального управления (метода Беллмана и др.), искусственных нейронных сетей и информационного эквивалентирования [22; 23].

Обобщенные параметры режима, отражающие взаимное движение каждой из подсистем АСУ ТП с глубокой внутренней самодиагностикой как целого, используются для управления потоками мощности по межсистемным связям как при синхронной работе функ-

ционирования АСУ ТП, так и при возникновении асинхронного хода, а также для работы устройств противоаварийной автоматики в процессе управления оборудованием.

Таким образом, система цифровых двойников функциональных узлов оборудования энергетических объектов поддерживает процессы сохранения синхронизма внутри каждой из подсистем АСУ ТП с глубокой внутренней самодиагностикой и между подсистемами на всех иерархических уровнях энергосистемы как в обычных условиях, так и в экстремальных условиях воздействия сложноидентифицируемых информационных факторов, приводящих к аварийным возмущениям.

### **Этапы реализации разрабатываемой системы и требуемые результаты**

Поэтапная реализация разрабатываемой системы:

- разработка и исследование методов мониторинга работы оборудования, получения обобщенных параметров, характеризующих энергосистему как целое, идентификации причин сбоев и нарушений в работе АСУ ТП с целью снижения рисков и уменьшения в будущем последствий от воздействия сложноидентифицируемых информационных факторов при всех возможных возмущениях;

- исследование эффективности управления потоками мощности по межсистемной связи с использованием алгоритмов управления, сформированных с использованием обобщенных параметров режима;

- исследование асинхронного хода по межсистемной связи с учетом управления по алгоритмам, синтезированным с использованием принципов оптимального управления;

- верификация цифровой модели для выявления предпосылок для выхода генераторов из синхронизма, в которой используются критерии, получаемые на основе кибернетических систем с запоминанием экстремума.

Результатами предлагаемой технологии должно быть управление переходом энергосистем и их объединений из возмущенного состояния, в том числе и из несинхронного, в стационарное, т.е. во всех аварийных, послеаварийных и эксплуатационных режимах, обеспечивая сохранение динамической и результирующей устойчивости в условиях воздействия сложноидентифицируемых информационных факторов при всех возможных возмущениях.

Предлагаемая технология включает в себя технические средства измерения, преобразования и передачи информации о режимном состоянии энергосистем. Информация используется в устройствах диагностики режимного состояния и выявления ансамблей функциональных узлов - претендентов на выход из синхронизма и в устройствах управляемого воздействия на возбуждение синхронных генераторов и мощность их турбин, на структурные изменения в электрической сети воздействием на выключатели и регулирующие и управляющие устройства непрерывного и дискретного действия, частично включая противоаварийную автоматику для обеспечения требуемой последовательности переключений в процессе управления оборудованием.

Система цифровых двойников функциональных узлов оборудования энергетических объектов предназначена для поддержки принятия решений в рамках автоматизированного и диспетчерского управления, а также обеспечения информационной безопасности АСУ ТП с глубокой внутренней самодиагностикой.

### **Заключение**

Таким образом, необходимы следующие работы:

- разработка комплекса цифровых двойников функциональных узлов оборудования энергетических объектов, интегрированных с системами мониторинга с функциями измерения, преобразования и передачи информации о динамическом состоянии энергосистем и анализа причин отклонения контролируемых параметров вследствие влияния информационных факторов (в т.ч. выявление сетевых атак);

- разработка систем мониторинга функционирования оборудования с глубокой внутренней самодиагностикой, диагностики состояния и выявления ансамблей функциональных



узлов – претендентов на выход из синхронизма, определения необходимости приведения в действие средств дозированного управления режимом;

- разработка средств обеспечения передачи необходимой информации и управляющих воздействий к цифровым двойникам и к автоматическим регуляторам, осуществление непрерывного контроля целостности и исправности компонентов функциональных узлов и оценки эффективности управления в реальном времени автоматически и визуально на экранах диспетчерского пульта управления;

- разработка средств отслеживания обеспечения требуемой последовательности переключений в процессе управления оборудованием для возврата сегмента энергосистемы в состояние нормальной синхронной работы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Грабчак Е.П., Логинов Е.Л. Цифровая энергетика: повышение надежности управления электро- и теплоэнергетическими системами на основе внедрения цифровых технологий. - М.: МНИИПУ, ИНЭС, 2020. - 222 с.
2. Грабчак Е.П. Цифровая трансформация электроэнергетики. – М.: Кнорус, 2018. - 340 с.
3. Грачков И.А. Информационная безопасность АСУ ТП: возможные вектора атаки и методы защиты // Безопасность информационных технологий. 2018. Т. 25. № 1. С. 90-98.
4. Иванов С.Н. Энергосбережение: проблемы достижения энергоэффективности. - М.: НИЭБ, 2009. – 329 с.
5. Павлюков В.С., Данилин А.М. К задаче совершенствования технологии анализа моделей установившегося режима электрических сетей с применением элементов искусственного интеллекта // Инновации в науке. 2016. № 57-2. С. 111-117.
6. Баринов А.Е., Скурлаев С.В., Соколов А.Н. Методика оценки рисков, вызванных уязвимостями в программном обеспечении автоматизированных систем управления технологическими процессами // Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. 2017. № 3 (25). С. 34-42.
7. Васильев Ю.С., Зегжда П.Д., Зегжда Д.П. Обеспечение безопасности автоматизированных систем управления технологическими процессами на объектах гидроэнергетики // Известия Российской академии наук. Энергетика. 2016. № 3. С. 49-61.
8. Гвоздев Д.Б., Архангельский О.Д. Повышение информационной безопасности автоматизированных систем диспетчерского управления в электроэнергетических системах // Вестник Московского энергетического института. Вестник МЭИ. 2019. № 3. С. 27-36.
9. Каменских А.Н., Бортник Д.А. Анализ рекомендаций по защите автоматизированных систем управления с целью выявления типичных уязвимостей // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. 2016. № 17. С. 48-60.
10. Карантаев В.Г. Вопросы кибербезопасности в меняющейся электроэнергетической отрасли // Релейщик. 2019. № 1 (33). С. 48-51.
11. Гвоздев Д.Б., Болонов В.О., Окнин Е.П., Здирук К.Б., Кузьминов И.М. О возможности применения цифровых двойников в управлении объектами электроэнергетики // Электроэнергия. Передача и распределение. 2019. № 6 (57). С. 30-35.
12. Терехов Д.В., Сидоренко Е.В., Данилов А.Д. Тенденции развития АСУ ТП на Нововоронежской АЭС // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. 2017. № 3. С. 66-76.
13. Аракелян Э.К., Андрушин А.В., Минзов А.П., Мезин С.В. Проблемы информационной безопасности АСУ ТП ТЭС и АЭС и возможные подходы к их решению // Новое в российской электроэнергетике. 2015. № 5. С. 44-50.

14. Дементьев С.С., Дикарев П.В. «Умные» электромеханические системы в электроэнергетике // Энерго- и ресурсосбережение: промышленность и транспорт. 2019. № 2 (27). С. 6-10.
15. Колосок И.Н., Коркина Е.С. Анализ кибербезопасности цифровой подстанции с позиций киберфизической системы // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2019. № 3 (15). С. 121-131.
16. Андропов Е.В., Коган И.Р., Поваров В.П., Павлов Л.П. Алгоритмизация управления диверсной системой комплексной защиты блоков АЭС // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2015. Т. 11. № 5. С. 51-58.
17. Гура Д.Н. Применение «жесткой» и «гибкой» логики в микропроцессорных устройствах релейной защиты (МП УРЗА). Проблемы совместимости УРЗА различных производителей // Вестник науки Сибири. 2015. № S1 (15). С. 43-47.
18. Андрюхин Е.В., Ридли М.К. Анализ сетевого трафика для выявления критических состояний систем автоматизации в условиях промышленных сетей // Безопасность информационных технологий. 2018. Т. 25. № 3. С. 79-87.
19. Логинов Е.Л., Логинов А.Е. Интеллектуальная электроэнергетика: новый формат интегрированного управления в Единой энергетической системе России // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2012. Т. 8. № 29 (170). С. 28-32.
20. Карантаев В.Г., Кузнецов А.В., Архангельский О.Д., Сютлов Д.В. Опыт проведения киберучений по анализу нарушений работоспособности объектов электроэнергетического комплекса в результате кибератак // Релейщик. 2020. № 1 (36). С. 54-56.
21. Кошечев М.И., Ларюхин А.А., Славутский А.Л. Использование адаптивных нейроалгоритмов для распознавания аномальных режимов систем вторичного оборудования электроэнергетики // Вестник Чувашского университета. 2019. № 1. С. 47-58.
22. Кулаков А.В., Голованев В.Е., Горбачева Л.А., Юсупов С.К., Семишкин В.П., Шарый Н.В. Разработка принципов восстановления программного обеспечения на узлах больших программно-технических комплексов как средства повышения надежности и ремонтпригодности в сложных автоматизированных системах управления технологическим процессом // Тяжелое машиностроение. 2016. № 5. С. 22-26.
23. Никандров М.В., Селезнев М.И. Аспекты обеспечения информационной безопасности локально-вычислительных сетей цифровых подстанций // Релейщик. 2019. № 2 (34). С. 44-46.

## REFERENCES

1. Grabchak E.P., Loginov E.L. Digital energy: improving the reliability of control of electrical and heat power systems through the introduction of digital technologies. - M.: MNIIPU, INES, 2020. - 222 p.
2. Grabchak E.P. Digital transformation of the electric power industry. - M.: Knorus, 2018. - 340 p.
3. Grachkov I.A. Information security of APCS: possible attack vectors and protection methods // Security of information technologies. 2018. Vol. 25. No. 1. P.90-98.
4. Ivanov S.N. Energy saving: problems of achieving energy efficiency. - M.: NIEB, 2009. - 329 p.
5. Pavlyukov V.S., Danilin A.M. On the problem of improving the technology for analyzing models of the steady state of electrical networks using elements of artificial intelligence // Innovations in Science. 2016. No. 57-2. P. 111-117.
6. Barinov A.E., Skurlaev S.V., Sokolov A.N. Methodology for assessing risks caused by vulnerabilities in the software of automated control systems for technological processes // Bulletin of the Ural Federal District. Information security. 2017. No. 3 (25). P. 34-42.

7. Vasiliev Yu.S., Zegzhda P.D., Zegzhda D.P. Ensuring the safety of automated control systems for technological processes at hydropower facilities // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Energy. 2016. No. 3. P. 49-61.
8. Gvozdev D.B., Arkhangelskiy O.D. Increasing information security of automated dispatch control systems in electric power systems // Bulletin of the Moscow Power Engineering Institute. MEI Bulletin. 2019. No.3. P. 27-36.
9. Kamenskikh A.N., Bortnik D.A. Analysis of recommendations for the protection of automated control systems in order to identify typical vulnerabilities // Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Electrical engineering, information technology, control systems. 2016. No. 17. P. 48-60.
10. Karantaev V.G. Cybersecurity Issues in the Changing Electricity Industry // Relayshchik. 2019. No. 1 (33). P. 48-51.
11. Gvozdev D.B., Bolonov V.O., Oknin E.P., Zdiruk K.B., Kuzminov I.M. On the possibility of using digital twins in the management of electric power facilities // Elektroenergiya. Transmission and distribution. 2019. No. 6 (57). P. 30-35.
12. Terekhov D.V., Sidorenko E.V., Danilov A.D. Trends in the development of automated process control systems at the Novovoronezh NPP // Izvestia of higher educational institutions. Nuclear energy. 2017. No. 3. P. 66-76.
13. Arakelyan E.K., Andryushin A.V., Minzov A.P., Mezin S.V. Problems of information security of APCS TPP and NPP and possible approaches to their solution // New in the Russian electric power industry. 2015. No. 5. P. 44-50.
14. Dementyev S.S., Dikarev P.V. "Smart" electromechanical systems in the electric power industry // Energy and resource saving: industry and transport. 2019. No. 2 (27). P. 6-10.
15. Kolosok I.N., Korkina E.S. Analysis of the cybersecurity of a digital substation from the standpoint of a cyberphysical system // Information and Mathematical Technologies in Science and Management. 2019. No. 3 (15). P. 121-131.
16. Andropov E.V., Kogan I.R., Povarov V.P., Pavlov L.P. Algorithmization of control of a subversive system of complex protection of NPP units // Bulletin of the Voronezh State Technical University. 2015. Vol. 11. No. 5. P. 51-58.
17. Gura D.N. Application of "hard" and "flexible" logic in microprocessor-based relay protection devices (MP URZA). Problems of URZA compatibility of different manufacturers // Bulletin of Science of Siberia. 2015. No. S1 (15). P. 43-47.
18. Andryukhin E.V., Ridley M.K. Analysis of network traffic to identify critical states of automation systems in industrial networks // Safety of information technologies. 2018. Vol. 25. No. 3. P. 79-87.
19. Loginov E.L., Loginov A.E. Intelligent Power Industry: A New Format of Integrated Management in the Unified Energy System of Russia // National Interests: Priorities and Security. 2012. T. 8. No. 29 (170). P. 28-32.
20. Karantaev V.G., Kuznetsov A.V., Arkhangelskiy O.D., Syutov D.V. Experience of carrying out cyber exercises on the analysis of malfunctions of objects of the electric power complex as a result of cyberattacks // Relayshchik. 2020. No.1 (36). P. 54-56.
21. Koshcheev M.I., Laryukhin A.A., Slavutsky A.L. The use of adaptive neuroalgorithms for recognizing anomalous modes of systems of secondary equipment in the electric power industry // Bulletin of the Chuvash University. 2019.No.1. P. 47-58.
22. Kulakov A.V., Golovanev V.E., Gorbacheva L.A., Yusupov S.K., Semishkin V.P., Shary N.V. Development of principles of software recovery at the nodes of large software and hardware complexes as a means of increasing reliability and maintainability in complex automated process control systems // Heavy Machine Building. 2016. No.5. P. 22-26.
23. Nikandrov M.V., Seleznev M.I. Aspects of ensuring information security of local-computer networks of digital substations // Relay. 2019. No. 2 (34). P. 44-46.

## ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Чиналиев Владимир Улукбекович**, доктор экономических наук, первый заместитель генерального директора по развитию, АО «ТПС Недвижимость», 105062, г. Москва, ул. Покровка, 47А, instituteb@mail.ru.

**Chinaliev Vladimir Ulukbekovich**, Doctor of Economics, First Deputy General Director for Development, TPS Real Estate JSC, 105062, Moscow, st. Pokrovka, 47A, instituteb@mail.ru.

**Грабчак Евгений Петрович**, кандидат экономических наук, заместитель Министра энергетики Российской Федерации, Минэнерго России, 107996, г. Москва, Щепкина, д.42, grabchak.eug@gmail.com.

**Grabchak Evgeny Petrovich**, Candidate of Economic Sciences, Deputy Minister of Energy of the Russian Federation, Ministry of Energy of Russia, 107996, Moscow, Schepkina, 42, grabchak.eug@gmail.com.

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

**Loginov Evgeny Leonidovich**, Doctor of Economics, Professor of the Russian Academy of Sciences, twice winner of the RF Government Prize in Science and Technology, Deputy Director, Institute for Economic Strategies, 101000, Moscow, Sretensky blvd., 6/1 building 1, loginovel@mail.ru.

Дата поступления в редакцию: 02.07.2021

После рецензирования: 23.08.2021

Дата принятия к публикации: 03.09.2021

## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ | TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS

С.Л. Тихонов [S. L. Tikhonov]<sup>1</sup>  
 Н.В. Тихонова [N. V. Tikhonova]<sup>1</sup>  
 К.Е. Кирпикова [K. E. Kirpikova]<sup>2</sup>  
 И.Г. Пестова [I.N. Pestova]<sup>3</sup>  
 Н.В. Московенко [N.V. Moskovenko]<sup>1</sup>  
 Н.А. Кольберг [N. A. Kolberg]<sup>1</sup>

УДК 636.03  
 DOI:10.37493/2307-910X.2021.3.8

**БИОСИНТЕЗ НИЗИНА С  
 ПРИМЕНЕНИЕМ ФОТОСТИМУЛЯЦИИ  
 ПРОДУЦЕНТА LACTOBACILLUS  
 LACTIS И ПЕПТИДОВ ФАБРИЦЕВОЙ  
 СУМКИ В СОСТАВЕ ПИТАТЕЛЬНОЙ  
 СРЕДЫ**

**BIOSYNTHESIS OF LOWLANDS USING  
 THE PHOTOSTIMULATION OF THE  
 PRODUCER LACTOBACILLUS LACTIS  
 AND THE PEPTIDES OF THE FACTORY  
 BAGS IN THE COMPOSITION OF THE  
 NUTRIENT MEDIUM**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный экономический университет» г. Екатеринбург, Россия, e-mail: [kolberg\\_na@usue.ru](mailto:kolberg_na@usue.ru) / Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State University of Economics" Yekaterinburg, Russia, [kolberg\\_na@usue.ru](mailto:kolberg_na@usue.ru)*

<sup>2</sup> *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Россия, Санкт-Петербург, e-mail: [tikhonov75@bk.ru](mailto:tikhonov75@bk.ru)*

<sup>3</sup> *ГБОУ ВО «Южно-Уральский ГАУ», Россия, г. Троицк Челябинской области, e-mail: [inga-pestova@rambler.ru](mailto:inga-pestova@rambler.ru)*

### **Аннотация**

Продукты метаболизма молочнокислых бактерий (МКБ) оказывают положительно влияние на микробиоту желудочно-кишечного тракта и инактивирует патогенную микрофлору. Большинство МКБ являются продуцентами бактериоцинов, в частности, реутерин и низин. Реутерин продуцируется бактериями *Lactobacillus reuteri*. Для увеличения биосинтеза бактериоцинов важное значение имеет выбор оптимальных параметров, а также состав питательной среды для культивирования продуцентов.

### **Материалы, методы, результаты и обсуждения**

В работе проведены исследования влияния света и состава питательных сред на биосинтез низина. Продуцентом низина послужила односуточная культура *Lactobacillus lactis* ATCC 19435. Для культивирования *L. lactis* была предложена питательная среда на основе MRS с содержанием ферментативного гидролизата фабрицевой сумки цыплят

бройлеров в количестве 5, 10 и 15 г/100 г среды MRS. В результате исследований антагонистической активности штамма *St. Aureus* при совместном культивировании и на основании подсчета титра культуры *Lactobacillus lactis* было доказано, что рациональным количеством ферментативного гидролизата фабрициевой сумки цыплят бройлеров в питательной среде следует считать 10 г/100 г MRS. С увеличением содержания низина рост *Lactobacillus lactis* задерживается. Предварительная обработка *Lactobacillus lactis* перед культивированием светом синего спектра с помощью биолампы «Аверс-Сан» со встроенными 20 светодиодами с длиной волны 435-470 нм и интенсивностью излучения – 1800 мкд. в течение 50-60 минут позволяет увеличить антагонистическую активность, титр культуры и жизнеспособность продуцента низина при хранении.

#### **Заключение**

В результате исследований предложена питательная среда для культивирования продуцента низина *Lactobacillus lactis*, путем внесения ферментативного гидролизата фабрициевой сумки цыплят бройлеров в питательную среду MRS.

**Ключевые слова:** *Lactobacillus lactis*, ферментативный гидролизат фабрициевой сумки цыплят бройлеров, питательная среда, свет синего спектра.

#### **Abstract**

The metabolic products of lactic acid bacteria (ICD) have a positive effect on the microbiota of the gastrointestinal tract and inactivates pathogenic microflora. Most ICDs are producers of bacteriocins, in particular, reuterin and nisin. Reuterin is produced by *Lactobacillus reuteri* bacteria. To increase the biosynthesis of bacteriocins, it is important to choose the optimal parameters, as well as the composition of the nutrient medium for cultivating producers.

#### **Materials, methods, results and discussions**

The work carried out studies of the effect of light and the composition of nutrient media on the biosynthesis of the nisin. The sulfurous culture of the nisin was the single-rate Culture of *Lactobacillus Lactis* ATCC 19435. For the cultivation of *L. Lactis*, a nutrient medium was proposed based on MRS with the content of enzymatic hydrolyzate of the Fabryal bag of broilers chickens in the amount of 5, 10 and 15 g / 100 g of MRS media. As a result of studies of antogonistic activity of *Stamma St. Aureus* with joint cultivation and on the basis of calculation of the Culture titer *Lactobacillus Lactis* It has been proven that the rational amount of enzymatic hydrolyzate of the Fabryery bag of broilers chickens in the nutrient medium should be considered 10 g / 100 g MRS. With increasing low content, the growth of *Lactobacillus Lactis* is delayed. Pre-processing *Lactobacillus Lactis* Before cultivating the light of a blue spectrum using Biolamps "Avers-san" with built-in 20 LEDs with a wavelength of 435-470 nm and radiation intensity - 1800 MCD. In the course of 50-60 minutes, it allows to increase antogonistic activity, culture titer and vitality The producer of the lowlands during storage.

#### **Conclusion**

As a result of the research, a nutrient medium was proposed for cultivating the producer of the lowland *Lactobacillus lactis*, by introducing an enzymatic hydrolysate of the fabricium bag of broiler chickens into the MRS nutrient medium.

**Key words:** *Lactobacillus Lactis*, enzymatic hydrolyzate Factory bags of broilers chickens, nutrient medium, light blue spectrum.

#### **Introduction**

Metabolic products of lactic acid bacteria (LAB) have a positive effect on the microbiota of the gastrointestinal tract and inactivate pathogenic microflora [1]. Most of the LAB are producers of bacteriocins, in particular, reuterin and nisin. Reuterin is produced by the bacteria *Lactobacillus*

reuteri [2]. To increase the biosynthesis of bacteriocins, it is important to select the optimal parameters, as well as the composition of the nutrient medium for the cultivation of producers. By changing the parameters of growing strains of LAB, it is possible to regulate the synthesis of bacteriocins [2]. For the synthesis of nisin, a culture of *Lactococcus lactis* is used, which is effectively cultivated on nutrient media MRS and M17 [3,4]. Authors Iván Costa-Trigo, Alicia Paz, Patricia Otero-Penedo, David Outeiriño, Nelson Pérez Guerra, José Manuel Domínguez have developed and investigated carbohydrate-rich solutions with or without nutrients to obtain bacteriocins by cultivating *LACTOBACILLUS 21 PLANTARUM* [5].

An increase in the production of bacteriocins was noted when using an enzymatic solution obtained at a controlled pH of 6.0, supplemented with nutrients from MRS broth (except for glucose). It was found that the concentration of bacteriocins obtained in the nutrient medium (9.21 BU / ml) was 1.22 and 1.98 times higher than in the buffer medium with pH 4.8 (7.56 BU / ml) and commercial broth MRS (4.65 BU / ml), respectively.

The effect of growth parameters on the enzymatic production of nisin-like bacteriocin *LACTOCOCCUS LACTIS* A164 is described in the studies of Chan-Ick Cheigh [3]. The production of bacteriocin was greatly influenced by the sources of carbon and nitrogen. Strain A164 produced at least 4 times more bacteriocin in M17 broth supplemented with lactose than other carbon sources. It was found that the optimal source of organic nitrogen is 3% yeast extract. While the maximum biomass was obtained at 37 ° C, the optimum temperature for bacteriocin production was 30 ° C. Bacteriocin production was also influenced by the pH of the culture broth. The optimum pH for the growth and production of bacteriocins was 6.0. Although cell growth at pH 6.0 was almost the same at pH 5.5 and 6.5, the greatest bacteriocin activity was observed at pH 6.0. Exponential growth was observed only in the initial period of cultivation, and then linear growth was observed. Linear growth rates increased from 0.160 gDCW l<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> to 0.245 gDCW l<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> with an increase in lactose concentration from 0.5 to 3.0%. The maximum biomass was also increased from 1.88 gDCW l<sup>-1</sup> to 4.29 gDCW l<sup>-1</sup>. However, an increase in lactose concentration did not prolong the active growth phase. After 20 h of cultivation, cell growth stopped regardless of the concentration of lactose. Bacteriocin production showed primary metabolic kinetics. However, the bacteriocin yield based on cell mass increased significantly during the late growth phase. The maximum activity of 131 × 10<sup>3</sup> AU ml<sup>-1</sup> was obtained in the early stationary growth phase (20 h) with periodic fermentation in M17L broth (3.0% lactose) at 30 ° C and pH 6.0 [3].

The influence of some environmental factors on the production of bacteriocin by *LACTOBACILLUS PLANTARUM* 17.2 b was studied. The first screening design showed that NaCl, temperature, pH, and the type and concentration of carbon and nitrogen sources were the most significant factors. A moderate stimulatory effect of ethanol and oleuropein has also been reported. To study the influence of the selected variables and calculate its optimum, two consecutive central composite structures were used. The evolution of changes caused by changes in environmental factors was further investigated in the areas of disturbances. Bacteriocin production *L. PLANTARUM* 17.2 b was very sensitive to environmental conditions and was not associated with growth. Maximum production required suboptimal growth temperatures, pH values above the growth optimum, and the absence of NaCl. A preliminary kinetic approach has shown that bacteriocin production by this strain appears to follow the mixed kinetics of metabolites.

A study was conducted of the impact of various factors on the ICD. So, under the influence of stress factors, cell cultures can lose their ability to cultivate, their morphology changes (size decreases) and physiological properties (metabolism slows down). Such cell cultures are called viable uncultivated cells (VNCs) [6]. It should be borne in mind that when assessing the microbiological safety of food products, it is possible to obtain results with a high degree of error [7,8].

It is also known the positive influence of some external factors on the cultivation of microorganisms, in particular, visible light with a certain wavelength. In biotechnology, special attention is paid to the study of the influence of various physical factors on biological objects. At the same

time, studies on the effect of light of a different spectrum on the activity, metabolism and other biological functions of non-photosynthetic organisms and biologically active substances are practically absent, although some of these substances may or have a photoreceptor system, which is confirmed by studies of the effect of light of a different spectrum on yeast cells of *Saccromyces cerevisiae* [nine].

As a result of the research, a significant increase in the mass of yeast was established against the background of their exposure to light of blue and red spectra. Thus, in the experimental group (irradiation of yeast with blue light), the biomass gain increased by 10 % compared to the control (no light), in the other experimental group (irradiation with red light), the biomass gain increased by 5 % compared to the yeast samples of the control group. In the study, the obtained bioeffects are explained by the possibility of absorption of light energy of the blue spectrum by mitochondria and, accordingly, an increase in the biosynthesis of macroergs, as well as the direct absorption of quanta of blue light by elements of the mitochondrial energy system, which leads to an increased synthesis of macroergs. In a yeast cell there is an analogue of a photoreceptor - a chromoprotein, under the influence of light energy it heats up locally and transfers heat to the membrane and the entire cell, which leads to increased metabolism and growth of yeast. As for red light, it also affects biological objects, but to a lesser extent due to the lower energy of quanta [10].

Due to the lack of complete data on the effect of light and the composition of nutrient media on the metabolism of cellular bacteria, the aim of research is to assess the effect of the composition of the nutrient medium and blue spectrum light on the biosynthesis of nisin.

#### **Materials and methods**

Nisin was produced by a one-day culture of *Lactobacillus lactis* ATCC 19435. Storage and maintenance of the culture was carried out by inoculation in agazed medium, incubated at a temperature of  $30 \pm 2$  °C for 48 hours, and then a monthly passage on skim milk was carried out. The *Lactobacillus lactis* culture was stored at 4 to 6 °C in a refrigerator.

It is known that MRS and M 17 media are widely used for cultivation of *L. lactis*. We have proposed a nutrient medium based on MRS containing enzymatic hydrolyzate of the bursa of broiler chickens in an amount of 5, 10, and 15 g / 100 g of MRS medium.

For the experiment to evaluate the efficiency of *Lactobacillus lactis* cultivation, a one-day culture of the producer in the amount of 100 ml was introduced into the prepared MRS medium. Fermentation was carried out for 24 hours using an autoclave-type industrial fermenter model B-65-01 at pH 5.7, the level of which was maintained by adding a 10% NaOH solution. Hydrolysis was carried out for two hours at a temperature of 28-30 °C, sterilization for 30 minutes. Did five fermentations (n = 5).

Samples of the culture of *Lactobacillus lactis* of the control group were not treated with light before fermentation. Samples of the experimental group of the producer of nisin before cultivation for 50-60 minutes were treated with a biolamp "Avers-San" (manufactured by ZAO NPK "Avers", Moscow) with built-in 20 LEDs with a wavelength of 435-470 nm and a radiation intensity of 1800 mcd ...

The antagonistic activity of the *Lactobacillus lactis* ATCC 19435 strain was determined by mixing bacterial populations in comparison with the growth of test strains in monoculture [11]. *St. aureus* was used as a test strain. Cultivation was carried out in pure MRS medium and containing 5, 10 and 15 g / 100 g of bovine colostrum hydrolyzate / 100 g of MRS medium by adding 1 ml of *Lactobacillus lactis* ATCC 19435 inoculum and 1 ml of *St. aureus* inoculum. The number of cells of the monoculture of the test strain was taken as 100%, which were cultured in pure MRS medium.

Cells were counted after 24 and 48 hours of incubation at  $37 \pm 1$  °C.

The titer of *Lactobacillus lactis* cells was determined by inoculation on pure MRS medium (control group 1) and containing enzymatic hydrolyzate of the bursa of broiler chickens in the



amount of 5 (experimental group 2), 10 (experimental group 3) and 15 g (experimental group 4) / 100 g of MRS medium.

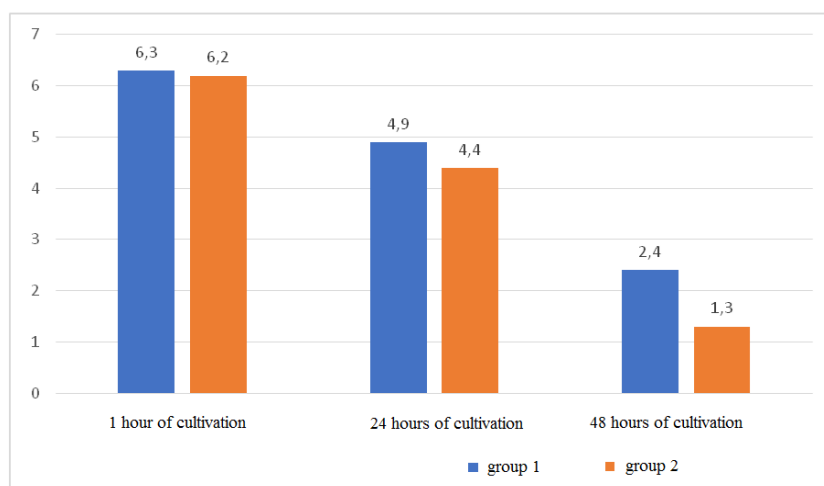
To study the activity of *Lactobacillus lactis* culture cells during maintenance and storage, skim milk was used as a nutrient medium.

### Research results

It is known that the nutrient medium for the cultivation of LAB should contain a sufficient amount of nitrogen, peptides obtained by enzymatic hydrolysis, since they have useful biological properties [12].

We have developed a nutrient medium for the cultivation of *Lactobacillus lactis*. In the well-known widespread nutrient medium, we introduced an enzymatic hydrolyzate of the bursa of broiler chickens (FGFSCB). The rationale for the use of FGFSSB is its positive effect on the viability of healthy cells. In studies of the cytotoxicity of FGFSSB in human and mouse cell cultures, it did not disturb the viability of the cell monolayer, regardless of the species and type of cell line. FGFSCB was introduced into the nutrient medium by stirring in a laboratory setup in a pseudo-boiling bed with the following technological parameters: air flow rate for the formation of gushing streams -0.17-0.19 m / s, stirring time - 3-4 hours [13].

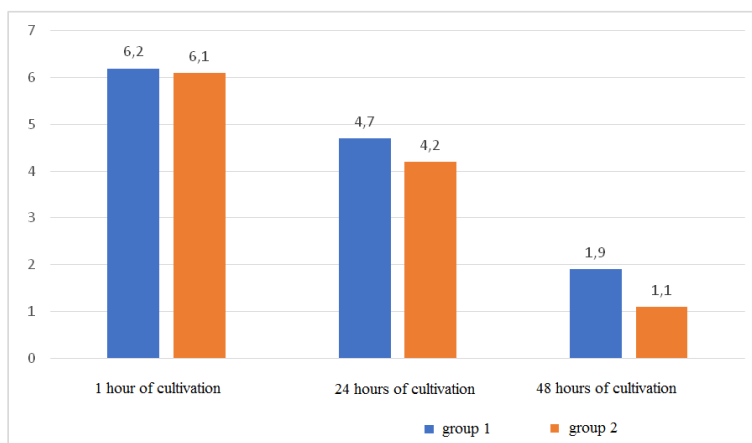
Figure 1 shows the antagonistic activity of LAB for the *St. Aureus* when co-cultured at different concentrations of FGFSSB.



**Figure 1. Antagonistic activity of *Lactobacillus lactis* in relation to the test strain *St. Aureus* when cultivated on MRS medium containing 5 g / 100 g of MRS medium containing FGFSCB, the number of cells in the *St. Aureus* lg (CFU / ml)**

Figure 1 shows that treatment with LAB before cultivation increases the antagonistic activity. Thus, the number of cells in *St. Aureus* after 1, 24 and 48 hours of co-cultivation decreases and amounts to 6.2, 4.4 and 1.3 lg (CFU / ml) in the second group, while in the first group it is 6.3, 4.9 and 2.4 lg (CFU / ml).

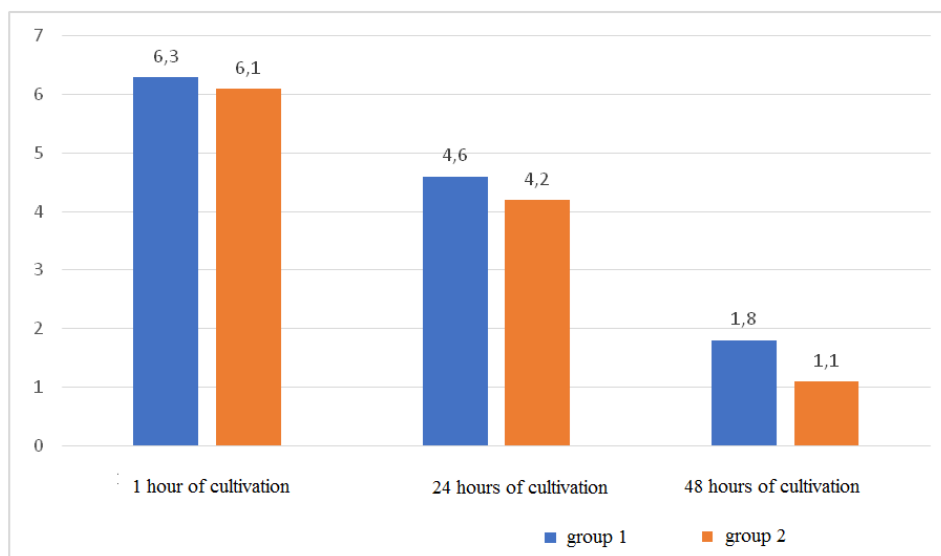
Figure 2 shows the antagonistic activity of *Lactobacillus lactis* in relation to the test strain *St. Aureus* when cultured on MRS medium containing 10 g / 100 g of FGFSSB content in MRS medium.



**Figure 2. Antagonistic activity of *Lactobacillus lactis* in relation to the *St. Aureus* when cultivated on MRS medium containing FGFSB in an amount of 10 g / 100 g of MRS medium, the number of cells in the *St. Aureus* lg (CFU / ml)**

Figure 2 shows that with an increase in the concentration of FGPSB from 5/100 g to 10 g / 100 g in the MRS nutrient medium during co-cultivation of *Lactobacillus lactis* and *St. Aureus* after 24 and 48 hours, the number of cells of the test strain is significantly reduced by 4.1 and 20.8% in the first group. Similar results were obtained when calculating the number of microorganisms in the second group. It should be noted that treatment with blue light of ICD before fermentation allowed an increase in their antagonistic activity by 10.7 and 42.2% compared to the first group of ICD after 24 and 48 hours of cultivation, respectively.

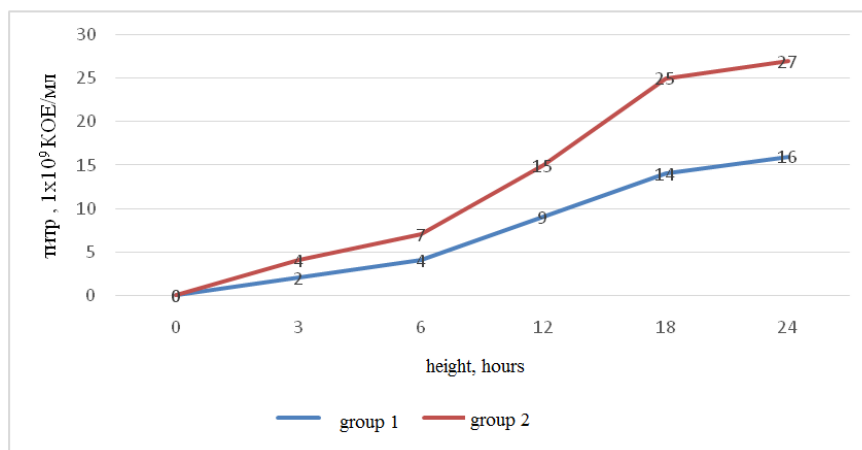
Figure 3 shows the antagonistic activity of *Lactobacillus lactis* in relation to the *St. Aureus* when cultured on MRS medium containing 15 g / 100 g of FGPSB content of MRS medium.



**Figure 3. Antagonistic activity of *Lactobacillus lactis* in relation to the *St. Aureus* when cultivated on MRS medium containing bovine colostrum hydrolyzate in an amount of 15 g / 100 g of MRS medium, the number of cells of the test culture lg (CFU / ml)**

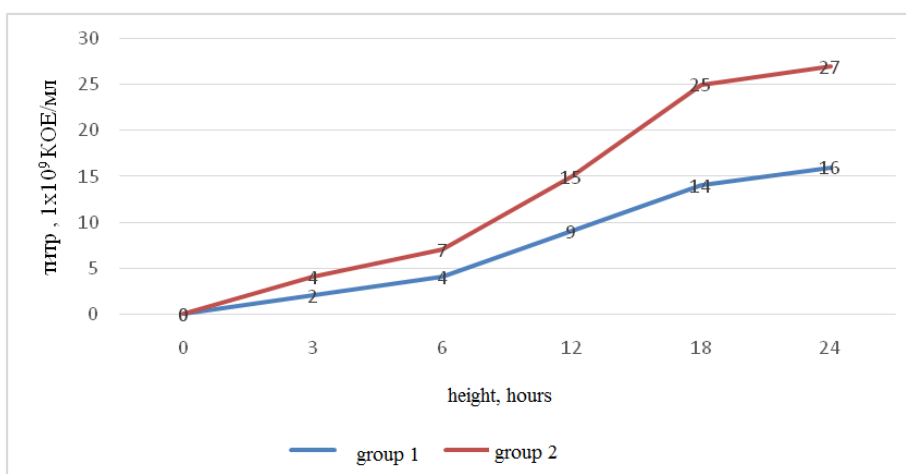
It was found that with an increase in the concentration of FGPSB from 10 to 15 g / 100 g in the MRS nutrient medium, the antagonistic activity of *Lactobacillus lactis* does not change significantly. So the number of *St. Aureus* after 24 and 48 hours of cultivation in the first group is 4.6 and 1.8 lg (CFU / ml), in the second group it is 4.2 and 1.1 lg (CFU / ml). Therefore, an increase in the concentration of FGPSB to 15 mg / 100 g in MRS culture medium is impractical.

The titer of the culture of *Lactobacillus lactis* was studied on the MRS nutrient medium containing 5, 10 and 15 g / 100 g of FGFSB (Fig. 4-6).



**Figure 4. The titer of the *Lactobacillus lactis* culture on MRS nutrient medium containing 5 g / 100 g of FGFSSB**

Figure 4 shows that the titer of *Lactobacillus lactis* culture on MRS nutrient medium containing 5 g / 100 g of medium in the second group against the background of exposure to the blue spectrum of IBC before fermentation after 3, 6, 12, 18 and 24 hours of cultivation is 100 , 42.9, 40.0, 44 and 40.7%.



**Figure 5. Titre of *Lactobacillus lactis* culture on MRS nutrient medium containing 10 g / 100 g of FGFSSB**

With an increase in the content of FGFSSB to 10 g / 100 g of the MRS nutrient medium, the titer of the *Lactobacillus lactis* culture increases in the first and second experimental groups. So the titer of the *Lactobacillus lactis* culture when cultivated on a nutrient medium containing 10 g / 100 g of medium in the first group is 2, 5, 9, 16 and 17 x 10<sup>9</sup> CFU / ml, while when cultured with 5 g / 100 g of medium at levels 2, 4, 9, 14 and 16 x 10<sup>9</sup> CFU / ml. It should be noted that the titer of the *Lactobacillus lactis* culture of the second group is 4, 8, 17, 27 and 29 x 10<sup>9</sup> CFU / ml, which is 100, 60, 88.9 and 70.6% higher than in the first group. It should also be noted that there was a decrease in the dynamics of the titer of the *Lactobacillus lactis* culture with an increase in the incubation time. The data obtained are explained by the presence of specific immunity in LAB to the action of nisin, the higher the concentration of bacteriocin, the faster its production decreases, which allows bacteria-producers to develop [14].

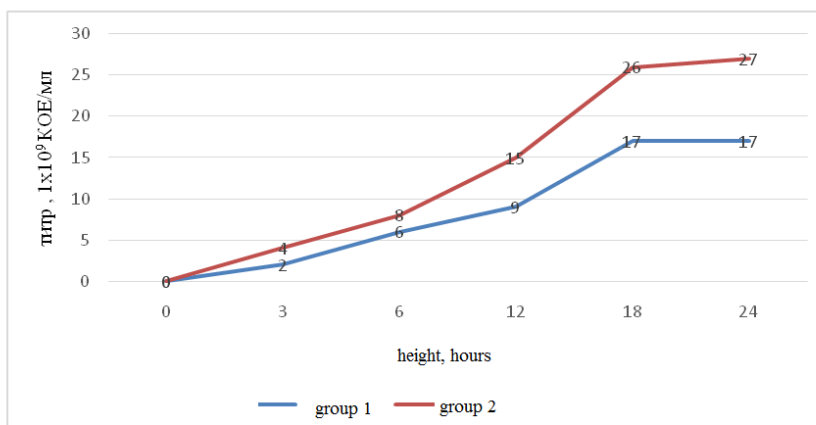


Figure 6. Titre of *Lactobacillus lactis* culture on MRS nutrient medium containing 10 g / 100 g of FGFSB

Figure 6 shows that an increase in FGFSB to 15 g / 100 g of MRS medium slightly increases the titer of the *Lactobacillus lactis* culture in the first and second groups in comparison with the content of FGFSB in the MRS medium in the amount of 10 g / 100 g.

Studies of the activity of nisin were carried out during storage of a culture of *Lactobacillus lactis* in skim milk for three days at a temperature of 4 to 6 °C in a refrigerator.

Table 1 shows the results of a study of the activity of nisin during storage of a culture of *Lactobacillus lactis* in skim milk.

Table 1. - Activity of nisin from *Lactobacillus lactis* culture samples in skim milk, %

Group							
1				2			
Storage duration, months							
background	1	2	3	background	1	2	3
100	100	92	85	100	100	94	92

From the data in Table 1, it follows that the activity of nisin during storage of *Lactobacillus lactis* culture samples in skim milk in the second group is higher and is 1, 2 and 3 months of storage 100, 94 and 92%, while in the first 100, 92 and 85% ...

Thus, the data obtained indicate a positive effect of blue light on the viability of LAB during storage, in particular, on *Lactobacillus lactis*.

### Conclusions

As a result of the research, a nutrient medium for the cultivation of the producer of nisin *Lactobacillus lactis* was proposed by introducing an enzymatic hydrolyzate of the bursa of broiler chickens into the MRS nutrient medium. Based on the study of the antagonistic activity of the *St. Aureus* in co-cultivation and on the basis of counting the titer of the culture of *Lactobacillus lactis*, it can be concluded that the rational amount of PGFSSB in the culture medium should be considered 10 g / 100 g MRS. It has been proven that with an increase in the content of nisin, the growth of *Lactobacillus lactis* is inhibited. Pretreatment of *Lactobacillus lactis* before cultivation with blue light using a biolamp "Avers-San" with built-in 20 LEDs with a wavelength of 435-470 nm and a radiation intensity of 1800 mcd. For 50-60 minutes allows you to increase antagonistic activity, culture titer and viability nisin producer during storage

## ЛИТЕРАТУРА

1. Özogul F., Hamed I. The importance of lactic acid bacteria for the prevention of bacterial growth and their biogenic amines formation: A review // *Critical Rev. Food Sci. Nutrition*. 2018. Vol. 58, N 10. P. 1660–1670. doi: 10.1080/10408398.2016.1277972
2. Abo-Amer A.E., El-Deep B.A., Altalhi A.D. Optimization of bacteriocin production by *Lactobacillus plantarum* AA135. // *Roumanian Arch. Microbiol. Immunol.* 2007. N 67. P. 36–40.
3. Cheigh C.I., Choi H.J., Park H., et al. Influence of growth conditions on the production of a nisin-like production bacteriocin by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* A164 isolated from kimchi. // *J. Biotechnol.* 2002. Vol. 95, N. 3 P. 225–235. doi: 10.1016/S0168-1656(02)00010-X.
4. Устюгова Е.А., Тимофеева А.В., Стоянова Л.Г., и др. Характеристика и идентификация бактериоцинов, образуемых *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 194-К // *Прикл. биохим. микробиол.* 2012. Т. 6, № 48. С. 616–625. doi:10.1134/S0003683812060105.
5. Costa-Trigo I., Paz A., Otero-Penedo P., Outeiriño D., Guerra N.P., Domínguez J.M., Enhancing the saccharification of pretreated chestnut burrs to produce bacteriocins // *Journal of Biotechnology*. 2021. Vol. 329. P. 13-20. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2021.01.010>.
6. Li B., Liu F., Tang Y., Luo G., Evivie S., Zhang D., Wang N., Li W, Huo G. Complete genome sequence of *Lactobacillus helveticus* KLDS1.8701, a probiotic strain producing bacteriocin // *Journal of Biotechnology*. 2015. Vol. 212. P. 90-91. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2015.08.014>.
7. Pakhomov Y. D., Blinkova L.P., Stoyanova L.G., Dmitrieva O.V. Non culture able Forms of *Lactococcus lactis* // *Annals of Nutr. Metabol.* 2013. N 62 (suppl. 2). P. 22.
8. Blinkova L., Martirosyan D., Pakhomov Y. D., Dmitrieva O., Vaughan R., Altshuler M. Non culture able forms of bacteria in lyophilized probiotic preparations // *Functional Foods in Health and Disease*. 2014. V. 4, N 2. P. 66-76.
9. Супрунюк А. Ю., Карпенко Д. В. Влияние обработки монохроматическим светом на характеристики пивных дрожжей // *День науки: сб. материалов Общеуниверситетской науч. конф. молодых ученых и специалистов (Москва, 1–30 апреля 2016 г).* Москва: МГУПП. 2016. Ч. II. С. 181.
10. Кобелев А. В., Багаева Т. В. Влияние разного светового спектра на рост дрожжей *Saccharomyces cerevisia* // *Сервис виртуальных конференций Pax Gird: материалы II Междунар. интернет-конф. (Казань, 26–27 марта 2013 г.).* Казань: ИП Синяев Д. Н. 2013. С. 147-149.
11. Федотова Т.В., Васина Д.В., Бегунова А.В. и др. Антагонистическая активность молочнокислых бактерий *Lactobacillus* spp. в отношении клинических изолятов *Klebsiella pneumoniae* // *Прикл. Биохим. Микробиол.* 2018. Т. 53, № 4. С. 264-276 doi: 10.1134/s003683818030043.
12. Halavach T.N. [et al.] Evaluation of antimutagenic and antifungal properties, parameters of acute toxicity and sensitizing activity of enzymatic whey protein hydrolysate // *Foods and Raw Materials*. 2016. Vol. 4, N 2. P.105-114.
13. Кольберг Н.А., Тихонов С.Л., Леонтьева С.А. Коррекция иммунодефицита мышей биологически активным веществом тканевого происхождения // *Современная наука и инновации*. 2021. №1. С.94-100.
14. Бегунова А.В., Рожкова И.В., Ширшова Т.И., Глазунова О.А. Биосинтез антимикробных бактериоциноподобных соединений штаммов *Lactobacillus reuteri* LR 1: оптимизация условия культивирования // *Биотехнология*. 2019. Т.35, № 5. С. 59-69.

## REFERENCES

1. Özogul F., Hamed I. The importance of lactic acid bacteria for the prevention of bacterial growth and their biogenic amines formation: A review // *Critical Rev. Food Sci. Nutrition*. 2018. Vol. 58, N 10. R. 1660–1670. doi: 10.1080/10408398.2016.1277972
2. Abo-Amer A.E., El-Deep B.A., Altalhi A.D. Optimization of bacteriocin production by *Lactobacillus plantarum* AA135. // *Roumanian Arch. Microbiol. Immunol.* 2007. N 67. p. 36–40.
3. Cheigh C.I., Choi H.J., Park H., et al. Influence of growth conditions on the production of a nisin-like production bacteriocin by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* A164 isolated from kimchi. // *J. Biotechnol.* 2002. Vol. 95, N. 3 R. 225–235. doi: 10.1016/S0168-1656(02)00010-X.
4. Ustyugova E.A., Timofeeva A.V., Stoyanova L.G., i dr. Kharakteristika i identifikatsiya bakteritsinov, obrazuemykh *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 194-K // *Prikl. biokhim. mikrobiol.* 2012. T. 6, № 48. S. 616–625. doi:10.1134/S0003683812060105.
5. Costa-Trigo I., Paz A., Otero-Penedo P., Outeiriño D., Guerra N.P., Domínguez J.M., Enhancing the saccharification of pretreated chestnut burrs to produce bacteriocins // *Journal of Biotechnology*. 2021. Vol. 329. P. 13-20. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2021.01.010>.
6. Li B., Liu F., Tang Y., Luo G., Evivie S., Zhang D., Wang N., Li W, Huo G. Complete genome sequence of *Lactobacillus helveticus* KLDS1.8701, a probiotic strain producing bacteriocin // *Journal of Biotechnology*. 2015. Vol. 212. P. 90-91. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2015.08.014>.
7. Pakhomov Y. D., Blinkova L.P., Stoyanova L.G., Dmitrieva O.V. Non culture able Forms of *Lactococcus lactis* // *Annals of Nutr. Metabol.* 2013. N 62 (suppl. 2). P. 22.
8. Blinkova L., Martirosyan D., Pakhomov Y. D., Dmitrieva O., Vaughan R., Altshuler M. Non culture able forms of bacteria in lyophilized probiotic preparations // *Functional Foods in Health and Disease*. 2014. V. 4, N 2. R. 66-76.
9. Suprunyuk A. YU., Karpenko D. V. Vliyanie obrabotki monokhromaticheskimi svetom na kharakteristiki pivnykh drozhzhei // *Den' nauki: sb. materialov Obshcheuniversitetskoi nauch. konf. molodykh uchenykh i spetsialistov* (Moskva, 1–30 aprelya 2016 g). Moskva: MGUPP. 2016. CH. II. S. 181.
10. Kobelev A. V., Bagaeva T. V. Vliyanie raznogo svetovogo spektra na rost drozhzhei *Saccharomyces cerevisia* // *Servis virtual'nykh konferentsii Pax Gird: materialy II Mezhdunar. internet-konf.* (Kazan', 26–27 marta 2013 g.). Kazan': IP Sinyaev D. N. 2013. S. 147-149.
11. Fedotova T.V., Vasina D.V., Begunova A.V. i dr. Antagonisticheskaya aktivnost' molochnokislykh bakterii *Lactobacillus* spp. v otnoshenii klinicheskikh izolyatov *Klebsiella pneumoniae* // *Prikl. Biokhim. Mikrobiol.* 2018. T. 53, № 4. S. 264-276 doi: 10.1134/s0003683818030043.
12. Halavach T.N. [et al.] Evaluation of antimutagenic and antifungal properties, parameters of acute toxicity and sensitizing activity of enzymatic whey protein hydrolysate // *Foods and Raw Materials*. 2016. Vol. 4, N 2. P.105-114.
13. Kol'berg N.A., Tikhonov S.L., Leont'eva S.A. Korrektsiya immunodefitsita myshei biologicheski aktivnym veshchestvom tkanevogo proiskhozhdeniya // *Sovremennaya nauka i innovatsii*. 2021. №1. S.94-100.
14. Begunova A.V., Rozhkova I.V., Shirshova T.I., Glazunova O.A. Biosintez antimikrobnyykh bakteritsinopodobnykh soedinenii shtammov *Lactobacillus reuteri* LR 1: optimizatsiya usloviya kul'tivirovaniya // *Biotekhnologiya*. 2019. T.35, № 5. S. 59-69.

## ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Тихонов Сергей Леонидович**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой пищевой инженерии. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный экономический университет» 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, [tihonov75@bk.ru](mailto:tihonov75@bk.ru), 89122769895.

**Tikhonov Sergey Leonidovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Food Engineering. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State Economic University" 620144, Yekaterinburg, 8 Marta / Narodnaya Volya St., 62/45, 89122769895, e-mail: [tihonov75@bk.ru](mailto:tihonov75@bk.ru)

**Тихонова Наталья Валерьевна**, д.т.н., профессор, профессор кафедры пищевой инженерии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный экономический университет» 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, e-mail: [tihonov75@bk.ru](mailto:tihonov75@bk.ru), 89193923709.

**Tikhonova Natalya Valerievna**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Food Engineering. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State Economic University" 620144, Yekaterinburg, 8 Marta / Narodnaya Volya St., 62/45, e-mail: [tihonov75@bk.ru](mailto:tihonov75@bk.ru), 89122769895.

**Кирпикова Ксения Евгеньевна**, ассистент, кафедра медицинского и фармацевтического товароведения, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, e-mail: [tihonov75@bk.ru](mailto:tihonov75@bk.ru)

**Kirpikova Ksenia Evgenievna**, assistant, Department of Medical and Pharmaceutical Commodity Science, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "St. Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, e-mail: [tihonov75@bk.ru](mailto:tihonov75@bk.ru)

**Пестова Инга Геннадьевна**, аспирант ГБОУ ВО «Южно-Уральский ГАУ», Россия, г. Троицк Челябинской области, 8 (342) 294-51-62, e-mail: [inga-pestova@rambler.ru](mailto:inga-pestova@rambler.ru)

**Pestova Inga Gennadievna**, postgraduate student of the State Educational Institution "South Ural State University", Russia, Troitsk, Chelyabinsk region, 8 (342) 294-51-62, e-mail: [inga-pestova@rambler.ru](mailto:inga-pestova@rambler.ru)

**Московенко Надежда Владимировна**, кандидат технических наук, доцент кафедры пищевой инженерии. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный экономический университет» 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, e-mail: [mik\\_ml@mail.ru](mailto:mik_ml@mail.ru)

**Moskovenko Nadezhda Vladimirovna**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food Engineering. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State University of Economics" 620144, Yekaterinburg, 8 Marta str./Narodnaya Volya, 62/45, e-mail: [mik\\_ml@mail.ru](mailto:mik_ml@mail.ru)

**Кольберг Наталья Александровна**, кандидат ветеринарных наук, доцент, директор Единого лабораторного комплекса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный экономический университет» 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, e-mail: [kolberg\\_na@usue.ru](mailto:kolberg_na@usue.ru), 89221797999.

**Kolberg Natalya Aleksandrovna**, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Director of the Unified Laboratory Complex. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State Economic University" 620144, Yekaterinburg, 8 Marta / Narodnaya Volya St., 62/45, 89221797999, e-mail: [kolberg\\_na@usue.ru](mailto:kolberg_na@usue.ru)

Дата поступления в редакцию: 25.04.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 03.06.2021



Н.В. Романова [N.V. Romanova]<sup>1</sup>,  
Е. В. Иванова [E.V. Ivanova]<sup>2</sup>

УДК 637.33/637.35  
DOI: 10.37493/2307-910X.2021.3.9.

**ПРОИЗВОДСТВО ПОЛУТВЕРДЫХ СЫРОВ  
ИЗ СМЕСИ КОЗЬЕГО И КОРОВЬЕГО  
МОЛОКА**

**PRODUCTION OF SEMI-HARD CHEESES  
FROM A MIXTURE OF GOAT'S AND COW'S  
MILK**

<sup>1</sup> *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный заочный университет» (ФГБОУ ВО РГАУЗУ). Россия, г. Балашиха/ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian State Agrarian Correspondence University". Russia, Balashikha, e-mail: [romanovanv0403@yandex.ru](mailto:romanovanv0403@yandex.ru)*

<sup>2</sup> *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Смоленская государственная сельскохозяйственная академия» Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Smolensk State Agricultural Academy", e-mail: [romanovanv0403@yandex.ru](mailto:romanovanv0403@yandex.ru)*

**Аннотация**

*В статье Н. В. Романовой, Е.В. Ивановой «Производство полутвердых сыров из смеси козьего и коровьего молока» исследуется проблема оптимизации производства полутвердых сыров из смеси козьего и коровьего молока.*

*В начале статьи отмечены отличительные особенности физико-химического состава молока этих двух млекопитающих и влияние компонентов молока на технологические особенности производства сыров.*

*Авторы затрагивают в работе несколько важных тем, такие как: подбор закваски и влияние состава заквасочной микрофлоры на органолептические и физико-химические свойства готового продукта. Еще одна не менее актуальная проблема для производства сыров с применением козьего молока – это нормализация смеси. При этом исследователи указывают, на то, что для нормализации козьего молока используют обезжиренное коровье молоко.*

*Соотношение козьего и коровьего молока в смеси устанавливали расчетным методом, с учетом содержания белка в козьем молоке и обезжиренном коровьем молоке. Также в статье излагается ход технологии производства сыра Маасдам из смеси коровьего и козьего молока, проведенного эксперимента и полученные результаты.*

*Для производства сыра Маасдам, соотношение козьего молока и коровьего обезжиренного молока в смеси должно составлять: козье 75,33% коровье обезжиренное 24,67%. Авторы подтверждают свою мысль тем, что расход смеси на производство одного килограмма сыра выше при производстве сыров из козьего молока, применение нормализации козьего молока обезжиренным коровьем молоком позволяет снизить расход смеси на 1 кг продукции на 5-10%. В связи с этим Н.В. Романова и Е.В. Иванова предлагают собственную модель технологического процесса. На этой основе авторы делают вывод о высоком потенциале и перспективности использования смешанного молока в производстве сыров. Таким образом, статья вносит важный вклад в изучение особенностей технологии производства сыров из смеси молока.*

**Ключевые слова:** Козье молоко, коровье молоко, сыр, сочетание молочнокислых бактерий, созревание сыра, сыры из козьего молока.



**Abstract**

*The article "Production of semi-solid cheeses from a mixture of goat and cow's milk" by N. V. Romanova and E. V. Ivanova examines the problem of optimizing the production of semi-solid cheeses from a mixture of goat's and cow's milk.*

*At the beginning of the article, the distinctive features of the physico-chemical composition of the milk of these two mammals and the influence of milk components on the technological features of cheese production are noted.*

*The authors touch upon several important topics in their work, such as: the selection of the starter culture and the influence of the composition of the starter microflora on the organoleptic and physico-chemical properties of the finished product. Another urgent problem for the production of cheeses using goat's milk is the normalization of the mixture. At the same time, the researchers point out that skimmed cow's milk is used to normalize goat's milk.*

*The ratio of goat's and cow's milk in the mixture was established by calculation, taking into account the protein content in goat's milk and skimmed cow's milk. The article also describes the progress of the technology of production of Maasdam cheese from a mixture of cow's and goat's milk, the experiment conducted and the results obtained.*

*For the production of Maasdam cheese, the ratio of goat's milk and cow's skim milk in the mixture should be: goat's 75.33%, cow's skim 24.67%. The authors confirm their idea by the fact that the consumption of the mixture for the production of one kilogram of cheese is higher in the production of cheeses from goat's milk, the use of normalization of goat's milk with skimmed cow's milk reduces the consumption of the mixture per 1 kg of products by 5-10%. In this regard, N. V. Romanova and E. V. Ivanova propose their own model of the technological process. On this basis, the authors conclude that the use of mixed milk in the production of cheeses has a high potential and prospects. Thus, the article makes an important contribution to the study of the features of the technology of production of cheeses from a mixture of milk.*

**Key words:** Goat's milk, cow's milk, cheese, combination of lactic acid bacteria, cheese maturation, goat's milk cheeses.

**Introduction :**

The production of goat cheese is different from the production of cow's milk products. Goat milk is fatty, but it is rarely skimmed, which is primarily due to the difficulties of separation. Whole milk produces delicate, soft cheeses with a delicate taste. The taste directly depends on the breed of goats, hygiene and what they eat. [1,2] At the same time, the use of normalized mixtures will reduce the cost of production, while maintaining the quality inherent in cheeses made from unnormalized goat milk. The aim of the research was to develop optimal milk formulas from goat milk and cow's milk for the production of semi-hard cheeses. In the process of research carried out calculation and analytical selection of mixtures, analysis of physicochemical indicators of mixtures, the influence of the used starter cultures on the quality of semi-hard cheeses from mixed milk is considered.

**Research materials and methods:**

The material for the study was goat milk from Alpine goats and cow milk from black-and-white cows. Raw materials calculations were carried out according to generally accepted methods.

For fermentation of milk, fermented milk starter cultures of direct introduction from two different manufacturers were used: Chr. Chansen (Denmark) and CSK food enrichment BV (Netherlands), the activation temperature of the starter culture is 32 ° C. From the listed cultures, two combinations of ripening and additional cultures were made: CSK food enrichment BV (1– P114 + U102) - 1 sample, Chr. Chansen (DCC-260 + PS-80) - 2nd sample.

Physicochemical, biochemical and organoleptic characteristics of raw milk and cheese were determined according to the methods approved by GOST or GOST R in the laboratories of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the Smolensk State Agricultural Academy.

**Research results:**

Generally, cheeses from goat's milk are produced without the use of its normalization by mass fraction of fat, therefore, the fat content in the dry matter of the resulting cheese depends on the breed of goats, feeding and physiological state of animals and cannot be regulated by cheese producers. There are also quite high losses of milk fat with cheese whey. [3,4,5] Therefore, we were faced with the task of proposing a variant of normalization of goat's milk in the production of cheese such as Maasdam. The standard mass fraction of fat in dry matter of this cheese is 45%, whereas in fact a product is obtained with a mass fraction of fat in dry matter of cheese of 56%, while the fat content of whey is 0.8%.

To develop the optimal parameters for the production of semi-hard cheeses of the Massdam type, we analyzed the physicochemical composition of raw milk, from the point of view of its use in cheese making. The chemical composition of milk from goats and cows is generally similar. However, despite the similarity of the absolute amount of protein and fat in both types of milk, their qualitative composition is significantly different. Proteins of goat milk differ from cow's milk in terms of fractional composition, structural, physicochemical and immunological properties. In terms of amino acid composition, goat and cow milk differ little. Goat's milk contains slightly more leucine, while cow's milk contains isoleucine, the amount of valine in both types of milk is the same. Goat milk contains higher levels of the essential amino acids histidine and cysteine. [6,7]

The fat content of goat milk averages 3.8%, the degree of its assimilation is high and approaches 100%. A key feature of the fat composition of goat milk is the relatively small size of the fat globules, which provides a large surface for fat-enzyme contact. Another distinctive feature is the large amount of short-chain fatty acids in goat milk fat.

Carbohydrates in goat milk are represented by lactose, the content of which is close to that of cow's milk. Compared to cow's milk, goat's amount of vitamins A and C is slightly higher, but it contains 5 times less folic acid and 4 times less vitamin B<sub>12</sub> necessary for normal hematopoiesis.

The mass fraction of fat in goat milk is 0.50% higher than in cow's milk (table 1). Goat milk fat is presented in the form of small fat globules (about 1 micron), which provides a developed surface of the fat phase.

Table 1 - Chemical composition of goat and cow milk,%

Index	Milk	
	goat	cow
Moisture content	86.77	87,74
- fat	4.2 ± 0.05	3,7 ± 0,05
- squirrel	3.6 ± 0.11	3,1 ± 0,11
- total nitrogen	0.607 ± 0.030	0,530 ± 0,030
- non-protein nitrogen	0.0415 ± 0.0060	0,0310 ± 0,0060
- whey proteins	1.11 ± 0.03	0,86 ± 0,03
- lactose	4.40	5,07
Acidity, ° T	twenty	17
Content of somatic cells, thousand / cm <sup>3</sup>	1500	226
Density, kg / m <sup>3</sup>	1029.0	1027,8
Freezing temperature, ° C	-0.550	-0,522
Effective viscosity, Pas	1,810 <sup>-3</sup>	1,810 <sup>-3</sup>
Dispersion of fat globules, microns	4.3 ± 0.30	5,98 ± 0,15
Mineral composition		
Calcium, mg / 100g	133, 86	120,28

Phosphates, g / l	2.39	1,80
Index	Milk	1,48
	goat	1,97
Moisture content	86.77	2,97

Goat milk has 0.81% higher whey protein content than cow's milk. It also contains a high concentration of total protein and casein: about 2 times that of cow's milk.

The goat milk could not withstand the effect of the lowest 68% alcohol concentration, which must be taken into account when accepting and evaluating goat milk for heat resistance by alcohol test, as well as when choosing a pasteurization mode.

Milk is an important source of minerals, especially calcium and phosphorus. Calcium is associated with casein (in both organic and mineral form). The bioavailability of this element is closely related to the concentration of casein. Based on the comparative analysis, the highest calcium concentration is specific to goat's milk, and amounted to 133.86 mg / 100g, while the calcium concentration in cow's milk is 1.5 times less.

With an equal content of caseins, the cheese mass is softer from goat milk than from cow's milk. According to our assumption, the consistency of the product is mainly influenced not by casein (although casein micelles are smaller in goat milk than in cow's milk), but milk fat, since the diameter of the fat globule of cow's milk is several times larger than the diameter of the fat globules of goat milk. [8]

Based on the analysis of the physicochemical indicators of goat milk, it can be concluded that its separation is not advisable due to the small diameter of the fat globules. Therefore, we suggested using skimmed cow's milk to normalize goat milk. When separating the cow's milk, the fat globules with the smallest diameter will enter the skim milk.

The ratio of goat's and cow's milk in the mixture was established by a calculation method, taking into account the protein content in goat's milk and skimmed cow's milk. For the production of Maasdam cheese, the ratio of goat milk and cow's skim milk in the mixture should be: goat 75.33% cow skim 24.67%. With this ratio, we got a cheese with a fat mass fraction in the dry matter of the cheese of 45%.

The formation of the organoleptic properties of the finished product depends not only on the characteristics of milk protein, fat content of minerals, but also on the correctly selected composition of ripening and additional cultures of the used starter culture. [9,10]

Experimental production of experimental cheeses was carried out in the production workshop, the technological process for the production of experimental cheeses is presented in Table 2.

Table 2 - Technological process for the production of cheese such as Maasdam

<b>Milk preparation</b>	
1. Normalization (or without)	42-44 °C
2. Pasteurization	72 °C, 20 sec
<b>Key points</b>	
1. Mixture temperature, °C	32 °C
2. Sourdough (ratio of cultures)	1:1
3. Calcium chloride solution, l	0,4
4. Rennet, kg	0,02

5. Clotting time of the mixture, min	35-40
6. Cutting grain, min, not less	20
7. Amount of water for deoxidation,%	20
8. Heating temperature 2, °C	49
9. Pressing, min	120
10. Pressing pressure, bar	from 2 to 7 steps
<b>Cheese parameters after pressing:</b>	
pH	5,5-5,6
ppm moisture%	43-45
ppm fat in dry matter of cheese,%	45-56
salting cheese, days	2
<b>Cheese maturation:</b>	
1st stage	14 сут, 9-11 °C
2nd stage	14 сут, 19-21 °C
3rd stage	5 сут, 10-12 °C
Storage, °C	t от -4 до 0°C

With the technology used, pasteurization of goat milk or a mixture of goat and cow milk is carried out at a temperature not higher than 72 °C, since the heat resistance of goat milk proteins is low. Ripening of milk (mixture) before adding the starter culture and rennet is not provided due to the sufficiently high titratable acidity of goat milk (20 °T). The production of this type of cheese is carried out using a fermentation chamber at the second stage of maturation.

In the production of cheese, we used two versions of the fermented milk culture CSK food enrichment BV (1– P114 + U102) - 1 sample, Chr. Chansen (DCC-260 + PS-80) - 2nd sample. The effectiveness of the use of starter cultures on goat whole milk and a normalized mixture of goat and skimmed cow's milk was considered (table 3).

Table 3 - Test results for semi-hard cheeses

indicators	Units	Sample 1 P114 + U102		Sample 2 DCC-260 + PS-80	
		goat milk	normalized mixture		
Normalized formula / goat milk:				Normalized formula / goat milk:	
M.D. fat	%	4.2	2.7	M.D. fat	%
M.D. squirrel	%	3.6	3.2	M.D. squirrel	%
Clotting	Min.	35	35	Clotting	Min.
Serum, ppm fat	%	0.8	0.22	Serum, ppm fat	%
Press cheese:				Press cheese:	
NS	units	5.65	5.65	NS	units
M.D. moisture	%	45.6	45.5	M.D. moisture	%
Mixture consumption	for 1 kg / kg	11.2	10.57	Mixture consumption	for 1 kg / kg

As our studies have shown, the rate of milk clotting did not depend on the composition of the normalized mixture, while the mixture clots faster when using the P114 + U102 starter culture.

The pH of the cheese from the press in all studied samples was the same, the mass fraction of moisture was higher in the cheese from the press when using a combination of starter cultures DCC-260 + PS-80.

The consumption of the mixture for the production of one kilogram of cheese is higher in the production of cheeses from goat's milk, the use of normalizing goat's milk with skimmed cow's milk makes it possible to reduce the consumption of the mixture per 1 kg of products by 5-10%. Also, the consumption of the mixture per unit of production was influenced by the used starter culture. For the production of cheeses using a combination of DCC-260 + PS-80 starter cultures, less raw materials were required per kg of product, and production losses with cheese whey were reduced.

The main stage in the formation of the main organoleptic characteristics of Massdam cheeses is the maturation of the cheese in the fermentation chamber. It is thanks to propionic acid fermentation that the specific pattern and taste of these cheeses is formed.

One of the main indicators characterizing the intensity of the action of propionic acid fermentation is the active acidity of the cheese mass (pH), which changes during the entire production process (table 4).

Table 4 - Change in active acidity of the test samples

Control points	Active acidity			
	P114 + U102		DCC-260 + PS-80	
	goat milk	cow's milk	goat milk	cow's milk
At the end of the processing of curd	6.33	At the end of the processing of curd	6.33	At the end of the processing of curd
After the press	5.56	After the press	5.56	After the press
After salting	5.34	After salting	5.34	After salting
In the process of maturation				
10-15 days	5.38	10-15 days	5.38	10-15 days
20-23 days	5.50	20-23 days	5.50	20-23 days
30 days	5.52	30 days	5.52	30 days
35 days	5.52	35 days	5.52	35 days

The active acidity in the process of ripening increased evenly in all the samples studied, while the processes of the increase in active acidity in the cheese mass were more intensive when using a combination of DCC-260 + PS-80 starter cultures for the production of cheese like Massdam. The use of normalizing goat milk with skimmed cow did not significantly affect the processes of changing the active acidity.

Propionic acid bacteria are the main culture influencing the maturation of cheeses like Massdam, which is why it is important to control their quantity at different stages of the technological process.

At the end of pressing, the amount of propionic acid bacteria in cheeses made with P114 + U102 starter cultures is 5.7 thousand / g, DCC-260 + PS-80 starter cultures - 6.4 thousand / g. After salting the cheeses, the content of propionic acid bacteria in them decreases to 3.8 and 4.2 thousand / g, respectively. On the 15th day of ripening of cheeses, the highest content of propionic acid bacteria in the cheese mass is observed, when using DCC-260 + PS-80 starter cultures, this figure is 1300 thousand / g, when using P114 + U102 starter cultures, it is 200 thousand / g less. On the 30th day of ripening, the amount of propionic acid bacteria in the cheese is halved. By the end of ripening (35 days), 430 thousand propionic acid bacteria remain in cheeses in the production of which the DCC-260 + PS-80 starter cultures were used, and when using the P114 + U102 starter culture - 230 thousand / g. The survival rate of propionic acid bacteria of the DCC-260 + PS-80 starter cultures is two times higher than that of the bacteria of the P114 + U102 starter cultures. The composition of the normalized mixture did not in any way affect the development of propionic acid bacteria in the production of cheeses.

Evaluation of the organoleptic characteristics of the obtained cheeses showed that from goat and mixed milk, the cheeses produced using the DCC-260 + PS-80 sourdough have a pronounced cheese smell, a sweet-nutty taste, a plastic consistency, the cheese pattern is represented by evenly spaced large eyes of a regular round shape. The use of the P114 + U102 starter culture in which the activity of propionic acid bacteria was low in comparison with the Danish analogue led to a weakly expressed taste and aroma of cheeses made from mixed milk, as well as a violation of the pattern (small eyes of irregular shape).

#### **Conclusions:**

The normalization of goat's milk with skimmed cow's milk in the production of semi-hard cheeses like Maasdam in a combination of 75-80% goat's milk and 20-25% skimmed cow's milk, respectively, has been substantiated. The organoleptic characteristics of the finished product depend not so much on the composition of the normalized mixture as on the type of used combinations of lactic acid starter cultures.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Пастух О.Н., Матюшенко А.В. Качество сыров из коровьего и козьего молока / О.Н. Пастух, А.В. Матюшенко / \ В сборнике: Материалы и методы инновационных исследований и разработок. Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2018. С. 50-54.
2. Алимарданова, М.К. Исследование реологических свойств полутвердого сыра из козьего молока / М.К. Алимарданова, Р.Б. Мухтарханова // Educatio. — 2015. — № 9(16). — С. 19.
3. Темербаева М.В. Использование молока различных сельскохозяйственных животных для производства ферментированных продуктов / М.В. Темербаева, Н.Б. Гаврилова, Е.А. Молибога // Молочная промышленность. - 2018. - № 10. - С. 46-48.
4. Гетманец, В.Н. Производство сыров из козьего молока в условиях фермы «МАТВЕЕВЫХ» / В.Н. Гетманец, В.М. Нахапетян // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2017. — № 10. — С. 174-178
5. Петренко А.П., Медведев С.М. Особенности производства и польза сыров из коровьего, козьего и овечьего молока / А.П. Петренко., С.М. Медведев // Colloquium-journal. 2020. № 10-4 (62). С. 50-52.
6. Шувариков А.С., Пастух О.Н. Технологические особенности козьего молока / Шувариков А.С., Пастух О.Н. // Сборник: ДОКЛАДЫ ТСХА. 2019. С. 528-531.
7. Гетманец В.Н. Особенности переработки козьего молока / В.Н. Гетманец // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 5 (139). С. 162-165.
8. Рыбалова Т.П. Сыроделие и маслоделие: итоги 2018 г. / Т.П. Рыбалова // Сыроделие и маслоделие. - 2019. - № 1. - С. 4-8.
9. Романова Н.В., Иванова Е.В., Терентьев С.Е. Подбор заквасок прямого внесения для твердых сыров. / Н.В. Романова, Е.В. Иванова, С.Е. Терентьев // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий /Proceedings of VSUET, Т. 82, № 1, 2020- С.187-193.
10. Рыжкова Т.Н., Кигель Н.Ф. Выбор заквасок для производства сычужных сыров из козьего молока /Т.Н. Рыжкова, Н.Ф. Кигель // Научные труды SWorld. 2015. Т. 5. № 3. С. 31-36.

#### **REFERENCES**

1. Pastukh O.N., Matyushenko A.V. Kachestvo syrov iz korov'ego i koz'ego moloka / O.N. Pastukh, A.V. Matyushenko / \ V sbornike: Materialy i metody innovatsionnykh issledovaniy i razrabotok. Sbornik statei Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. 2018. S. 50-54.
2. Alimardanova, M.K. Issledovanie reologicheskikh svoistv polutverdogo syra iz koz'ego moloka / M.K. Alimardanova, R.B. Mukhtarkhanova // Educatio. — 2015. — № 9(16). — S. 19.

3. Temerbaeva M.V. Ispol'zovanie moloka razlichnykh sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh dlya proizvodstva fermentirovannykh produktov / M.V. Temerbaeva, N.B. Gavrilova, E.A. Moliboga // *Molochnaya promyshlennost'*. - 2018. - № 10. - S. 46-48.
4. Getmanets, V.N. Proizvodstvo syrov iz koz'ego moloka v usloviyakh fermy «MATVEEVYKH» / V.N. Getmanets, V.M. Nakhapetyan // *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. — 2017. — № 10. — S. 174-178
5. Petrenko A.P., Medvedev S.M. Osobennosti proizvodstva i pol'za syrov iz korv'ego, koz'ego i ovech'ego moloka / A.P. Petrenko., S.M. Medvedev // *Colloquium-journal*. 2020. № 10-4 (62). S. 50-52.
6. Shuvarikov A.S., Pastukh O.N. Tekhnologicheskie osobennosti koz'ego moloka / Shuvarikov A.S., Pastukh O.N. // *Sbornik: DOKLADY TSKHA*. 2019. S. 528-531.
7. Getmanets V.N. Osobennosti pererabotki koz'ego moloka / V.N. Getmanets // *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016. № 5 (139). S. 162-165.
8. Rybalova T.P. Syrodellie i maslodellie: itogi 2018 g. / T.P. Rybalova // *Syrodellie i maslodellie*. - 2019. - № 1. - S. 4-8.
9. Romanova N.V., Ivanova E.V., Terent'ev S.E. Podbor zakvasok pryamogo vneseniya dlya tverdykh syrov. / N.V. Romanova, E.V. Ivanova, S.E. Terent'ev // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii / Proceedings of VSUET*, T. 82, № 1, 2020- S.187-193.
10. Ryzhkova T.N., Kigel' N.F. Vybor zakvasok dlya proizvodstva sychuzhnykh syrov iz koz'ego moloka / T.N.Ryzhkova, N.F. Kigel' // *Nauchnye trudy SWorld*. 2015. T. 5. № 3. S. 31-36.

#### **ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS**

**Романова Наталья Валентиновна** Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный заочный университет» (ФГБОУ ВО РГАЗУ). Россия, г. Балашиха/ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian State Agrarian Correspondence University". Balashikha, Russia, [romanovanv0403@yandex.ru](mailto:romanovanv0403@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0001-9198-1657>

**Romanova Natalia V.** Cand. Sci. (Agric.) assistant professor, assistant professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian State Agrarian Correspondence University". Russia, Balashikha, , Russia, [romanovanv0403@yandex.ru](mailto:romanovanv0403@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0001-9198-1657>

**Иванова Елена Вячеславовна**, Кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Смоленская государственная сельскохозяйственная академия», г. Смоленск, Россия, [fedja06@mail.ru](mailto:fedja06@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3590-104X>

**Ivanova Elena V.**, Cand. Sci. (Engin), assistant professor, Department of agricultural processing technology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Smolensk State Agricultural Academy", Russia, [fedja06@mail.ru](mailto:fedja06@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3590-104X>

Дата поступления в редакцию 28. 04.2021

После рецензирования: 23.06. 2020

Дата принятия к публикации: 03.09.2021

А. В. Блинов [A. V., Blinov],  
К. С. Сляднева [K. S., Slyadneva],  
А. А. Гвозденко [A. A., Gvozdenko],  
А. А. Блинова [A. A., Blinova]  
М. А. Пирогов [M. A., Pirogov]

УДК 546.47 + 004.94  
DOI: 10.37493/2307-910X.2021.3.10

**КОМПЬЮТЕРНОЕ КВАНТОВО-  
ХИМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА  
ОПТИМАЛЬНОГО ПОЛИСАХАРИДА ДЛЯ  
ЭФФЕКТИВНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ  
НАНОРАЗМЕРНОГО ОКСИДА ЦИНКА**

**COMPUTER QUANTUM-CHEMICAL  
JUSTIFICATION FOR SELECTING THE  
OPTIMAL POLYSACCHARIDE FOR  
EFFECTIVE STABILIZATION OF  
NANOSIZED ZINC OXIDE**

*Северо-Кавказский федеральный университет/NorthCaucasusFederalUniversity), e-mail: [blinov.a@mail.ru](mailto:blinov.a@mail.ru)*

**Аннотация**

*Микроэлементы влияют на функции всех органов и систем. Цинк является важным микроэлементом, который входит в состав более чем 40 ферментов, занимает второе место среди микроэлементов по массовой доле в человеческом организме.*

**Материалы, методы, результаты и обсуждения**

*В данной статье представлено исследование возможности стабилизации наноразмерного оксида цинка полисахаридами методом квантово-химического моделирования. Моделирование проводилось со следующими полисахаридными стабилизаторами: мальтодекстрин, агар-агар (агароза), метилцеллюлоза, гидроксипропилцеллюлоза, амилопектин, хитозан, гиалуроновая кислота. Установлено, что энергия молекулярных систем «ZnO-стабилизатор» на порядок ниже, чем энергия отдельных полисахаридов, что свидетельствует об энергетически выгодном образовании химической связи между молекулой стабилизатора и оксидом цинка.*

**Заключение**

*На основе полученных данных можно сделать вывод о том, что полисахариды могут применяться для стабилизации наночастиц ZnO. В дальнейшем планируется получить лабораторные образцы наночастиц ZnO, стабилизированных полисахаридами, и изучить физико-химические, медико-биологические свойства, а также агрегативную устойчивость и стабильность при разном рН данных образцов. Важно отметить, что наночастицы ZnO, стабилизированные полисахаридами, могут применяться в пищевой промышленности и сельском хозяйстве в качестве дополнительного источника эссенциального микроэлемента Zn.*

**Ключевые слова:** оксид цинка, полисахариды, квантово-химическое моделирование, наночастицы

**Abstract**

*Trace elements affect the functions of all organs and systems. Zinc is an important trace element, which is part of more than 40 enzymes, ranks second among trace elements by mass fraction in the human body.*



### **Materials, methods, results and discussions**

*This article presents a study of the possibility of stabilization of nanoscale zinc oxide by polysaccharides by the method of quantum chemical modeling. The simulation was carried out with the following polysaccharide stabilizers: maltodextrin, agar-agar (agarose), methylcellulose, hydroxyethylcellulose, amylopectin, chitosan, hyaluronic acid. It is established that the energy of molecular systems «ZnO-stabilizer» is an order of magnitude lower than the energy of individual polysaccharides, which indicates the energetically favorable formation of a chemical bond between the stabilizer molecule and zinc oxide.*

### **Conclusion**

*Based on the data obtained, it can be concluded that polysaccharides can be used to stabilize ZnO nanoparticles. In the future, it is planned to obtain laboratory samples of ZnO nanoparticles stabilized with polysaccharides and to study the physico-chemical, biomedical properties, as well as the aggregate stability and stability at different pH of these samples. It is important to note that ZnO nanoparticles stabilized with polysaccharides can be used in the food industry and agriculture as an additional source of the essential trace element Zn.*

**Key words:** zinc oxide, polysaccharides, computer quantum chemical modeling, nanoparticles

### **Introduction**

Zinc is an essential trace element that is part of more than 40 enzymes [1]. Also, zinc ranks second among trace elements in terms of mass fraction in the human body [2]. It performs a number of functions in the life of living organisms: it regulates the expression and activation of biological molecules such as transcription factors, enzymes, adapters, channels and growth factors, as well as their receptors. The human body contains on average 2-3 g of zinc, most of which is associated with proteins [3]. It is known that the daily human need for zinc is 12-50 mg [4]. Deficiency or excessive intake of zinc disrupts zinc homeostasis and affects growth, morphogenesis and immune response, as well as endocrine and neurosensory functions [5].

At the moment, the production and study of nanosized zinc-containing materials is relevant due to their low toxicity and high bioavailability [6,7]. Nanoscale ZnO is of particular interest due to its unique characteristics that provide application in many fields of modern science, technology and medicine as a functional material. This is due to the fact that nanomaterials based on zinc oxide have optical, mechanical, semiconducting, ferroelectric, piezoelectric, and pyroelectric properties [8-11]. Nanosized zinc oxide can act as an effective antibacterial agent against both gram-positive and gram-negative bacteria [12-14]. This property finds application as a preservative against food-borne pathogens in the production and processing of food products [15-17].

The study of polysaccharides is a promising direction in science due to their high applicability in the food industry. Polysaccharides perform a number of functions that ensure the formation of the structure and quality of food products [18]. Due to these properties, polysaccharide stabilizers are widely used in the food industry [19, 20]. That is why the aim of this work is to study the possibility of stabilizing zinc oxide nanoparticles by polysaccharides.

### **Experimental part**

Quantum-chemical modeling of the stabilization nanoparticles ZnO polysaccharides conducted in the program *QChem* using molecular editor *IQmol* on data center equipment *Schneider Electric* FSAEI VO "North-Caucasus Federal University". Quantum-chemical calculations were performed with the following parameters: *Energy*, method: *HF*, basis: 6-31 *G*, *convergence* - 4, force field - *Ghemical*. The following compounds were used as polysaccharide stabilizers in this work: maltodextrin, agar-agar (agarose), methylcellulose, hydroxyethylcellulose, amylopectin, chitosan, and hyaluronic acid.

Within the framework of quantum chemical calculations, the total energy of the molecular complex ( $E$ ), the energy of the highest populated molecular orbital ( $HOMO$ ) and the lowest free molecular orbital ( $LUMO$ ) were determined [21]. The change in the total energy of the system ( $\Delta E$ ) was calculated using formula 1:

$$\Delta E = E_1 - E_2, \quad (1)$$

Where  $E_1$  – is the energy of the interaction model;

$E_2$  – is the energy of the model of the initial polymer.

The chemical hardness of the system ( $\eta$ ) was determined by formula 2 [22]:

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

Where  $E_{LUMO}$  – is the energy of the lowest free molecular orbital;

$E_{HOMO}$  – is the energy of the highest inhabited molecular orbital.

### Results and discussion

Quantum-chemical modeling was carried out to investigate the possibility of stabilizing nanosized zinc oxide by polysaccharides. For this, at the first stage, individual sections of polysaccharides were modeled, at the second stage, the “ $ZnO$ - stabilizer” system. To simplify the calculations, we used one  $ZnO$  molecule. The energy advantage of the process was judged from the change in the total energy of the system.

According to the literature data, the chemical rigidity of the system ( $\eta$ ) is related to the stability of the molecular system. To characterize the chemical rigidity of the system, the highest populated molecular orbital ( $HOMO$ ) and the lowest free molecular orbital ( $LUMO$ ) are used [23, 24].

The results of quantum chemical modeling are presented in Table 1.

Table 1 - Results of computer quantum-chemical modeling

Stabilizer	Interaction of $ZnO$ with a stabilizer	$E$ , kcal / mol	$\Delta E$ , kcal / mol	$HOMO$ , eV	$LUMO$ , eV	$\eta$ , eV
Malto dextrin	-	-1297,800				
	through the OH group $C_2$ atoms	-3140.336	1842,536	-0.262	0.097	0.180
	through OH group $C_3$ atoms	-3140.306	1842,506	-0.279	0.093	0.186
	through the OH group $C_6$ of the atom	-3140.302	1842,502	-0.277	0.078	0.178
Agar-agar (agarose)		-1,146,188				
	through the OH group $C_6$ of the $\beta$ -D-galactopyranose atom	-2989.522	1843,334	-0.253	0.122	0.188
	through the OH group $C_2$ of the $\beta$ -D-galactopyranose atom	-2989.534	1843,346	-0.285	0.085	0.185
	through the OH group $C_2$ of the 3,6-anhydrido- $\alpha$ -L-galactopyranose atoms	-2989.501	1843,313	-0.260	0.092	0.176
Methyl cellulose		-1419.115				
	through the OH group $C_6$ of the atom	-3260,497	1841,382	-0.258	0.125	0.192
	through the OH group $C_2$ atoms	-3260,173	1841,058	-0.257	0.059	0.158

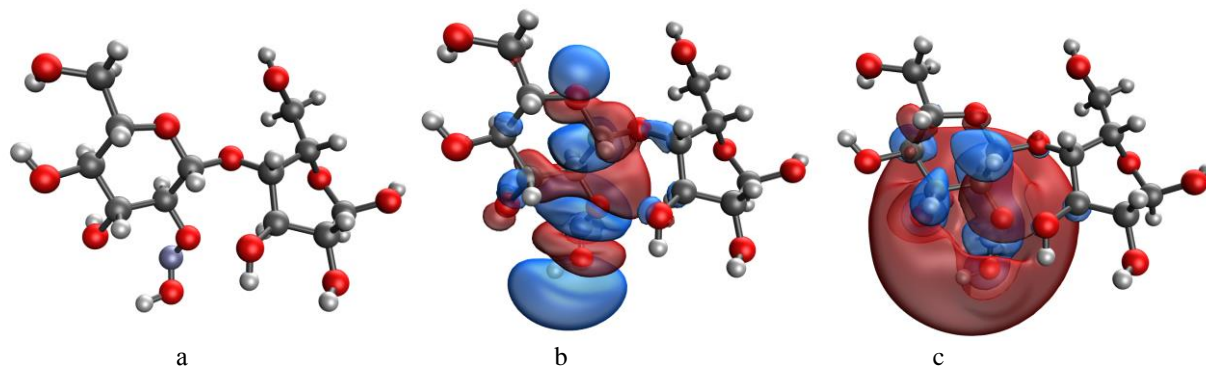
	through OH group C <sub>3</sub> atoms	-3260.501	1841,386	-0.263	0.106	0.185
Hydroxy ethylcellulose		-2528.405				
	through OH group C <sub>3</sub> atoms	-4210,149	1681,744	-0.297	0.089	0.193
	through the OH group C <sub>2</sub> atoms	-4210,141	1681,736	-0.286	0.074	0.180
	through the OH group C <sub>6</sub> of the atom	-4,210,114	1681,709	-0.296	0.069	0.183
Amylopectine		-2519.238				
	through the OH group C <sub>6</sub> ' of the atom	-4354,270	1835,032	-0.269	0.096	0.183
	through the OH group C <sub>3</sub> ' of the atom	-4354,026	1834,788	-0.268	0.064	0.166
	through the OH group C <sub>2</sub> ' of the atom	-4354,299	1835,061	-0.254	0.100	0.177
	through OH group C <sub>3</sub> atoms	-4354.336	1835,098	-0.257	0.093	0.175
	through the OH group C <sub>2</sub> atoms	-4354.348	1835,110	-0.257	0.088	0.173
	through the OH group C <sub>6</sub> of the atom	-4354.339	1835,101	-0.288	0.068	0.178
	through OH group C <sub>8</sub> atoms	-4354.334	1835,096	-0.288	0.144	0.216
	through OH group C <sub>7</sub> atoms	-4354.343	1835,105	-0.274	0.089	0.182
	through the OH group C <sub>18</sub> atoms	-4354.377	1835,139	-0.249	0.119	0.184
	through the OH group C <sub>15</sub> atoms	-4354.354	1835,116	-0.265	0.084	0.175
	through the OH group C <sub>14</sub> atoms	-4354.369	1835,131	-0.300	0.064	0.182
	Chitosan		-1258,081			
through the OH group C <sub>6</sub> of the atom		-3025,847	1767,766	-0.271	0.086	0.179
through OH group C <sub>3</sub> atoms		-3025,846	1767,765	-0.276	0.089	0.183
through NH <sub>2</sub> group C <sub>2</sub> atoms		-3026,829	1768,748	-0.124	0.064	0.094
Hyaluronic acid		-1420,720				
	via the COOH group of D-glucuronic acid	-3271.013	1850,293	-0.311	0.085	0.198
	through the OH group C <sub>3</sub> atoms of D-glucuronic acid	-3271,036	1850,316	-0.317	0.057	0.187
	through the OH group C <sub>2</sub> of the D-glucuronic acid atom	-3271.042	1850,322	-0.286	0.096	0.191
	through the OH group C <sub>4</sub> atoms of DN-acetylglucosamine	-3271,023	1850,303	-0.302	0.085	0.194
	through the OH group C <sub>6</sub> of the DN-acetylglucosamine atom	-3271,057	1850,337	-0.258	0.113	0.186
	through the NH group of DN-acetylglucosamine	-3271.645	1850,925	-0.276	0.073	0.175
via O DN-acetylglucosamine	-3272,159	1851,439	-0.300	0.058	0.179	

When analyzing the data, it was found that the energy of molecular systems "ZnO- stabilizer" is an order of magnitude lower than the energy of individual polysaccharides. This fact testifies to the energetically favorable formation of a chemical bond between the stabilizer molecule and zinc oxide. It is important to note that the greatest change in the total energy of the system ( $\Delta E$ ) is observed in the case of the formation of the molecular system "ZnO- hyaluronic acid", the change in energy of which was  $\approx 1850$  kcal / mol.

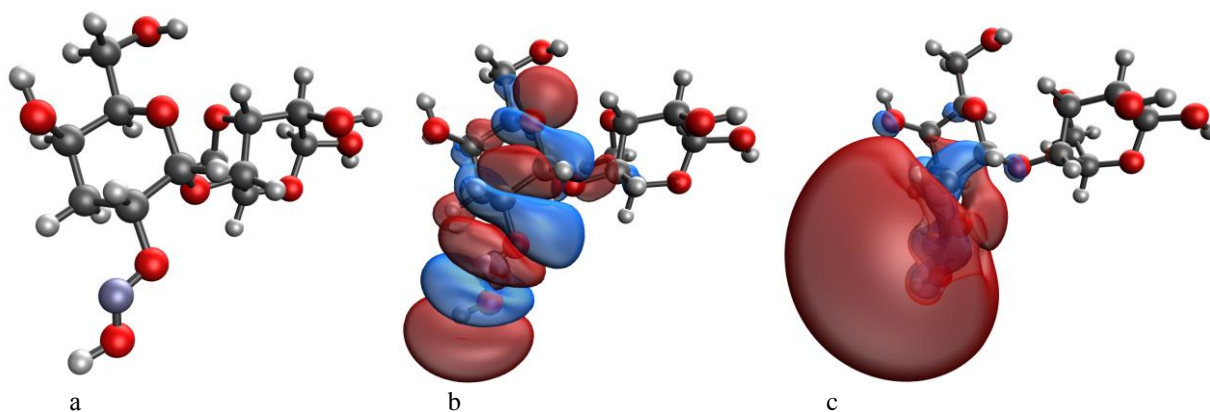
It was found that the chemical rigidity of the system in all considered systems is in the range from 0.158 to 0.216 eV. The minimum value of  $\eta$  in the molecular system "ZnO- methylcellulose",

where the interaction proceeds through the *OH* group  $C_2$  of the methylcellulose atom, the maximum value in the molecular system "ZnO- amylopectin", where the interaction proceeds through the *OH* group  $C_8$  of the amylopectin atom.

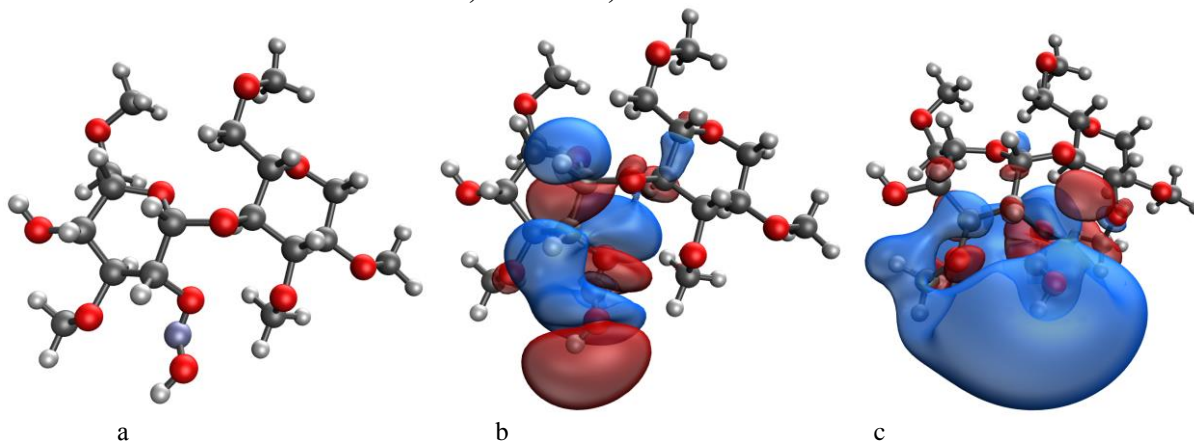
Figures 1 - 7 show energetically favorable models of molecular systems "ZnO- stabilizer".



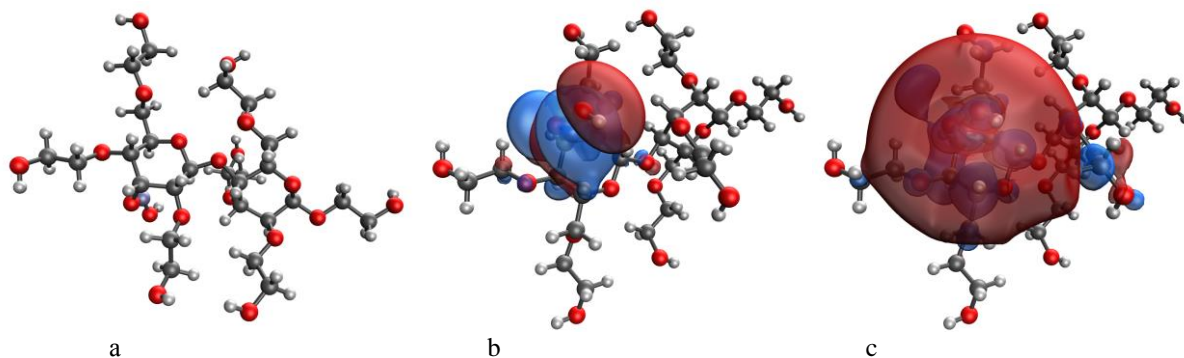
*Figure 1 - Energetically favorable model of the ZnO- maltodextrin molecular system : a - interaction model, b - HOMO , c - LUMO*



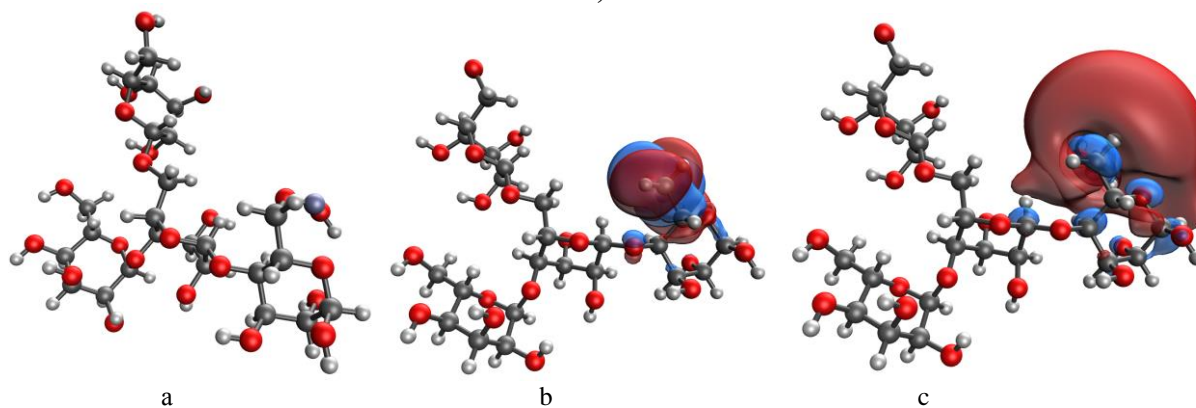
*Figure 2 - Energetically favorable model of the molecular system ZnO -agar-agar (agarose): a - interaction model, b - HOMO , c - LUMO*



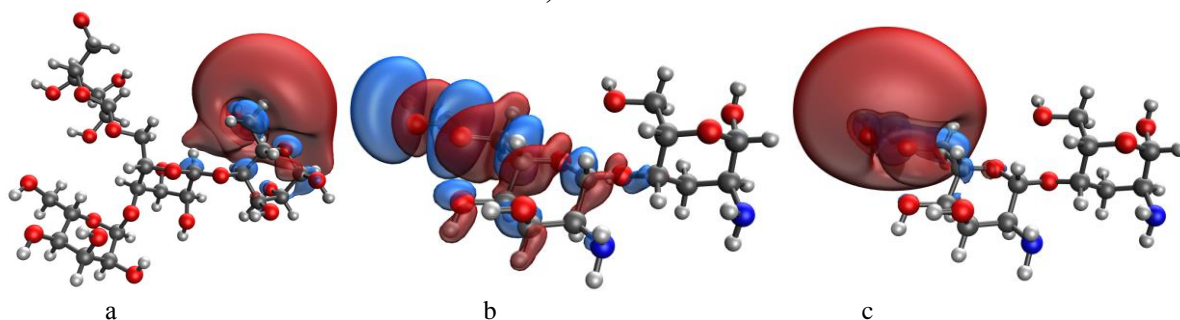
*Figure 3 - Energetically favorable model of the ZnO- methylcellulose molecular system : a - interaction model, b - HOMO , c - LUMO*



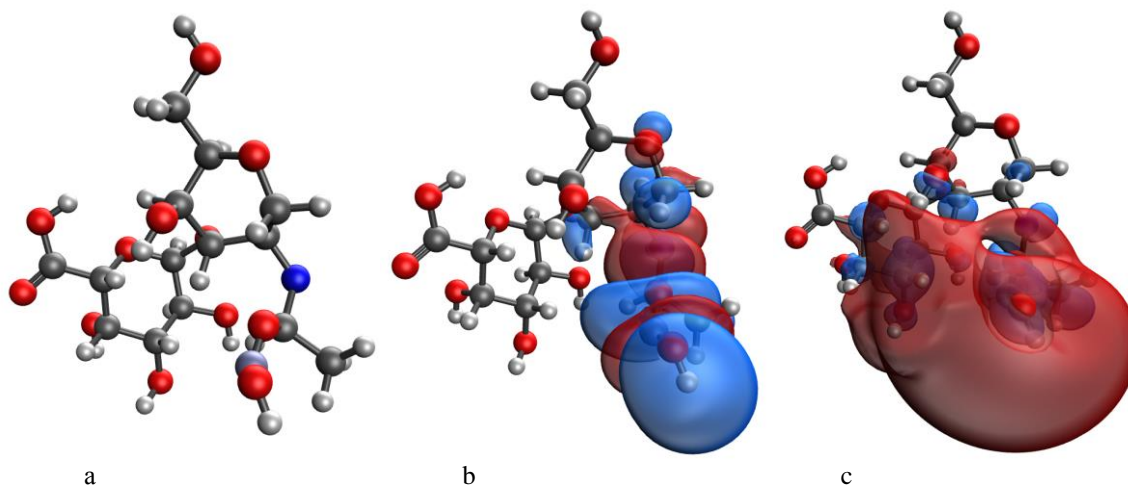
**Figure 4 - Energetically favorable molecular system ZnO - hydroxyethyl cellulose: a - interaction model, b - HOMO , c - LUMO**



**Figure 5 - Energetically favorable model of the ZnO- amylopectin molecular system : a - interaction model, b - HOMO , c - LUMO**



**Figure 6 - Energetically favorable model of the ZnO- chitosan molecular system : a - interaction model, b - HOMO , c - LUMO**



**Figure 7 - Energetically favorable model of the molecular system ZnO- hyaluronic acid: a - interaction model, b - HOMO , c - LUMO**

## Conclusion

Based on the data obtained, it can be concluded that polysaccharides can be used to stabilize *ZnO* nanoparticles. In the future, it is planned to obtain laboratory samples of *ZnO* nanoparticles stabilized by polysaccharides, and to study the physicochemical, medicobiological properties, as well as aggregate stability and stability at different pH of these samples. It is important to note that *ZnO* nanoparticles stabilized by polysaccharides can be used in the food industry and agriculture as an additional source of the essential trace element *Zn*.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сальникова Е. В. Цинк – эссенциальный микроэлемент (обзор). Вестник Оренбургского государственного университета. 2012. №. 10 (146). С. 170-172.
2. Scrimshaw N. S., Young V. R. The requirements of human nutrition //Scientific American. 1976. V. 235. N. 3. P. 50-65.
3. Brocard A., Dreno B. Innate immunity: a crucial target for zinc in the treatment of inflammatory dermatosis. Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology. 2011. N. 25. N. 10. P. 1146-1152.
4. Скальный А. В., Рудаков И. А. Биоэлементы в медицине. 2004. С. 91-96.
5. Hara, T., Takeda, Ta., Takagishi, T. et al. Physiological roles of zinc transporters: molecular and genetic importance in zinc homeostasis. J Physiol Sci. 2017. Т. 67. P. 283–301.
6. Глущенко Н. Н., Скальный А. В. Токсичность наночастиц цинка и его биологические свойства. Актуальні проблеми транспортної медицини. 2010. №. 3(21). С. 118-121.
7. Ларин С.Л., Звягинцева А.Р., Хабаров А.А., и др. Экспериментальное исследование фармакокинетики цинка в условиях энтерального и внутрисосудистого введения наноформы гидроксида цинка. Российский медико-биологический вестник им. академика И.П. Павлова. 2017. Т. 25. №2. С. 193-201.
8. Бураков В. С. и др. Морфология и оптические свойства наноструктур оксида цинка, синтезированных методами термического и электроразрядного распыления. Журнал технической физики. 2011. Т. 81. №. 2. С. 89.
9. Зима В. Н. и др. Структура и морфология пленок оксида цинка, полученных реактивным магнетронным напылением. Вестник Омского университета. 2013. №. 2 (68).
10. Бобков А. А. Физико-технологические основы управления функциональными свойствами газочувствительных сенсоров на основе наностержней оксида цинка. СПб, СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2019.
11. Hahn E. E. Some electrical properties of zinc oxide semiconductor. Journal of Applied Physics. 1951. Т. 22. N. 7. P. 855-863.
12. Sirelkhatim A. et al. Review on zinc oxide nanoparticles: antibacterial activity and toxicity mechanism. Nano-micro letters. 2015. V. 7. N. 3. P. 219-242.
13. Rajendra R. et al. Use of zinc oxide nano particles for production of antimicrobial textiles. International Journal of Engineering, Science and Technology. 2010. V. 2. N. 1. P. 202-208.
14. Siddiqi K. S. et al. Properties of zinc oxide nanoparticles and their activity against microbes. Nanoscale research letters. 2018. V. 13. N. 1. P. 1-13.
15. Tayel A. A. et al. Antibacterial action of zinc oxide nanoparticles against foodborne pathogens. Journal of Food Safety. 2011. V. 31. N. 2. P. 211-218.
16. Al-Naamani L., Dobretsov S., Dutta J. Chitosan-zinc oxide nanoparticle composite coating for active food packaging applications. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 2016. V. 38. P. 231-237.
17. Espitia P. J. P., Otoni C. G., Soares N. F. F. Zinc oxide nanoparticles for food packaging applications. Antimicrobial food packaging. Academic Press, 2016. P. 425-431.



18. Бахмач В. А. и др. Полисахаридные добавки в технологиях майонезов. 2012.
19. Моргунова А. В., Виноградова Н. А. Состояние науки и практики при выборе упаковочного материала в пищевой промышленности. Материалы I Ежегодных международных научно-практических чтений Ставропольского института кооперации (филиала) БУКЭП. 2015. С. 221-223.
20. Dea I. C. M. Industrial polysaccharides. Pure and Applied Chemistry. 1989. V. 61. N. 7. P. 1315-1322.
21. Д. Г. Маглакелидзе, А. В. Блинов, А. А. Гвозденко [и др]. Компьютерное квантово-химическое моделирование поликомпонентной системы  $SiO_2-Fe_3O_4$ . Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности: сборник научных статей V международной научной конференции в 2-х частях, Казань, 30–31 мая 2021 года / НПП МЕДПРОМДЕТАЛЬ ООО Газпром трансгаз Казань. Казань: Общество с ограниченной ответственностью "КОНВЕРТ", 2021. С. 225-228.
22. А. А. Гвозденко, А. В. Блинов, М. А. Ясная [и др]. Компьютерное квантово-химическое моделирование поликомпонентных систем  $SiO_2-Me_xO_y$ . Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2020. № 12. С. 394-404.
23. V. V. Mishununa, M. M. Charanov, K. I. Gakaeva [et al.]. Computed quantum chemical modeling of the effect of nanosilver on coronavirus COVID-19. Pharmacophore. 2021. V. 12. N 2. P. 14-21.
24. Цирельсон, В. Г. Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела. БИНОМ, Лаборатория знаний. 2014. 522 с.

#### REFERENCES

1. Sal'nikova E. V. Tsink – ehssentsial'nyi mikroelement (obzor). Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2012. № 10 (146). S. 170-172.
2. Scrimshaw N. S., Young V. R. The requirements of human nutrition //Scientific American. 1976. V. 235. N. 3. P. 50-65.
3. Brocard A., Dreno B. Innate immunity: a crucial target for zinc in the treatment of inflammatory dermatosis. Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology. 2011. N. 25. N. 10. P. 1146-1152.
4. Skal'nyi A. V., Rudakov I. A. Bioehlementy v meditsine. 2004. С. 91-96.
5. Hara, T., Takeda, Ta., Takagishi, T. et al. Physiological roles of zinc transporters: molecular and genetic importance in zinc homeostasis. J Physiol Sci. 2017. T. 67. P. 283–301.
6. Glushchenko N. N., Skal'nyi A. V. Toksichnost' nanochastits tsinka i ego biologicheskie svoistva. Aktual'ni problemi transportnoï meditsini. 2010. № 3(21). S. 118-121.
7. Larin S.L., Zvyagintseva A.R., Khabarov A.A., i dr. Ehksperimental'noe issledovanie farmakokinetiki tsinka v usloviyakh ehnteral'nogo i vnutrisosudistogo vvedeniya nanoformy gidroksida tsinka. Rossiiskii mediko-biologicheskii vestnik im. akademika I.P. Pavlova. 2017. T. 25. №2. С. 193-201.
8. Burakov V. S. i dr. Morfologiya i opticheskie svoistva nanostruktur oksida tsinka, sintezirovannykh metodami termicheskogo i ehlektrozryadnogo raspyleniya. Zhurnal tekhnicheskoi fiziki. 2011. T. 81. №. 2. S. 89.
9. Zima V. N. i dr. Struktura i morfologiya plenok oksida tsinka, poluchennykh reaktivnym magnetronnym napyleniem. Vestnik Omskogo universiteta. 2013. №. 2 (68).
10. Bobkov A. A. Fiziko-tekhnologicheskie osnovy upravleniya funktsional'nymi svoistvami gazochuvstvitel'nykh sensorov na osnove nanosterzhnei oksida tsinka. SPb, SPBGEHTU «LEHTI». 2019.
11. Hahn E. E. Some electrical properties of zinc oxide semiconductor. Journal of Applied Physics. 1951. T. 22. N. 7. P. 855-863.

12. Sirelkhatim A. et al. Review on zinc oxide nanoparticles: antibacterial activity and toxicity mechanism. *Nano-micro letters*. 2015. V. 7. N. 3. P. 219-242.
13. Rajendra R. et al. Use of zinc oxide nano particles for production of antimicrobial textiles. *International Journal of Engineering, Science and Technology*. 2010. V. 2. N. 1. P. 202-208.
14. Siddiqi K. S. et al. Properties of zinc oxide nanoparticles and their activity against microbes. *Nanoscale research letters*. 2018. V. 13. N. 1. P. 1-13.
15. Tayel A. A. et al. Antibacterial action of zinc oxide nanoparticles against foodborne pathogens. *Journal of Food Safety*. 2011. V. 31. N. 2. P. 211-218.
16. Al-Naamani L., Dobretsov S., Dutta J. Chitosan-zinc oxide nanoparticle composite coating for active food packaging applications. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2016. V. 38. P. 231-237.
17. Espitia P. J. P., Otoni C. G., Soares N. F. F. Zinc oxide nanoparticles for food packaging applications. *Antimicrobial food packaging*. Academic Press, 2016. P. 425-431.
18. Bakhmach V. A. i dr. Polisakharidnye dobavki v tekhnologiyakh maionezov. 2012.
19. Morgunova A. V., Vinogradova N. A. Sostoyanie nauki i praktiki pri vybore upakovochного материала v pishchevoi promyshlennosti. *Materialy I Ezhegodnykh mezhdunarodnykh nauchno-prakticheskikh chtenii Stavropol'skogo instituta kooperatsii (filiala) BUKENP*. 2015. S. 221-223.
20. Dea I. C. M. Industrial polysaccharides. *Pure and Applied Chemistry*. 1989. V. 61. N. 7. P. 1315-1322.
21. D. G. Maglakelidze, A. V. Blinov, A. A. Gvozdenco [i dr]. Komp'yuternoe kvantovo-khimicheskoe modelirovanie polikomponentnoi sistemy SiO<sub>2</sub>-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. *Prioritetnye napravleniya innovatsionnoi deyatel'nosti v promyshlennosti: sbornik nauchnykh statei V mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii v 2-kh chastyakh, Kazan', 30–31 maya 2021 goda / NPP MEDPROMDETAL' OOO Gazprom transgaz Kazan'. Kazan': Obshchestvo s ogranichennoi otvetstvennost'yu "KONVERT"*, 2021. S. 225-228.
22. A. A. Gvozdenco, A. V. Blinov, M. A. Yasnaya [i dr]. Komp'yuternoe kvantovo-khimicheskoe modelirovanie polikomponentnykh sistem SiO<sub>2</sub>-MexOy. *Fiziko-khimicheskie aspekty izucheniya klasterov, nanostruktur i nanomaterialov*. 2020. № 12. S. 394-404.
23. V. V. Mishununa, M. M. Chapanov, K. I. Gakaeva [et al.]. Computed quantum chemical modeling of the effect of nanosilver on coronavirus COVID-19. *Pharmacophore*. 2021. V. 12. N 2. P. 14-21.
24. Tsirel'son, V. G. *Kvantovaya khimiya. Molekuly, molekulyarnye sistemy i tverdye tela*. BINOM, Laboratoriya znanii. 2014. 522 s.

### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Блинов Андрей Владимирович**, канд. техн. наук, доцент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, улица Пушкина, 1, 8-918-754-78-52, [blinov.a@mail.ru](mailto:blinov.a@mail.ru)

**Blinov Andrey V.**, Ph. D., assistant professor of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Pyshkin str. 1, 355029 Stavropol, Russia, 8-918-754-78-52, [blinov.a@mail.ru](mailto:blinov.a@mail.ru)

**Сляднева Кристина Сергеевна**, студент 1 курса бакалавриата кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, улица Пушкина, 1, 8-963-697-60-44, [kristina.shagina.02@bk.ru](mailto:kristina.shagina.02@bk.ru)



**Slyadneva Kristina S.**, student of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Pyshkin str. 1, 355029 Stavropol, Russia, 8-963-697-60-44, [kristina.shagina.02@bk.ru](mailto:kristina.shagina.02@bk.ru)

**Гвозденко Алексей Алексеевич**, студент 4 курса бакалавриата кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь улица Пушкина, 1, 8-988-706-04-69, [gvozdenko.1999a@gmail.com](mailto:gvozdenko.1999a@gmail.com)

**Gvozdenko Alexey A.**, student of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Pyshkin str. 1, 355029 Stavropol, Russia, 8-988-706-04-69, [gvozdenko.1999a@gmail.com](mailto:gvozdenko.1999a@gmail.com)

**Блинова Анастасия Александровна**, канд. техн. наук, доцент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, улица Пушкина, 1, 8-918-754-78-52, [blinov.a@mail.ru](mailto:blinov.a@mail.ru)

**Blinov Andrey V.**, Ph. D., assistant professor of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Pyshkin str. 1, 355029 Stavropol, Russia, 8-918-754-78-52, [blinov.a@mail.ru](mailto:blinov.a@mail.ru)

**Пирогов Максим Александрович**, студент 1 курса бакалавриата кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, улица Пушкина, 1, 8-961-488-39-20, [pirogov.m.2002@gmail.com](mailto:pirogov.m.2002@gmail.com)

**Pirogov Maxim A.**, student of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Pyshkin str. 1, 355029 Stavropol, Russia, 8-961-488-39-20, [pirogov.m.2002@gmail.com](mailto:pirogov.m.2002@gmail.com)

Дата поступления в редакцию: 02.06.2021

После рецензирования: 23.07.2021

Дата принятия к публикации: 03.09.2021

А.А. Эльмурзаев [A.A.Elmurzaev]<sup>1</sup>,  
 Н.Д. Айсунгуров [N.D.Aisungurov]<sup>1</sup>,  
 А.Х.-Х.Нугманов [A.H.-H. Nugmanov]<sup>2</sup>,  
 И.Ю. Алексанян [I.Yu Aleksanyan]<sup>2</sup>,  
 Ю.А. Максименко [Y.A Maksimenko]<sup>2</sup>

УДК

[66.021.4/022.51:621.927.082/.086]:[  
 634.74:664.8.039.4]

DOI: 10.37493/2307-910X.2021. 3.11.

**ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗЫ  
 ВАРЬИРОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ  
 ХАРАКТЕРИСТИК КОПЧЕНОГО  
 ИЗМЕЛЬЧЕННОГО БАРАНЬЕГО  
 КУРДЮЧНОГО ЖИРА И  
 ТЕПЛООБМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ  
 ПРОЦЕДУРЕ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ  
 ГРАНУЛ С ЗАЩИТНОЙ ПЛЕНКОЙ**

**RESEARCH AND ANALYSIS OF THE  
 VARIATION OF THERMOPHYSICAL  
 CHARACTERISTICS OF SMOKED  
 CRUSHED LAMB TRANSPOUND FAT AND  
 HEAT EXCHANGE PARAMETERS  
 DURING THE PROCEDURE OF  
 DEHYDRATION OF GRANULES WITH  
 PROTECTIVE FILM**

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова» / FSBEI HE Grozny state oil technical University named after academician M. D. Millionshchikov, e-mail: [ayub\\_777@mail.ru](mailto:ayub_777@mail.ru)

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» / FSBEI HE «Astrakhan State Technical University», e-mail: [albert909@yandex.ru](mailto:albert909@yandex.ru)

**Аннотация**

В последние годы возрос интерес исследователей к экструдированным продуктам с развитой структурой, полученным на базе сырья животного происхождения, в первую очередь, как к источнику высококачественных жиров, а также как основе продуктов лечебно-профилактического питания различных технологических форм. Одним из перспективных направлений в этой области является расширение ассортимента продуктов с развитой структурой, путем изменения их вкуса и аромата натуральным дымным копчением, что обеспечивает увеличение сроков их хранения

**Материалы, методы, результаты и обсуждения**

В данной статье рассмотрено исследование, в том числе и экспериментальное, теплофизических характеристик копченого измельченного бараньего курдючного жира и теплообменных параметров при процедуре обезвоживания гранул с защитной пленкой. Полученные сведения необходимы, т.к. рекомендуемый авторами подход к получению копченых гранул из курдючного сала дополнительно включает операции по нанесению защитного покрытия на них, а также его сушку для формирования поверхностного съедобного упаковочного слоя, что способствует более длительному хранению конечного продукта. Систематизация достоинств и недостатков известных технологий копченого курдючного сала, а также изучение и анализ комплекса его целевых характеристик позволит не только скоординировать рациональный технологический поток производства данного продукта, но и определить рациональные режимные параметры реализации его стадий. Представленная в статье информация о теплофизических характеристиках копченого измельченного бараньего

курдючного жира и теплообменных параметров при процедуре обезвоживания гранул с защитной пленкой актуальна, т.к. в настоящее время возрос интерес исследователей к экструдированным продуктам с развитой структурой, полученным на базе сырья животного происхождения, в первую очередь, как к источнику высококачественных жиров, а также как основе продуктов лечебно-профилактического питания различных технологических форм.

### **Заключение**

В результате проведенных авторами исследований экспериментально определено и математически описано варьирование удельной теплоемкости, коэффициентов теплопроводности, температуропроводности копченого измельченного бараньего курдючного жира и теплообменных параметров при процедуре обезвоживания гранул с защитной пленкой в рамках технологических ограничений процесса.

**Ключевые слова:** Бараний курдючный жир, гранулирование, защитное покрытие, обезвоживание, теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность, коэффициент теплоотдачи.

### **Abstract**

*In recent years, the interest of researchers in extruded products with a developed structure obtained on the basis of raw materials of animal origin has increased, primarily as a source of high-quality fats, as well as as the basis of therapeutic and preventive nutrition products of various technological forms. One of the promising directions in this area is to expand the range of products with a developed structure by changing their taste and aroma with natural smoky smoking, which ensures an increase in their shelf life*

### **Materials, methods, results and discussions**

*This article discusses a study, including an experimental one, of the thermophysical characteristics of smoked chopped lamb fat tail fat and heat exchange parameters during the procedure for dehydration of granules with a protective film. The information obtained is necessary because The approach recommended by the authors to obtain smoked pellets from fat tail fat additionally includes the operations of applying a protective coating to them, as well as drying it to form a surface edible packaging layer, which contributes to a longer storage of the final product. Systematization of the advantages and disadvantages of the known technologies of smoked fat tail fat, as well as the study and analysis of the complex of its target characteristics will allow not only to compose a rational technological flow of the production of this product, but also to determine the rational operating parameters of the implementation of its stages. The information presented in the article on the thermophysical characteristics of smoked chopped lamb fat tail fat and heat exchange parameters during the procedure for dehydration of granules with a protective film is relevant, because At present, the interest of researchers in extruded products with a developed structure, obtained on the basis of raw materials of animal origin, has increased, first of all, as a source of high-quality fats, as well as as a basis for products of therapeutic and prophylactic nutrition of various technological forms.*

### **Conclusion**

*As a result of the studies carried out by the authors, the variation of the specific heat capacity, thermal conductivity coefficients, thermal diffusivity of smoked chopped lamb fat and heat exchange parameters during the procedure for dehydration of granules with a protective film within the framework of the technological limitations of the process was experimentally determined and mathematically described.*

**Key words:** lamb fat tail fat, granulation, protective coating, dehydration, heat capacity, thermal conductivity, thermal diffusivity, heat transfer coefficient.

### Введение

В последние годы возрос интерес исследователей к экструдированным продуктам с развитой структурой, полученным на базе сырья животного происхождения, в первую очередь, как к источнику высококачественных жиров, а также как основе продуктов лечебно-профилактического питания различных технологических форм. Одним из перспективных направлений в этой области является расширение ассортимента продуктов с развитой структурой, путем изменения их вкуса и аромата натуральным дымным копчением, что обеспечивает увеличение сроков их хранения [1]. Систематизация достоинств и недостатков известных технологий копченого курдючного сала, а также изучение и анализ комплекса его целевых характеристик и теплотехнических параметров процедуры обезвоживания гранул с защитным покрытием позволит не только скомпоновать рациональный технологический поток производства данного продукта, но и определить рациональные режимные параметры реализации его стадий.

Опираясь на предварительное постановочное тестирование отдельных стадий, была рекомендована рациональная компоновка технологического потока производства гранулированной копченой продукции из курдючного сала, схема которого представлена на рисунке 1.

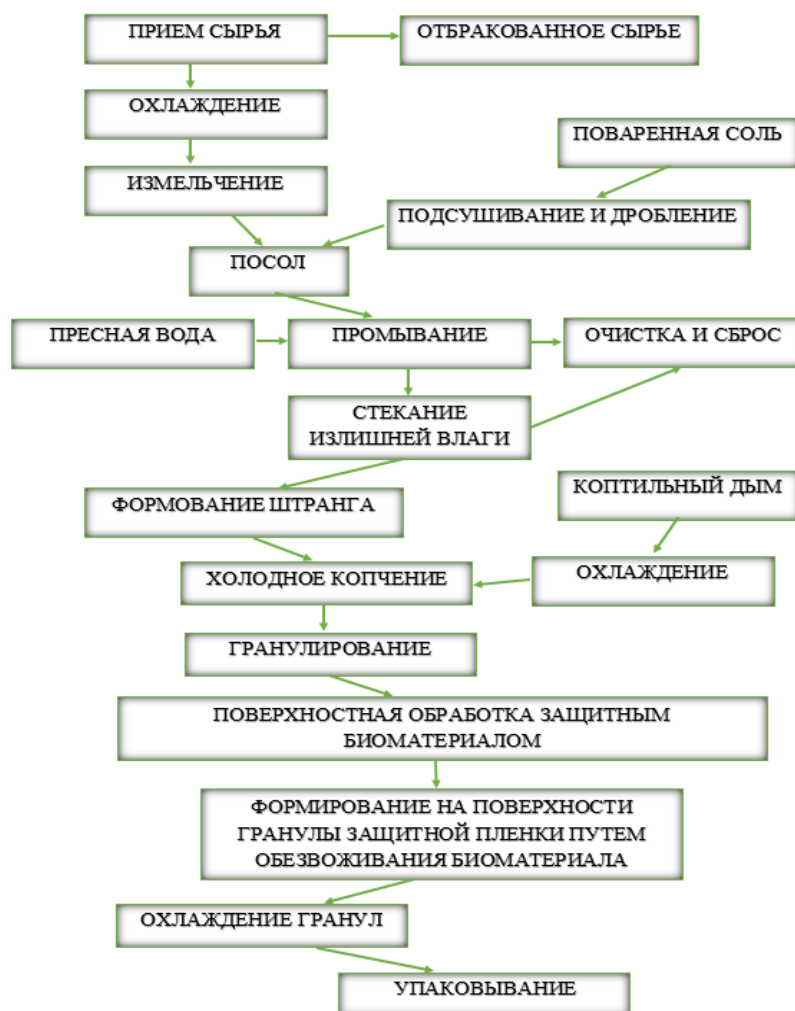


Рисунок 1. Рациональная компоновка технологического потока производства гранулированной копченой продукции из курдючного сала

Учитывая, что в предлагаемой технологии предусмотрены операции поверхностной обработки гранул защитным покрытием и их дальнейшего обезвоживание, то для оценки кинетики и эффективности этих процессов очевидна необходимость изучения и анализ варьирования теплофизических характеристик копченого измельченного бараньего курдючного

жира и покрытия, которые для последнего были определены в предыдущих исследованиях, и теплообменных параметров при процедуре обезвоживания гранул с защитной пленкой.

### Цели и задачи

Целью исследования является экспериментальное определение варьирования удельной теплоемкости, коэффициентов теплопроводности, температуропроводности копченого измельченного бараньего курдючного жира и теплообменных параметров при процедуре обезвоживания гранул с защитной пленкой.

### Объекты и методы исследования

Объектом исследования явился бараний курдючный жир, который по своей сбалансированности превосходит другие виды животных жиров [2]. Курдюк – это подкожные отложения жира в области крестца, специфичные для некоторых видов овец, которых традиционно выводят в Чеченской республике, Узбекистане, Азербайджане и Казахстане. Курдючный жир выполняет такую же роль, как горб у верблюда, он содержит наибольшее количество питательных веществ. Животное может воспользоваться запасом в неблагоприятных погодных условиях, при отсутствии корма. Максимально эта часть туши может вырасти до 30 кг, состоит из 2 половин, соединенных позвоночной костью.

Важная теплофизическая характеристика объекта исследования, такая как удельная теплоёмкость, является функцией температуры и обладает рядом особенностей в области фазовых переходов. Влиянием давления на теплоёмкость стараются пренебречь, проводя ее измерения при нормальном атмосферном давлении, используя, как правило, калориметрические методы (косвенные методы): метод смешения, адиабатного калориметра, дифференциального калориметра, метод микрокалориметра регулярного режима и метод сравнения.

Поскольку метод адиабатического калориметра, позволяющий достичь наибольшей точности результата, неприемлем для пищевых продуктов [3], возникла необходимость использовать в проведении эксперимента калориметрический метод, удовлетворяющий именно пищевым продуктам [4]. В основу используемого метода положено определение постоянной калориметра, учитывающей потери вводимой тепловой энергии с высокой точностью, а также создание высокочувствительной измерительной схемы, позволяющей надёжно измерять небольшие (порядка 2°K) изменения температуры образца. Метод позволяет в течение нескольких минут получить результат.

Экспериментальная установка, реализующая данный метод и представленная на рисунке 2, состоит из двух частей – тепловой и измерительной. Тепловая часть представляет собой теплоизолированный сосуд (термос), в который помещается исследуемый образец, измерительная часть состоит из двух ее составляющей – схемы питания и измерения напряжения и тока в нагревателе, а также схемы измерения температуры и ее регистрации во времени.



**Рисунок 2. Экспериментальная установка для определения теплоемкости пищевых материалов**

Принципиальная схема опытной установки для определения удельной теплоёмкости пищевых продуктов приведена на рисунке 3, где: 1 – исследуемый материал; 2 – дисплей термодатчика; 3 – крышка калориметра; 4 – вольтметр; 5 – амперметр; 6 – источник питания; 7 – калориметр (термос); 8 – электронагреватель; 9 – теплоизоляционный материал; 10 – термопары; 11 – ЭВМ.

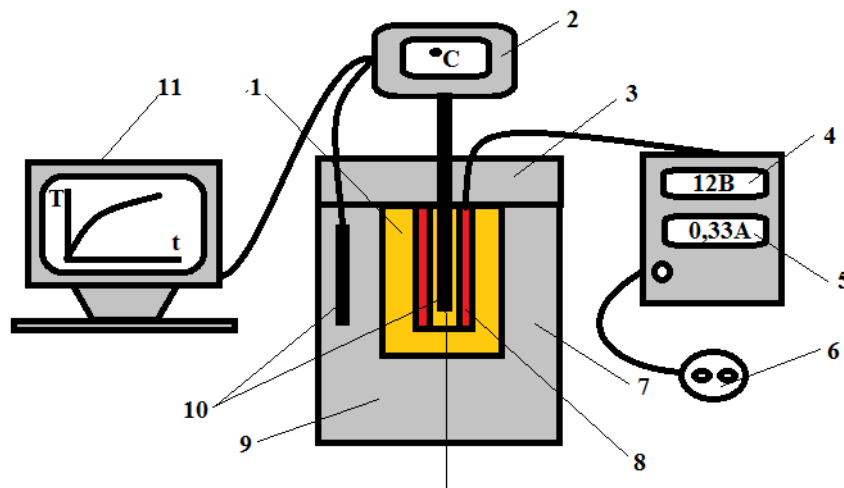


Рисунок 3. Принципиальная схема опытной установки для определения теплоемкости пищевых материалов

Как известно, удельная теплоёмкость определяется по формуле:

$$C_m = \frac{Q_{\text{пол}}}{M_{\text{обр}} \cdot \Delta T} \quad (\text{Дж/кг} \cdot \text{К}), \quad (1)$$

где  $C_m$  – удельная теплоёмкость, Дж/(кг·°К);  $Q_{\text{пол}}$  – полезное количество введённой в исследуемый образец тепловой энергии, Дж;  $M_{\text{обр}}$  – масса образца, кг;  $\Delta T$  – изменение температуры образца, °К.

Из формулы 1 видно, какие величины необходимо измерять, при этом количество теплоты, вводимой в образец с помощью электрического нагревателя, определяется по формуле закона Джоуля-Ленца:

$$Q_{\text{пол}} = U \cdot I \cdot \Delta t \quad (\text{Дж}), \quad (2)$$

где  $U$  – напряжение на нагревателе образца, В;  $I$  – ток через нагреватель, А;  $\Delta t$  – отрезок времени, в течение которого пропускается ток через нагреватель, с.

Из формул (1, 2) видно, что для определения удельной теплоёмкости курдючного материала надо точно измерять напряжение на нагревателе образца, ток через него, время пропускания тока, массу образца и изменение его температуры от выделившейся теплоты. При этом очень важно, чтобы потери теплоты были минимальными. Исследуемые образцы пищевой продукции имеют известную специфику, не позволяющую заключать их в герметичные ёмкости а, следовательно, применять адиабатические калориметры, обладающие наивысшей точностью. В нашем случае необходимо по возможности свести все тепловые потери к минимуму, не прибегая к созданию адиабатических условий, но создав хорошую тепловую изоляцию для образца, в связи с чем была определена константа калориметра  $K$  посредством проведения ряда предварительных экспериментов.

Основными задачами определения режимов сушки биоразлагаемого покрытия, нанесенного на курдючную гранулу, и размеров сушильных камер являются расчет соотношений расходов материала и сушильного агента при определенных состояниях его слоя: плотный, взвешенный и др. [5, 6]. Основными уравнениями, используемыми для расчета, являются уравнения материального и энергетического баланса, кинетики и равновесия, вытекающие из трех принципов термодинамики [7, 8, 9, 10, 11, 12].

В эти уравнения входят кинетические коэффициенты теплообмена  $\alpha$  и массообмена  $\beta$ ,



без которых невозможно определить численные значения переноса энергии и массы в процессе нагревания, охлаждения и обезвоживания объекта исследования. Несмотря на значительное количество исследований у нас и за рубежом, этот вопрос однозначно до сих пор не решен [8, 10, 12, 13, 14]. Как известно, наименьшие значения коэффициенты теплоотдачи имеют место при охлаждении и нагревании газами:  $\alpha = 10 \dots 50$  Вт/(м<sup>2</sup>·К), затем водой (жидкостями) –  $\alpha = 200 \dots 10000$ . Это свидетельствует о том, что наименее эффективным является нагревание воздухом (газами), что имеет место в данном исследовании, и это необходимо учитывать при исследовании процессов нагрева и сушки защитного полимера.

Теплообмен при движении теплоносителя через слой продукта и решетку транспортера является сложным процессом, зависящим от формы и размера высушиваемого материала (конфигурации элементов решетки), порозности слоя, физических свойств теплоносителя, температур теплоносителя и перфорированной подложки и т.д. В связи с этим, для расчета теплоотдачи  $\alpha$  в стационарных условиях при движении газа через неподвижный слой материала с малой теплопроводностью в интервале  $\lambda = 0,13 \dots 1,7$ Вт/(м·К) на основе обработки опытных данных различных исследователей [7, 8] предлагается следующее эмпирическое уравнение:

$$Nu = 0.123Re^{0.83}, \tag{3}$$

где  $Nu = \frac{\alpha l_3}{\lambda_{ж}}$  ( $l_3$  – эквивалентный диаметр высушиваемого материала;  $\lambda_{ж}$  – коэффициент теплопроводности теплоносителя);  $Re = \frac{\rho v l_3}{\mu_{ж}}$  ( $\rho v$  – массовая скорость теплоносителя;  $\mu_{ж}$  – коэффициент динамической вязкости теплоносителя).

Соотношение 3, можно представить в виде, которое позволяет рассчитывать коэффициент теплоотдачи, при варьировании скорости сушильного агента и выбора его температуры, например:

$$\alpha = 0,123\lambda_{ж}l_3^{-0,17} \left(\frac{\rho}{\mu_{ж}}\right)^{0,83} v^{0,83}, \tag{4}$$

для которого значения теплофизических величин  $\lambda_{ж}$ ,  $\rho$  и  $\mu_{ж}$  для теплоносителя (воздух) известны [15], а эквивалентный размер  $l_3$  выбирается в зависимости от габаритов получаемой гранулы.

### Результаты исследования и их обсуждение

Константа калориметра  $K$  была определена посредством проведения ряда предварительных экспериментов, результаты которых представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные экспериментов по определению константы калориметра.

Эксперимент	Напряжение, В	Сила тока, А	Масса, кг	Изменение температуры, К	Время на нагрев, с	Теплоемкость, Дж/(кг·К)
1	11,986	0,34	0,01483	2,0	25,8	3545
2			0,01392	2,2	26,9	3579
3			0,01411	2,1	26,2	3556
4			0,01387	2,1	25,3	3539
5			0,01482	2,0	25,7	3534
Среднее значение						3554

В итоге константа калориметра  $K$ , при известной удельной теплоемкости воды комнатной температуры, будет равна:  $K = \frac{C_{воды}}{C_{жкн}} = 1,18$ .

Таким образом, конечная формула для определения удельной теплоемкости диспергированного курдючного сала, прошедшего этап копчения, будет иметь следующий вид:

$$C_{ж} = \frac{U \cdot I \cdot \Delta\tau}{M_{обп} \cdot \Delta T} \cdot K, \tag{4}$$

где  $K = 1,18$  – константа калориметра.

Результаты экспериментов по определению величины удельной теплоемкости объекта исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Данные экспериментов по определению теплоемкости объекта исследования.

Эксперимент	Напряжение, В	Сила тока, А	Масса, кг	Изменение температуры, К	Время на нагрев, с	Теплоемкость, Дж/(кг·К)
1	11,986	0,344	0,01375	2,0	25,2	4458
2			0,01354	2,1	26,1	4465
3			0,01282	2,2	25,8	4451
4			0,01360	2,0	24,9	4454
5			0,01334	2,1	25,7	4463
Среднее значение						4458

В результате проведенных экспериментов посредством использования программы «ThermoChart» была получена кривая зависимости температуры зонда, быстро помещенного в исследуемую среду, от времени (рис. 4).

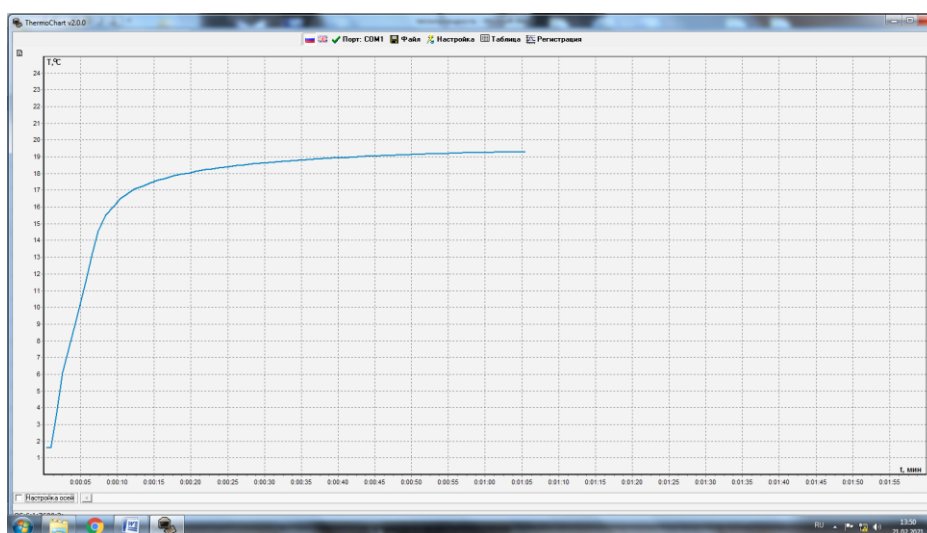


Рисунок 4. Фотография графика изменения температуры зонда от времени, полученного посредством программы «ThermoChart»

Затем, используя данные графика изменения температуры зонда от времени и пересчета температурных значений в безразмерный вид, согласно уравнению 3.1.8, была получена зависимость:  $\Theta = f(\tau)$  (рис. 5).

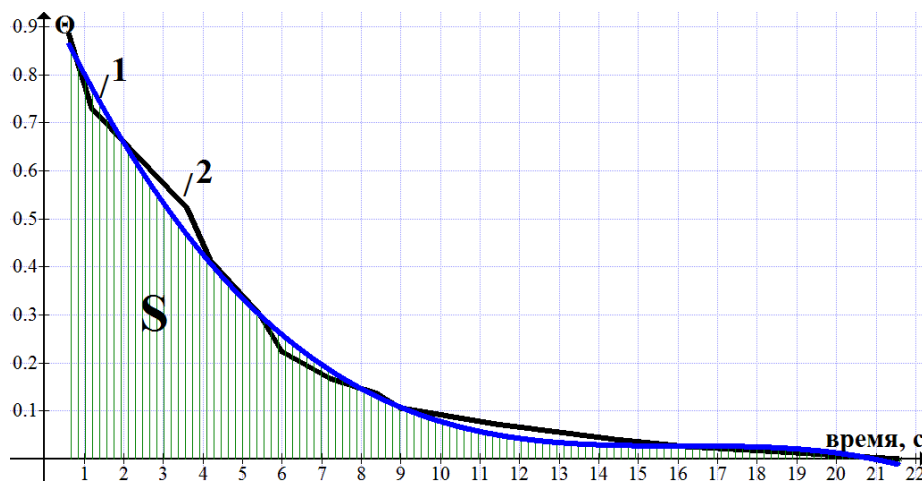


Рисунок 5. Графическая зависимость  $\Theta = f(\tau)$ : 1. – график аппроксимации; 2. – исходный график



Уравнение аппроксимации, графически представленное на рисунке 5, математически записывается полиномом третьей степени:

$$\Theta = -0,000226\tau^3 + 0,0109\tau^2 - 0,1754\tau + 0,968. \quad (6)$$

Интегрирование уравнения 6 в диапазоне  $0,6 \leq \tau \leq 21,6$  дает искомую величину площади  $S = 3,758$ . В этом случае величина коэффициента теплопроводности для измельченного курдючного жира будет равна:

$$\lambda_1 = \frac{\beta}{S} = \frac{1,117}{3,758} = 0,297 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}.$$

Зная, что коэффициент температуропроводности исследуемой среды  $a_1$  находится в зависимости от ее теплопроводности и массовой теплоемкости соотношением  $\left(a_1 = \frac{\lambda_1}{c_m \rho}\right)$ , то его значение легко вычислить:  $a_1 = 8,31 \cdot 10^{-8}$ .

Таким образом, для выполнения тепловых расчетов массообменных аппаратов экспериментально и аналитически определены теплофизические характеристики измельченного и предварительно прокопченного курдючного сала в заданных диапазонах температур (ниже температуры плавления), от которых зависит выбор рационального метода и режима, как копчения, так и его консервирования нанесением на поверхность защитного материала.

Ниже в таблице 3 представлены численные значения  $\lambda_{жс}$ ,  $\rho$  и  $\mu_{жс}$  для теплоносителя и высушиваемого материала при различных температурах воздуха.

Таблица 3 – Значения величин  $\lambda_{жс}$ ,  $\rho$  и  $\mu_{жс}$  для теплоносителя

$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda_{жс}, \text{Вт/(м} \cdot \text{К)}$	$\mu_{жс}, \text{Па} \cdot \text{с}$	$\rho, \text{кг/м}^3$
30	$2,67 \cdot 10^{-2}$	$18,6 \cdot 10^{-6}$	1,165
40	$2,76 \cdot 10^{-2}$	$19,1 \cdot 10^{-6}$	1,128
50	$2,83 \cdot 10^{-2}$	$19,6 \cdot 10^{-6}$	1,093
60	$2,90 \cdot 10^{-2}$	$20,1 \cdot 10^{-6}$	1,060

Учитывая, что необходимые для расчета величины зависят от температуры теплоносителя, то для удобства его оперативного использования целесообразно получить ряд зависимостей, куда вводится обобщенный комплекс  $K_\alpha = 0,123\lambda_{жс} \left(\frac{\rho}{\mu_{жс}}\right)^{0,83}$  и представить графическую интерпретацию, позволяющую с помощью простых геометрических операций исследовать функциональные зависимости без их вычислений.

В таблице 4 представлены численные значения комплекса  $K_\alpha$  для различных температур сушильного агента.

Таблица 4 – Значения  $K_\alpha$  для различных температур теплоносителя

$t, ^\circ\text{C}$	30	40	50	60
$K_\alpha$	31.602	30.972	30.281	29.625

На рисунке 5 представлены зависимости коэффициента теплоотдачи курдючных гранул  $\alpha$ , Вт/(м<sup>2</sup>·К) в интервалах температур 30...60°С от скорости теплоносителя от 0,5 до 8 м/с, рекомендованной в работах [11, 16] и эквивалентного размера от 0,014 до 0,025 м, который выбирается в зависимости от габаритов получаемой гранулы.

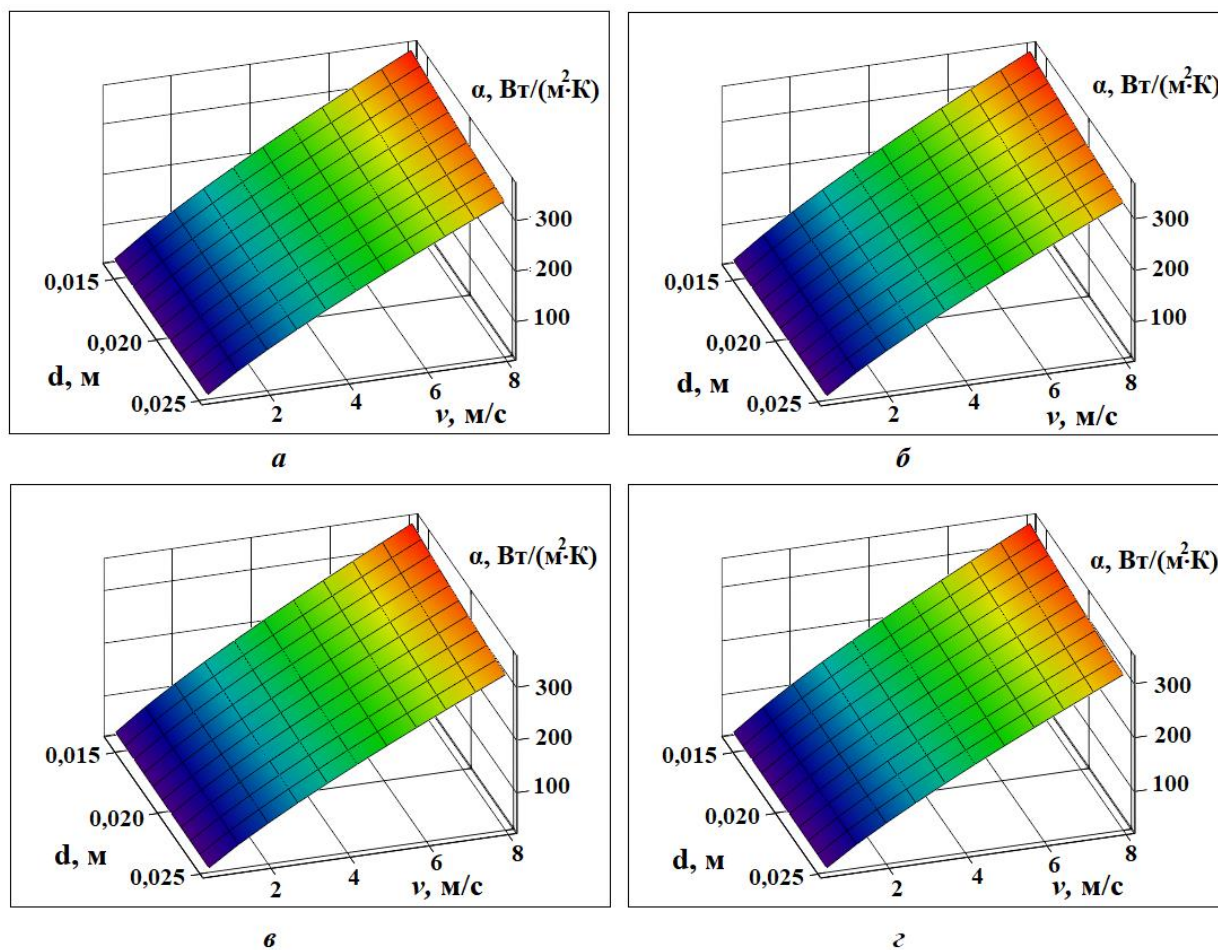


Рисунок 5. Графические зависимости  $\alpha$  от размера гранул и скорости сушильного агента при его разных температурах: а. – 30°C; б. – 40°C; в. – 50°C; з. – 60°C

## Вывод

Таким образом, в результате исследований экспериментально определено и математически описано варьирование удельной теплоемкости, коэффициентов теплопроводности, температуропроводности копченого измельченного бараньего курдючного жира и теплообменных параметров при процедуре обезвоживания гранул с защитной пленкой в рамках технологических ограничений процесса. Полученные результаты не противоречат по своей величине известным литературным данным, свойственным продуктам, подобным объекту исследования и могут быть рекомендованы для использования в инженерной практике.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ткачев О.А. Разработка и исследование способа вакуум-электро-статического копчения экструдированных продуктов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12/ Олег Александрович. – Воронеж, 2013. – 21с.
2. Горлов И.Ф., Мосолов А.А., Юлдашбаев Ю.А., Княжеченко О.А., Гишларкаев Е.И. Жирнокислотный состав жира баранчиков и бычков, выращенных в условиях естественных пастбищ Заволжья. – Овцы, козы, шерстяное дело. – 2018. – № 2. – С. 38–40.
3. Температурные измерения. Справочник. – Киев: НАУКОВА ДУМКА, 1989.
4. Пат. 154799 РФ, МПК G01N25/20 Калориметр для определения удельной теплоемкости пищевых продуктов / А. Х.-Х. Нугманов, В. А. Краснов, И. В. Краснов; заявитель и патентообладатель Нугманов А. Х.-Х. – 2015105320/28; заявл. 17.02.2015; опубл. 10.09.2015, Бюл. N 25.

5. Аэров М.Э., Тодес О.М. Гидравлические и тепловые основы работы аппаратов со стационарным и кипящим зерновыми слоями. – Л.: «Химия», 1968. – 512 с.
6. Егоров Г.А. Влияние тепла и влаги на процессы переработки и хранения зерна. – М.: «Колос», 1973. – 246 с.
7. Нгуен Т.С. Разработка способа сушки плодов (соплодия) джекфрута с защитным биопокрытием: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12/ Нгуен Тхи Сен. – Краснодар, 2020. – 20 с.
8. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов. – М.: ООО ТИД Альянс, 2005. – 753 с.
9. Исаченко В.Л., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. – М.: Энергия, 1975. – 456 с.
10. Максименко Ю.А. Развитие научно-практических основ и совершенствование процессов сушки растительного сырья в диспергированном состоянии: дис. ... докт. техн. наук: 05.18.12/ Максименко Юрий Александрович. – Астрахань, 2016. – 502 с.
11. Лыков А.В. Тепло- и массообмен в процессах сушки. – М.: Гостоптехиздат, 1956. – 464 с.
12. Алексанян И.Ю. Развитие научных основ процессов высокоинтенсивной сушки продуктов животного и растительного происхождения: автореф. дис. ... доктора техн. наук: 05.18.12/ Алексанян Игорь Юрьевич. – М., 2001. – 52с.
13. Остапчук М., Станкевич Г., Дажикаев М. Якi ж чинники впливають на величину коефіцієнта тепловіддачі при ВТО зерна // Зерно і хліб. – 2006. – №3. – С. 32-33.
14. Сорочинский В.Ф. Повышение эффективности конвективной сушки и охлаждения зерна на основе интенсификации тепломассообменных процессов: автореф. дис. ... доктора техн. наук: 05.18.01/Сорочинский Владимир Фёдорович. – М., 2003. – 59 с.
15. Физические свойства воздуха: плотность, вязкость, удельная теплоемкость [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://thermalinfo.ru/svoystva-gazov/gazovye-smesi/fizicheskie-svoystva-vozduha-plotnost-vyazkost-teploemkost-entropiya> (Дата обращения: 26.04.2021).
16. Филоненко Г.К., Гришин М.А., Гольденберг Я., Коссек В.К. Сушка пищевых растительных материалов: учеб. пособие для технол. специальностей вузов пищевой пром-сти. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 439 с.

## REFERENCES

1. Tkachev O.A. Razrabotka i issledovanie sposoba vakuum-ehlektro-staticheskogo kocheniya ehkstrudirovannykh produktov: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.12/ Oleg Aleksandrovich. – Voronezh, 2013. – 21s.
2. Gorlov I.F., Mosolov A.A., Yuldashbaev YU.A., Knyazhechenko O.A., Gishlarkaev E.I. Zhirnokislotnyi sostav zhira baranchikov i bychkov, vyrashchennykh v usloviyakh estestvennykh pastbishch Zavolz'h'ya. – Ovtsy, kozy, sherstyanoe delo. – 2018. – № 2. – S. 38–40.
3. Temperaturnye izmereniya. Spravochnik. – Kiev: NAUKOVA DUMKA, 1989.
4. Pat. 154799 RF, МРК G01N25/20 Kalorimetr dlya opredeleniya udel'noi teploemkosti pishchevykh produktov / A. KH.-KH. Nugmanov, V. A. Krasnov, I. V. Krasnov; zayavitel' i patentoobladatel' Nugmanov A. KH.-KH. – 2015105320/28; zayavl. 17.02.2015; opubl. 10.09.2015, Byul. N 25.
5. Aehrov M.EH., Todes O.M. Gidravlicheskie i teplovye osnovy raboty apparatov so statsionarnym i kipyashchim zernovymi sloyami. – L.: «KhimiYA», 1968. – 512 s.
6. Egorov G.A. Vliyanie tepla i vlagi na protsessy pererabotki i khraneniya zerna. – М.: «KoloS», 1973. – 246 s.

7. Nguen T.S. Razrabotka sposoba sushki plodov (soplodiya) dzhekfruta s zashchitnym biopokrytiem: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.12/ Nguen Tkhi Sen. – Krasnodar, 2020. – 20 s.
8. Kasatkin A.G. Osnovnye protsessy i apparaty khimicheskoi tekhnologii: uchebnik dlya vuzov. – M.: OOO TID Al'yans, 2005. – 753 s.
9. Isachenko V.L., Osipova V.A., Sukomel A.S. Teploperedacha. – M.: Ehnergiya, 1975. – 456 s.
10. Maksimenko YU.A. Razvitie nauchno-prakticheskikh osnov i sovershenstvovanie protsessov sushki rastitel'nogo syr'ya v dispergirovannom sostoyanii: dis. ... dokt. tekhn. nauk: 05.18.12/ Maksimenko Yurii Aleksandrovich. – Astrakhan', 2016. – 502 s.
11. Lykov A.V. Teplo- i massoobmen v protsessakh sushki. – M.: Gostoptekhizdat, 1956. – 464 s.
12. Aleksanyan I.YU. Razvitie nauchnykh osnov protsessov vysokointen-sivnoi sushki produktov zhivotnogo i rastitel'nogo proiskhozhdeniya: avtoref. dis. ... doktora tekhn. nauk: 05.18.12/ Aleksanyan Igor' Yur'evich. – M., 2001. – 52s.
13. Ostapchuk M., Stankevich G., Dazhikaev M. Yaki zh chinniki vplivayut' na velichinu koefitsienta teploviddachi pri VTO zerna // Zerno i khlib. – 2006. – №3. – S. 32-33.
14. Sorochinskii V.F. Povyshenie ehffektivnosti konvektivnoi sushki i okhlazhdeniya zerna na osnove intensivatsii teplomassoobmennyykh protsessov: avtoref. dis. ... doktora tekhn. nauk: 05.18.01/Sorochinskii Vladimir Fedorovich. – M., 2003. – 59 s.
15. Fizicheskie svoystva vozdukh: plotnost', vyazkost', udel'naya teploemkost' [Ehlektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <http://thermalinfo.ru/svoystva-gazov/gazovye-smesi/fizicheskie-svoystva-vozduha-plotnost-vyazkost-teploemkost-entropiya> (Data obrashcheniya: 26.04.2021).
16. Filonenko G.K., Grishin M.A., Gol'denberg YA., Kossek V.K. Sushka pishchevykh rastitel'nykh materialov: ucheb. posobie dlya tekhnol. spetsial'nostei vuzov pishchevoi prom-sti. – M.: Pishchevaya promyshlennost', 1971. – 439 s.

#### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Эльмурзаев Аюб Абдулаевич** Кандидат технических наук Исполняющий обязанности заведующего кафедрой «Технологические машины и оборудование» ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова» e-mail: [ayub\\_777@mail.ru](mailto:ayub_777@mail.ru)

**Elmurzaev Ayub Abdulaevich** Candidate of Technical Sciences Acting Head of the Department «Technological Machines and Machinery», FSBEI HE Grozny state oil technical University named after academician M. D. Millionshchikov, e-mail: [ayub\\_777@mail.ru](mailto:ayub_777@mail.ru)

**Айсунгуров Ноха Джабраилович** Ассистент ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова», e-mail: [aysungurov91@mail.ru](mailto:aysungurov91@mail.ru)

**Aisungurov Noha Dzhabraiлович** Assistant, FSBEI HE Grozny state oil technical University named after academician M. D. Millionshchikov, e-mail: [aysungurov91@mail.ru](mailto:aysungurov91@mail.ru)

**Алексамян Игорь Юрьевич**, Д.т.н., Профессор, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», кафедра «Технологические машины и оборудование», [16081960igor@gmail.com](mailto:16081960igor@gmail.com), 8-960-863-26-04, <https://orcid.org/0000-0001-5494-1226>

**Aleksanian Igor Yurievich**, Doctor of Technical Sciences Professor, FSBEI HE Astrakhan State Technical University, Department of Technological Machines and Machinery, [16081960igor@gmail.com](mailto:16081960igor@gmail.com), 8-960-863-26-04, <https://orcid.org/0000-0001-5494-1226>

**Нугманов Альберт Хамед-Харисович**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», кафедра «Технологические машины и оборудование» [albert909@yandex.ru](mailto:albert909@yandex.ru), 8-927-282-43-07, <https://orcid.org/0000-0002-4093-9982>

**Nugmanov Albert Hamed-Harisovich**, Doctor of Technical Sciences Assistant Professor Professor FSBEI HE Astrakhan State Technical University, Department of Technological Machines and Machinery <https://orcid.org/0000-0002-4093-9982>, [albert909@yandex.ru](mailto:albert909@yandex.ru) 8-927-282-43-07

**Максименко Юрий Александрович**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», заведующей кафедрой «Технологические машины и оборудование», [amxs1@yandex.ru](mailto:amxs1@yandex.ru), 8-903-349-12-12, <https://orcid.org/0000-0001-7973-1903>

**Maksimenko Yuriy Aleksandrovich**, Doctor of Technical Sciences, Assistant Professor, Head of department, FSBEI HE Astrakhan State Technical University, Department of Technological Machines and Machinery [amxs1@yandex.ru](mailto:amxs1@yandex.ru), 8-903-349-12-12, <https://orcid.org/0000-0001-7973-1903>

Дата поступления в редакцию: 25.02.2021

После рецензирования: 23.06.2021

Дата принятия к публикации: 03.09.2021

А.Г. Храмцов [A. G. Khramtsov]<sup>1</sup>,  
 А. А. Борисенко [A. A. Borisenko]<sup>1</sup>,  
 И. А. Евдокимов [I. A. Evdokimov]<sup>1</sup>,  
 А. А. Борисенко [A. A. Borisenko]<sup>1</sup>,  
 А. А. Брацихин [A. A. Bratsikhin]<sup>2</sup>,  
 Л. А. Борисенко [L. A. Borisenko]<sup>1</sup>

УДК 637.344:001  
 DOI: 10.37493/2307-910X.2021.3.12.

**ЭВОЛЮЦИЯ ПЕРЕРАБОТКИ  
 МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ:  
 ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ  
 (ЧАСТЬ 2)**

**THE EVOLUTION OF WHEY  
 PROCESSING: PAST, PRESENT, FUTURE  
 (PART 2)**

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»/North Caucasus Federal University,  
 e-mail: [akhramtcov@ncfu.ru](mailto:akhramtcov@ncfu.ru)

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия»/Izhevsk State Agricultural  
 Academy, e-mail: [aab.science@gmail.com](mailto:aab.science@gmail.com)

**Аннотация**

Основными инновационными приоритетами переработки молочной сыворотки (МС) являются: полное использование всех составляющих сухого остатка МС (сухие концентраты) и получение высококачественных продуктов, на примере лактозы и ее производных.

**Материалы, методы, результаты и обсуждения**

Анализ литературных источников и оценка мнений специалистов показывает, что существующие проблемы переработки молочной сыворотки являются многообразными, системными и настоятельно требуют своего решения [1-11]. Их можно классифицировать по следующим направлениям: проблемы, связанные со сбросами МС в сточные воды, экологичностью и энергоемкостью процессов и технологий; проблемы разделения МС на компоненты, качественного ее фракционирования и эффективного использования продуктов переработки по замкнутому циклу; проблемы качества и безопасности получаемых продуктов.

С учетом современного этапа развития текущего технологического цикла переработки молочной сыворотки проведен анализ и раскрыты основные пути решения проблем ее разделения на компоненты, фракционирования и эффективного использования продуктов переработки, экологичности и энергоемкости применяемых технологий, получения качественных и безопасных продуктов. Представлен прогноз развития технологий переработки молочной сыворотки в ближайшей, среднесрочной и более отдаленной перспективе. Показано, что основные результаты прорывного характера в пищевых технологиях будут связаны с реализацией четвертой промышленной революции и цифровой трансформацией производства.

**Заключение**

Резюмируя изложенное выше, следует твердо констатировать, что в настоящий момент и будущем молочная сыворотка – это важнейший сырьевой ресурс, по сути – неис-



черпаемый, возобновляемый кладезь полезных нутриентов, веществ и продуктов, которым одарила нас природа.

Однако, в настоящий момент только при комплексной промышленной переработке сыворотки путем объединения усилий ученых, бизнеса и государства возможно поступательное решение затронутых проблем рациональной переработки и бережливого использования молочной сыворотки с применением безотходных и ресурсосберегающих технологий, о чем свидетельствует как мировой, так и передовой отечественный опыт [1].

Одним из ярких примеров такого опыта может служить строительство и запуск в 2019 г цеха по выпуску лактозы высокого качества номинальной мощностью 5 тонн в сутки на базе «Молочного комбината «Ставропольский» (МКС), благодаря многолетним усилиям коллектива ученых и специалистов СКФУ (ведущая научная школа «Технологии живых систем» НШ 7510.2010.4, руководители А.Г. Храмов и И.А. Евдокимов) и МКС при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ.

**Ключевые слова:** молочная сыворотка, проблемы переработки сыворотки, перспективы переработки сыворотки, цифровые технологии

### **Abstract**

*The main innovative priorities of whey processing (MS) are: the full use of all components of the MS dry residue (dry concentrates) and the production of high-quality products, using the example of lactose and its derivatives.*

### **Materials, methods, results and discussions**

*Taking into account the current stage of development of the current technological cycle of whey processing, the main ways of solving the problems of its separation into components, fractionation and effective use of processed products, environmental friendliness and energy intensity of the technologies used, and obtaining high-quality and safe products are analyzed and disclosed. The forecast of the development of technologies for processing whey in the near, medium and longer term is presented. It is shown that the main breakthrough results in food technologies will be associated with the implementation of the fourth industrial revolution and the digital transformation of production.*

### **Conclusion**

*Summarizing the above, it should be firmly stated that at the present moment and in the future, whey is the most important raw material, in fact, an inexhaustible, renewable storehouse of useful nutrients, substances and products that nature has endowed us with.*

*However, at the moment, only with the integrated industrial processing of whey by combining the efforts of scientists, business and the state is it possible to progressively solve the problems of rational processing and thrifty use of milk whey using waste-free and resource-saving technologies, as evidenced by both world and advanced domestic experience [ 1].*

*One of the striking examples of such experience is the construction and launch in 2019 of a workshop for the production of high quality lactose with a nominal capacity of 5 tons per day on the basis of the Stavropolsky Dairy Plant (SDP), thanks to the many years of efforts of a team of scientists and specialists from NCFU (a leading scientific school "Technologies of Living Systems" NSh 7510.2010.4, leaders A.G. Khramtsov and I.A. Evdokimov) and ISS with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation.*

**Key words:** whey, problems of whey processing, prospects of whey processing, digital technologies

### **Whey processing problems and some solutions**

The main innovative priorities for the processing of MS for us are: full use of all components of the dry residue of MS (dry concentrates) and obtaining high-quality products, for example, lactose and its derivatives [1, 2].

Analysis of literary sources and assessment of the opinions of specialists shows that the existing problems of milk whey processing are diverse, systemic and urgently require their solution [1-11]. They can be classified in the following areas: problems associated with discharges of MS into wastewater, environmental friendliness and energy intensity of processes and technologies; problems of MS separation into components, its high-quality fractionation and effective use of processed products in a closed cycle; problems of the quality and safety of the products obtained.

From all the variety, we will consider some of them, focusing on the most significant technological, environmental and economic aspects.

**Problem No. 1** - *discharges of MS into wastewater, improving environmental friendliness and reducing energy consumption of modern technological processes for its production and processing.*

It is generally recognized that whey discharges are a significant socio-ecological part of the problem, which is that the produced volumes of milk whey pose a serious threat to the environment if it is disposed of without pretreatment or immediate processing to prevent the development of microbiological processes and an increase in acidity.

Considering that the resources of MS in the Russian Federation are about 5 million tons per year (and its annual world production is more than 160 million tons, with an estimated growth rate of 1-2% per year), the damage that can be caused to the environment and a person can be significant [12].

The manifestation of modern technogenic thinking with a focus on obtaining quick results can lead to disproportionately high overall environmental, economic and social damage [12]. The problem of wastewater treatment is inextricably linked with the problem of discharges. So, according to SOYUZMOLOKO estimates, today in Russia, due to the high cost of treatment facilities, less than 30% of dairy plants have their own, but only 2% of them are able to provide the required level of wastewater treatment. And the share of the main technological equipment that meets the level of modern requirements does not exceed 12%.

One of the relatively inexpensive modern directions for solving the problem of environmental pollution can be the use of innovative technologies, including cavitation treatment of industrial wastewater. An increase in the degree of greening and a decrease in the energy consumption of technological processes (according to the requirements of BAT [12, 13]), the introduction of elements of a closed "drainless production" can be achieved to a large extent already now. A general direction for solving such problems can be, for example, the introduction of innovative processes of cavitation technologies and equipment for the extraction of milk raw materials from the wastewater of enterprises with its possible processing for feed purposes. A systemic solution to the problem can be the creation of complexes for the processing of MS on the basis of hydro-cavitation units, designed for the acceptance and processing of discharges from dairy enterprises.

**Problem number 2** - *processing of whey with high acidity.*

It lies in the considerable complexity of processes of processing sour syvo - Rothko. Its de-oxidation with alkaline reagents leads to a decrease in the quality of processed products, for example, taste and their chemical contamination.

The solution to this problem lies in the direction of using new physical reagent-free methods for processing MS. One of such solutions is the use of bipolar ion exchange membranes in MS electro-dialysis. Developed at SKFU and patented innovative method, not only provides desalting, but neutralizes the acidity of the whey by the formed hydroxide ions [14].

Theoretically, the possibilities of the methods of electroactivation of serum and the use of new combined methods of its reagent-free processing have not been exhausted.



To expand the raw material base with the inclusion of whey with high acidity in SCFU for the purpose of preliminary thickening of raw materials to 18-22% of dry matter, it was proposed to introduce nanofiltration and reverse osmosis processes into the technological chain of its processing. Such a technological method to a certain extent reduces the negative effect of temperature effects on raw materials (up to 30 ° C) and reduces energy consumption by 4-7 times due to a reduction in the duration of operation of vacuum evaporators. And the preliminary application of the processes of baromembrane filtration followed by vacuum evaporation makes it possible to remove up to 70% of water from the whey raw materials. In addition, the use of membrane technologies at different stages of the technological process eliminates energy-consuming drying. This direction can be considered promising for enterprises with whey processing from 5 to 10 tons per day, since it is economically profitable. In general, the use of membrane techniques enables the MS processing circuits create multiple variations of its fractionation to obtain a number of products with qualitatively new functional technological properties, which greatly extends the range of application of MS components in food products [5].

**Problem No. 3 - low efficiency of traditional industrial methods for isolating proteins from whey.**

At present, traditionally industrial methods for the extraction of MS proteins, based on the use of precipitating reagents (alkalis, acids, or salts), with significant expenditures of thermal energy, have low efficiency and reduce the quality and safety of the products obtained. It is known that when using precipitants, the degree of protein recovery is no more than 70%, and when using thermal denaturation - about 50 % [7, 15].

Three main methods of protein isolation should be distinguished from modern ones: membrane (baro- and electromembrane), chromatographic (ion-exchange and hydrophobic adsorption) and combined. Among the relatively new and promising methods for whey proteins, such as magnetic trap and aqueous two-phase separation can be noted, for caseins - low-temperature membrane filtration and selective precipitation. Ion exchange chromatography is used primarily to obtain a high degree of purity of industrially extractable whey proteins [16].

Membrane methods, in turn, are divided into three main groups: microfiltration, ultrafiltration and diafiltration. Electro-separating methods include electrodialysis and electroacidification methods.

As a rule, they combine the methods of chromatography, membrane separation, and chemical treatment. This makes it possible to fractionate proteins and peptides by their mass and charge, for example, by a combination of electrodialysis and ultrafiltration. In addition, it was found that the combination of methods increases the level of protein purity [16, 17]. Therefore, one of the ways to solve the problem of effective industrial fractionation of proteins lies in the technical and economic area of their combined use.

A promising direction for solving the problem can be the use of technological methods with the separate use of the most important components of raw materials. These are, first of all, the processes of separative freezing of proteins by cryoconcentration to obtain casein-albumin mass, KSB and proteins with polysaccharides. The technology makes it possible to exclude denaturation of protein fractions of MS and to the greatest extent preserve the properties of thermolabile components due to low temperatures of the ongoing process (from 0 to minus 15 ° C) [18, 19]. Until recently, due to the high cost of equipment and the loss of dry matter along with ice (up to 20%), it could not compete with evaporation. However, now the loss of dry substances with ice has been reduced to 1% using the created highly efficient cryoconcentration equipment [7].

Electrodialysis application process - for already at the present stage allows you to create a new direction vyde - Lenia components of whey, as no significant effect on the quality characteristics and co - lichestvo whey proteins, lactose and vitamins MS [5].

The problem of industrial isolation and deep purification of whey proteins, their separation into fractions, peptides and the production of hydrolysates, taking into account their high nutritional value, will be relevant in the future, since the formation of an entire industry in the future - the production of nutrient-balanced products - largely depends on its rational solution. personalized nutrition for the formation and maintenance of the amino acid pool of the individual's body .

**Problem No. 4** - *agglomeration of particles of dry products caused by lactose defects during spray drying of whey, due to its high hygroscopicity.*

It is known that during spray drying, lactose, with a degree of its extraction up to 90-95%, almost instantly turns into a glassy state. During storage of the dry product, amorphous lactose ( $\alpha$  - and  $\beta$  - forms in a ratio of 1.5: 1) well absorbs moisture from the air with crystallization of  $\alpha$ -lactose. As a result, the separated hydrated water, previously bound by the molecules of dissolved lactose, wets the particles of the dry product and causes them to agglomerate [3].

The main direction of solving the problem is the development of instrumental automated methods for controlling the granulometric composition of the syrup and determining the degree of crystallization of lactose in dry whey.

The main direction of improving technologies is the development of the beta form of lactose and other anomers by spray drying, the use of other types of it with more gentle modes (sublimation, drying in a fluidized bed, etc.)

**Problem No. 5** - *improving the quality of the industrial lactose crystallization process.*

Those who faced crystallization processes, knows that it is an extremely complex matter, which afford only real experts-professionals, especially in lactose crystallization on an industrial scale because of the SEASON - one mineral content in it, and other factors.

The main tasks of achieving high quality crystallization of fine-crystalline lactose are the development of its pharmaceutical level and the development of modes of intensive technologies associated with the production of food and feed products.

Typically, industrial crystallization of lactose is carried out by cooling the whey condensed to 65-70% dry matter from 70 ° C to 10-15 ° C.

The results of studies of the crystallization process of lactose showed that to obtain MC concentrates of uniform consistency with a stable structure with a characteristic distribution of crystal groups by size (from 10 to 25  $\mu\text{m}$  - about 89%, from 25 to 60  $\mu\text{m}$  - about 8%, from 60 to 80 microns - about 3%) with an average size of no more than 18 microns and the number of crystals in 1  $\text{mm}^3$  of the product is about 35300, one should adhere to heat treatment with a temperature of about 65-68 ° C, and cooling should be carried out for 3-4 hours at a rate of 14- 16 ° C per hour [3].

Attention should also be paid to the parameters of the electro dialysis process, which preliminarily removes impurities (unwanted acids and minerals) and largely determines the purity of lactose during its crystallization, i.e., the factors that prevent the intensive course of crystallization processes, the formation of crystals and the parameters of the crystallization process. , the main of which are the degree of supersaturation of the solution, temperature, intensity of stirring, cooling, etc.

The size of the crystals obtained and their inhomogeneity can largely be associated with incorrectly selected parameters of the solution mixing process and other factors. With an increase in the intensity of stirring, on the one hand, the crystallization rate increases, on the other hand, smaller crystals are formed. Their purity also depends on the conditions of crystallization, filtration and crystal washing.

One of the promising ways to solve the problem is the use of ultrasonic treatment of whey for the purpose of cavitation disintegration of its conglomerates and leaching of lactose from proteins [20]. With the help of ultrasound, about 92% of crystallized lactose can be obtained [21]. According to some reports, such an impact in the subsequent technological chain significantly increases the yield and quality of the product. The main task is to work out rational modes of cavitation effects and apply existing innovative industrial equipment.

**Problem No. 6** - industrial scaling and development of technologies for reagent-free biotransformation of lactose.

Existing scientifically grounded methods and technologies of lactulose, in particular the work of Acad. RAS A.G. Khrantsov, his students and followers, undoubtedly, are the most important content in solving the problems of its production by biotransformation (isomerization) of lactose.

At the same time, one of the fundamentally substantiated solutions to this problem is the search for simple and effective ways of converting lactose into lactulose by preliminary studying it using molecular modeling and quantum chemical calculations, visualizing the results of 3D modeling and molecular docking, classical and controlled molecular dynamics (computer analogue of atomic force microscopy or optical tweezers), analysis of the intrastuctural organization of molecules and the interaction of molecular systems. With subsequent experimental practice.

**Problem No. 7** - utilization of molasses as a by-product in the production of crystalline lactose (due to the peculiarities of its composition, properties and other factors).

Currently, in our country and abroad, there is an intensive search for alternative options for processing molasses (foreign trade name "Proliq"), which would not only ensure complete zero waste, but also increase the level of added value of products based on it [4].

One of the simplest ways to process molasses, taking into account the peculiarities of its composition, would be to obtain dry concentrates on its basis for feed purposes. However, at present, all, at first glance, unique components contained in molasses can be obtained from cheaper sources, which makes the production of its dry concentrates unprofitable [4].

The need for deep purification of molasses with the use of additional electro dialysis equipment (ED) with its subsequent return to the main cycle becomes obvious when organizing the production of high quality lactose. In this case, the auxiliary ED installation must be configured and configured to operate in a batch mode. The effectiveness of a batch mode compared to a continuous regime increases sharply with an increase in the required final level of demineralization. So, with demineralization of 50%, it is higher by only 20–30%, however, with a level of demineralization of 90%, the efficiency of the batch mode becomes 3-4 times higher than that of the continuous one [4].

It is possible to significantly increase the added value of dry molasses by preliminary isomerizing a part of lactose into lactulose in it. The processing of molasses into dry lactulose-containing concentrates can be realized without using deep cleaning methods and, therefore, the cost of the final products can be quite low. This circumstance opens up wide opportunities for price maneuver and, ultimately, for successful competition in the feed additives market.

**Problem No. 8** - the lack of domestic high-tech specialized industrially applicable equipment for the processing of whey.

The solution to this problem lies rather in the plane of economic, financial and organizational aspects and business approaches, activity and predictive foresight of the most proactive managers, since there is a base of technical developments, starting with patent documentation, and professionally trained personnel in Russia. At the moment, there is progress in solving this problem. Among the most advanced Russian companies engaged in the development of domestic equipment that can be adapted to the problems of the food industry, including the processing of MS, one can mention JSC RM Nanotech (a portfolio company of RUSNANO Management Company), which produces nanostructured membrane fabric and roll membrane elements for ultrafiltration, nanofiltration, reverse osmosis, "Hydro-impulse technologies" with cavitation equipment and some other developments (devices and their systems) that can be used now.

**Problem No. 9** - modeling at the molecular level of raw materials, interactions of its components and the resulting products, digitalization of processes and technologies for processing whey.

The main directions of its implementation using modeling at the molecular level are:

- deciphering the structure of lactose crystals for instant virtual synthesis;

- modeling of fractals of lactose and its derivatives and other components of whey;
- modeling of the isomerization process at the proton level with the introduction of digitalization in the production of a wide range of lactose derivatives (there are about 50 of them in total);
- modeling the chemical synthesis of lactose and its implementation as a possible breakthrough in the technology of the future.

The overwhelming goal of digitalization is to create a single universal automated platform (aggregator) that would trace the entire chain of communications from a dairy farm to a processed milk whey product and take into account the preferences of end consumers for personalized meals. Widespread introduction of IT technologies into technological and other processes for processing milk whey, creating digital twins of processes and manufactured products.

**Problem No. 10** - *the problem of improving the quality and safety of whey processing products.*

The main directions for solving the problem of the quality and safety of MS processing products lie in the prevention of threats identified by the WHO and adopted in Russia "Strategy for improving the quality of food products until 2030", including the risks of using already contaminated raw materials or contamination during processing [22]. Essentially, they consist in overcoming the following factors: biological (intestinal infections from resistant forms of pathogenic microorganisms in food); chemical (pesticides, nitrates, polychlorinated biphenyls, antibiotics, toxic elements); physical (radionuclides) and falsification of raw materials and products [23].

The main direction of solving the problem is the transition to reagent-free methods and technologies, the integration of MS processing technologies into the system of forming a strategic system for providing citizens with food additives and products in accordance with scientifically grounded physiological nutritional standards [1, 3, 24].

One of the leading directions is the development of a wide range of dairy and other food products with a given composition based on the use of universal technological methods and membrane methods for processing whey.

It should be noted that in the course of industrial development of the mentioned technological problems in the direction of the complete cycle of MS processing, new ones arise. So the processing of cheese MS permeates is presented in the direction of:

- complex application of ultrafiltration and lyophilization of processed products with the ability to obtain energy-efficient technologies for new, easily digestible dry products with increased shelf life with practically no loss of their nutritional and biological value;
- industrial development of reverse osmotic technologies and installations for processing nanofiltration permeates ( water containing minerals and salts) with the subsequent use of water for cleaning equipment.

Currently, commercial systems of different price segments and productivity are available for the implementation of reverse osmosis processes in the processing of MS: Alfa Laval (Sweden), Kieselmann (Germany), Inmetech and Technointellekt (Russia) and others. For example, apparatuses DRO-series output from 100 liter to 30 m<sup>3</sup> / h which are equipped with membrane elements production Dow Chemical (US), CSM (South Korea), TORAY (Japan), RM Nanotech (Russia). Pilot versions of these are available on the Russian market, providing relevant results, narrowing the gap from laboratory to industrial production.

Summarizing the ways of solving the problems and directions of processing of whey, it should be noted that the choice of one or another rational method of its processing depends on the level of modern technologies, specific conditions and capabilities of the enterprise, the type and composition of whey, its condition and parameters, processing volumes and the desired quality the resulting product.

### **Forecast of development of technologies for processing milk whey**

If we try to generalize and transform the discussed issues and problems into a looming image of the future, then we can already assume and with a high degree of probability predict some trends in food technologies and the processing of whey in particular [3, 4, 6, 12, 25, 26].

In the short term:

1. *General trends in the development of technologies for industrial processing of whey :*

- food technology based on the full and rational use of all whey components (condensed and dry food products, jellies, creams, mousses, fresh, fermented drinks, etc.);

- technologies for the separate use of its components (purification and isolation of proteins, fat, lactose , etc.);

- technologies of whey derivatives, production and biotransformation of its components ( whey protein hydrolysates , glucose-galactose syrups, lactulose, microparticulated protein, etc.).

- technologies for modeling processes and products, for example, reagent-free biotransformation of lactose with access to the practice of digitalization of the production of its anomers;

- a gradual transition of technologies to a digitalization platform with modeling at the molecular level of the resulting products.

2. *General trends in the use of new physical methods of processing whey in the near future:*

- improvement of the processes of preliminary cleaning of MS from casein dust (vibration filtration, cavitation treatment, etc.), thickening and gentle drying;

- improvement of baromembrane (ultrafiltration, nanofiltration, reverse osmosis) and electromembrane processes for processing milk whey (electrodialysis, electroactivation);

- application of cavitation processes and technologies (hydro-cavitation and ultrasonic cavitation);

- isolation of proteins by cryoconcentration, the use of separative freezing to obtain casein-albumin mass, KSB and proteins with polysaccharides (chitosan, pectin, etc.)

A decisive role is to be played by modern membrane, electrophysical, baric, ultrasonic methods of processing milk whey with subsequent bioconversion of processed products.

In the medium and long term. The trends discussed above show that new technological processes in the food industry and in the processing of whey, in particular, are associated with an increase in the complexity of the production process. The prospects for their development largely depend on the level of digital transformation of production. This direction meets not only technological and market trends, but is also enshrined as a priority at the state level within the framework of the federal project "Digital Technologies" of the national program "Digital Economy of the Russian Federation" [27]. Thus, the main results of a breakthrough nature in food technologies will be associated with the implementation of the fourth industrial revolution and solutions within its framework of the following technological trends and concepts [ 28-30 ]:

1. " Digital twins". Creation of digital copies of the processing of whey and real products of group and individualized nutrition. Looping design, production and implementation processes into a single ecosystem that has its own digital twin. The ability to design complex science-intensive and high-tech products with guaranteed consumer properties and track their behavior throughout the entire life cycle will ensure the leadership of enterprises in the food industry. Such innovative technologies will allow mobile analysis of consumer offers coming in on-line format, for example, through smartphone applications, and make changes and adjustments to product release processes that would be too risky or expensive to test on a real physical object.

2. " Quantum computing". Powerful and incredibly fast quantum computers represent a new class of computing devices that implement the principles of quantum mechanics. They will be able to solve the currently unsolvable analytical and computational problems associated with modeling the structure and interactions of various components of milk whey at the atomic-molecular level, properties and presentation of finished food products. The transfer of developments to optimize

processes and technologies into the field of quantum computing will take place not only in scientific laboratories, but also directly in production.

3. "Robotic process automation". This technology will affect every industry, will make it possible, on the basis of sensors and sensors, to receive, regulate and automate information on any structural changes, including in the production of fractionated whey products at all stages of the technological chain of its processing. The interaction of technical systems with each other and with the operator of the production process will be based not only on traditional algorithms and methods of information management, but also on the use of promising interfaces for analyzing the electrical activity of the human brain and muscles with reverse force-torque connections.

4. "Mass personalization and micro-moments". A new global task has been set for the food industry - it is necessary to satisfy the individual needs of each consumer and, at the same time, to avoid a significant increase in the cost of such production. Digital transformation is the main way to solve this problem. Thanks to the development of digital technologies such as Industrial Internet, Big Data, Artificial Intelligence and Digital Twins, innovative food technologies are entering a new development cycle with the release of personalized products on a massive scale. The term "micro-moments" implies taking into account and responding to consumer needs in on-line mode, the ability to quickly make changes to any link in the food chain - from farms to packaging and food production, storage and delivery services.

5. "Additive Manufacturing". Together with the development of digital design and super-computer engineering of complex food systems and whey processing processes, as well as mass personalization, 3D and 4D printing of food products will become widespread. Additive technologies are of tremendous importance for ensuring the competitiveness of an enterprise through rapid model testing and prototyping, development and release of new products in the shortest possible time. In addition, advancing the principles of additive manufacturing will provide significant benefits in the rapidly evolving personalized food market.

As for the processing of whey in an even more distant future with the release of technical progress to "kinetronic supertechnologies" [31], descendants will carry out its fabrication in the aspect of the "neutrino" era [32].

### **Conclusion**

Summarizing the above, it should be firmly stated that at the present moment and in the future, whey is the most important raw material, in fact, an inexhaustible, renewable storehouse of useful nutrients, substances and products that nature has endowed us with.

However, at the moment, only with the integrated industrial processing of whey by combining the efforts of scientists, business and the state is it possible to progressively solve the problems of rational processing and thrifty use of milk whey using waste-free and resource-saving technologies, as evidenced by both world and advanced domestic experience [ 1].

One of the striking examples of such experience is the construction and launch in 2019 of a workshop for the production of high quality lactose with a nominal capacity of 5 tons per day on the basis of the Stavropolsky Dairy Plant (SDP), thanks to the many years of efforts of a team of scientists and specialists from NCFU (a leading scientific school "Technologies of Living Systems" NSh 7510.2010.4, leaders A.G. Khramtsov and I.A. Evdokimov) and ISS with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Храмов, А.Г. Инновационные разработки в использовании молочной сыворотки / А.Г. Храмов // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т.48, №3 – С. 5-15.
2. Храмов, А.Г. Научные основы нового технологического уклада молочной промышленности / А.Г. Храмов. – Beau-Bassin: LAP LAMBERT, 2017. – 117 с.

3. Храмов, А.Г. Феномен молочной сыворотки / А.Г. Храмов. – СПб.: Профессия, 2011. – 804 с.
4. Храмов, А.Г. Переработка молочной мелассы: настоящее и будущее / Храмов А.Г., Анисимов Г.С., Школа С.С., Кравцов В.А., Еремина А.И., Дыкало Н.Я. // Молочная промышленность. – 2020. – № 12. – С. 54-56.
5. Евдокимов, И.А. Анализ переработки молочной сыворотки и создание перспективных ресурсосберегающих технологий / И.А. Евдокимов, М.С. Золоторева, Д.Н. Володин, В.С. Сомов // Наука. Инновации. Технологии. – 2013. – № 1. – С. 37-44.
6. Евдокимов, И.А. Мировые тренды и тенденции развития технологий переработки молочной сыворотки / И.А. Евдокимов // Материалы Международной научно-практической конференции «Молочная индустрия – 2009». – М.: АНО «Молочная промышленность», 2009. – С. 75-76.
7. Короткий, И.А. Современные тенденции в переработке молочной сыворотки / И.А. Короткий, И.Б. Плотников, И.А. Мазеева // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 2. – С. 227-234.
8. Донская, Г.А. Эффективные технологии использования молочной сыворотки / Г. А. Донская, Г. В. Фриденберг // Молочная промышленность. – 2009. – № 12. – С. 38-40.
9. Евдокимов, И.А. Современное состояние переработки молочной сыворотки / И. А. Евдокимов, А. Г. Храмов, П. Г. Нестеренко // Молочная промышленность. – 2008. – № 11. – С. 36-39.
10. Adamczak, M. Influence of reaction medium composition on enzymatic synthesis of galactooligosaccharides and lactulose from lactose concentrates prepared from whey permeate / M. Adamczak, D. Charubin, W. Bednarski // Chem. Pap. – 2009. – V.6. – 111-116.
11. De Freitas M.F.M. Simultaneous hydrolysis of cheese whey and lactulose production catalyzed by  $\beta$ -galactosidase from *Kluyveromyces lactis* NRRL Y1564 /De Freitas M.F.M., Hortêncio L.C., de Albuquerque T.L., Rocha M.V.P., Gonçalves L.R.B. // Bioprocess Biosyst Eng. – 2020, – V.43(4). – P. 711-722.
12. Волкова, Т.А. Перспективные направления переработки молочной сыворотки / Т.А. Волкова, Ю. Я. Свириденко // Молоко, сыр, масло: традиции и инновации: Международная молочная неделя. – Углич, 2015. – С. 123-126.
13. Информационное обеспечение наилучших доступных технологий пищевой промышленности: монография / А.Г. Храмов, А.А. Брацихин, А.А. Борисенко, Л.А. Борисенко, И.А. Евдокимов, С.А. Рябцева, А.Д. Лодыгин, А.А. Борисенко. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2019. – 312 с.
14. Kravtsov, V.A. Feasibility of using electro dialysis with bipolar membranes to deacidify acid whey / V.A. Kravtsov, I.K. Kulikova, A.S. Bessonov, I.A. Evdokimov // International Journal of Dairy Technology. – 2020. – Vol. 73, I. 1. – P. 261-269.
15. Володин, Д.Н. Переработка молочной сыворотки: понятная стратегия, реальные технологии, адекватные инвестиции, востребованные продукты. /Д.Н. Володин, М.С. Золоторева, В.К. Топалов, И.А. Евдокимов, А.Г. Храмов, П. Мертин // Молочная промышленность. – 2015. – № 5. – С. 36-41.
16. Метель, В.С. Анализ современных методов фракционирования белков молочного сырья / В.С. Метель, И.К. Куликова, Г.С. Анисимов // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2018. – № 2 (65). – С.28-32.
17. Koumfieg Noudou, V.Y. Simultaneous electroseparation of anionic and cationic peptides: Impact of feed peptide concentration on migration rate, selectivity and relative energy consumption / V. Y. K. Noudou, S. Suwal, J. Amiot, S. Mikhaylin, L. Beaulieu, L. Bazinet // Separation and Purification Technology. – 2016. – Vol. 157. – P. 53-59.

18. Гуцин, А.А. Концентрирование творожной сыворотки разделительным вымораживанием / А.А. Гуцин // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2017. – Т. 133, № 10. – С. 168-174.
19. Короткий, И. А. Исследование возможности получения концентрата сывороточного белка методом разделительного вымораживания / И.А. Короткий, А.А. Гуцин, ДЕ. Федоров // Вестник современных исследований. – 2019. – Т. 28, № 1–8. – С. 102-106.
20. Jambrak, A.R. Effect of ultrasound treatment on particle size and molecular weight of whey proteins / A.R. Jambrak, T.J. Mason, V. Lelas, L. Paniwnyk, Z. Herceg // Journal of Food Engineering. – 2014. – V.121. – 15 – 23.
21. Бунд, Р.К., Пандит А.Б. Сонокристаллизация: влияние на восстановление лактозы и кристаллические свойства / Р.К. Бунд, А.Б. Пандит // Ultrason. Sonochem. – 2007. – V.14. – P.143-52.
22. Попова, А.Ю. Анализ риска – стратегическое направление обеспечения безопасности пищевых продуктов / А.Ю. Попова // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 4. С. 4-12.
23. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 г. № 1364-р Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года. URL: <http://government.ru/docs/23604/> (Дата обращения 02.04.2021).
24. Володин, Д.Н. Использование сывороточных ингредиентов в производстве продуктов питания / Д. Н. Володин, М. С. Золоторева, А. В. Костюк [и др.] // Молочная промышленность. – 2017. – № 2. – С. 65-67.
25. Dufton, G. How electrodialysis configuration influences acid whey deacidification and membrane scaling / G. Dufton et al. // J. Dairy Sci. American Dairy Science Association. – 2018. – № 2016. – P. 1–18.
26. Announces the release of the report Dairy Ingredients Market by Type, Application, Livestock, Form And Region – Global Forecast to 2025. – New York, 2020 (GLOBE NEWSWIRE). URL: [https://www.reportlinker.com/p04259109/?utm\\_source=GNW](https://www.reportlinker.com/p04259109/?utm_source=GNW) 1
27. Федеральный проект «Цифровые технологии». Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ, 2018-2021. URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/878/#section-docs> (дата обращения: 22.02.2021).
28. Шваб, К. Четвертая промышленная революция / К. Шваб. – М.: Эксмо, 2018. – 285 с.
29. Бабкин А.В. Цифровая экономика и сквозные технологии: теория и практика / А.В. Бабкин [и др.]. – Санкт-Петербург, 2019. – 623 с.
30. Sen, K.O. 2017. Implementation of Digitalization In Food Industry / K.O. Sen, N. Durakbasa, H. Erdol, T. Berber, G. Bas, U. Sevik. – DAAAM International Scientific Book. – P. 091-104.
31. Янушевский И.А., Ласточкин С.С. Кинетронные супертехнологии. – Старый Оскол: ТНТ, 2009. – 212 с.
32. Большая российская энциклопедия, 2005-2021. URL: <https://bigenc.ru/physics/text/2256825> (дата обращения: 28.01.2021).

## REFERENCES

1. Khrantsov, A.G. Innovatsionnye razrabotki v ispol'zovanii molochnoi syvorotki / A.G. Khrantsov // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. – 2018. – Т.48, №3 – S. 5-15.
2. Khrantsov, A.G. Nauchnye osnovy novogo tekhnologicheskogo uklada molochnoi promyshlennosti / A.G. Khrantsov. – Beau-Bassin: LAP LAMBERT, 2017. – 117 s.
3. Khrantsov, A.G. Fenomen molochnoi syvorotki / A.G. Khrantsov. – SPb.: Professiya, 2011. – 804 s.



4. Khramtsov, A.G. Pererabotka molochnoi melassy: nastoyashchee i budushchee / Khramtsov A.G., Anisimov G.S., Shkola S.S., Kravtsov V.A., Eremina A.I., Dykalo N.YA. // *Molochnaya promyshlennost'*. – 2020. – № 12. – S. 54-56.
5. Evdokimov, I.A. Analiz pererabotki molochnoi syvorotki i sozdanie perspektivnykh resursosberegayushchikh tekhnologii / I.A. Evdokimov, M.S. Zolotoreva, D.N. Volodin, V.S. Somov // *Nauka. Innovatsii. Tekhnologii*. – 2013. – № 1. – S. 37-44.
6. Evdokimov, I.A. Mirovye trendy i tendentsii razvitiya tekhnologii pererabotki molochnoi syvorotki / I.A. Evdokimov // *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Molochnaya industriya – 2009»*. – M.: ANO «Molochnaya promyshlennost'», 2009. – S. 75-76.
7. Korotkii, I.A. Sovremennye tendentsii v pererabotke molochnoi syvorotki / I.A. Korotkii, I.B. Plotnikov, I.A. Mazeeva // *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*. – 2019. – T. 49, № 2. – S. 227-234.
8. Donskaya, G.A. Ehffektivnye tekhnologii ispol'zovaniya molochnoi syvorotki / G. A. Donskaya, G. V. Fridenberg // *Molochnaya promyshlennost'*. – 2009. – № 12. – S. 38-40.
9. Evdokimov, I.A. Sovremennoe sostoyanie pererabotki molochnoi syvorotki / I. A. Evdokimov, A. G. Khramtsov, P. G. Nesterenko // *Molochnaya promyshlennost'*. – 2008. – № 11. – S. 36-39.
10. Adamczak, M. Influence of reaction medium composition on enzymatic synthesis of galactooligosaccharides and lactulose from lactose concentrates prepared from whey permeate / M. Adamczak, D. Charubin, W. Bednarski // *Chem. Pap.* – 2009. – V.6. – 111-116.
11. De Freitas M.F.M. Simultaneous hydrolysis of cheese whey and lactulose production catalyzed by  $\beta$ -galactosidase from *Kluyveromyces lactis* NRRL Y1564 / De Freitas M.F.M., Hortêncio L.C., de Albuquerque T.L., Rocha M.V.P., Gonçalves L.R.B. // *Bioprocess Biosyst Eng.* – 2020, – V.43(4). – P. 711-722.
12. Volkova, T.A. Perspektivnye napravleniya pererabotki molochnoi syvorotki / T.A. Volkova, YU. YA. Sviridenko // *Moloko, syr, maslo: traditsii i innovatsii: Mezhduna-rodnyaya molochnaya nedelya*. – Uglich, 2015. – S. 123-126.
13. Informatsionnoe obespechenie nailuchshikh dostupnykh tekhnologii pishchevoi promyshlennosti: monografiya / A.G. Khramtsov, A.A. Bratsikhin, A.A. Borisenko, L.A. Borisenko, I.A. Evdokimov, S.A. Ryabtseva, A.D. Lodygin, A.A. Borisenko. – Sankt-Peterburg: GIOR, 2019. – 312 s.
14. Kravtsov, V.A. Feasibility of using electrodialysis with bipolar membranes to deacidify acid whey / V.A. Kravtsov, I.K. Kulikova, A.S. Bessonov, I.A. Evdokimov // *International Journal of Dairy Technology*. – 2020. – Vol. 73, I. 1. – P. 261-269.
15. Volodin, D.N. Pererabotka molochnoi syvorotki: ponyatnaya strategiya, real'nye tekhnologii, adekvatnye investitsii, vostrebovannye produkty. /D.N. Volodin, M.S. Zolotoreva, V.K. Topalov, I.A. Evdokimov, A.G. Khramtsov, P. Mertin // *Molochnaya promyshlennost'*. – 2015. – № 5. – S. 36-41.
16. Metel', V.S. Analiz sovremennykh metodov fraktsionirovaniya belkov molochnogo syr'ya / V.S. Metel', I.K. Kulikova, G.S. Anisimov // *Vestnik Severo-Kavkazskogo federal'nogo universiteta*. – 2018. – № 2 (65). – S.28-32.
17. Koumfieg Noudou, V.Y. Simultaneous electroseparation of anionic and cationic peptides: Impact of feed peptide concentration on migration rate, selectivity and relative energy consumption / V. Y. K. Noudou, S. Suwal, J. Amiot, S. Mikhaylin, L. Beaulieu, L. Bazinet // *Separation and Purification Technology*. – 2016. – Vol. 157. – P. 53-59.
18. Gushchin, A.A. Kotsentrirovaniye tvorozhnoi syvorotki razdelitel'nym vymorazhivaniem / A.A. Gushchin // *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2017. – T. 133, № 10. – S. 168-174.

19. Korotkii, I. A. Issledovanie vozmozhnosti polucheniya kontsentrata syvorotoch-nogo belka metodom razdelitel'nogo vymorazhivaniya / I.A. Korotkii, A.A. Gushchin, DE. Fe-dorov // Vestnik sovremennykh issledovaniy. – 2019. – T. 28, № 1–8. – S. 102-106.
20. Jambrak, A.R. Effect of ultrasound treatment on particle size and molecular weight of whey proteins / A.R. Jambrak, T.J. Mason, V. Lelas, L. Paniwnyk, Z. Herceg // Journal of Food Engineering. – 2014. – V.121. – 15 – 23.
21. Bund, R.K., Pandit A.B. Sonokristallizatsiya: vliyanie na vosstanovlenie laktozy i kristallicheskie svoystva / R.K. Bund, A.B. Pandit // Ultrason. Sonochem. – 2007. – V.14. – P.143-52.
22. Popova, A.YU. Analiz riska – strategicheskoe napravlenie obespecheniya bez-opasnosti pishchevykh produktov / A.YU. Popova // Analiz riska zdorov'yu. – 2018. – № 4. S. 4-12.
23. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 29 iyunya 2016 g. № 1364-r Strategiya povysheniya kachestva pishchevoi produktsii v Rossiiskoi Federatsii do 2030 goda. URL: <http://government.ru/docs/23604/> (Data obrashcheniya 02.04.2021).
24. Volodin, D.N. Ispol'zovanie syvorotochnykh ingredientov v proizvodstve pro-duktoy pitaniya / D. N. Volodin, M. S. Zolotareva, A. V. Kostyuk [i dr.] // Molochnaya pro-myshlennost'. – 2017. – № 2. – С. 65-67.
25. Dufton, G. How electro dialysis configuration influences acid whey deacidification and membrane scaling / G. Dufton et al. // J. Dairy Sci. American Dairy Science Association. – 2018. – № 2016. – P. 1–18.
26. Announces the release of the report Dairy Ingredients Market by Type, Application, Livestock, Form And Region – Global Forecast to 2025. – New York, 2020 (GLOBE NEWSWIRE). URL: [https://www.reportlinker.com/p04259109/?utm\\_source=GNW](https://www.reportlinker.com/p04259109/?utm_source=GNW)
27. Federal'nyi proekt «Tsifrovyye tekhnologii». Ministerstvo tsifrovogo razvitiya, svyazi i massovykh kommunikatsii RF, 2018-2021. URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/878/#section-docs> (data obrashcheniya: 22.02.2021).
28. Shvab, K. Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya / K. Shvab. – M.: Ehksmo, 2018. – 285 s.
29. Babkin A.V. Tsifrovaya ehkonomika i skvoznye tekhnologii: teoriya i praktika / A.V. Babkin [i dr.]. – Sankt-Peterburg, 2019. – 623 s.
30. Sen, K.O. 2017. Implementation of Digitalization In Food Industry / K.O. Sen, N. Durakbasa, H. Erdol, T. Berber, G. Bas, U. Sevik. – DAAAM International Scientific Book. – P. 091-104.
31. Yanushevskii I.A., Lastochkin S.S. Kinetronnye supertekhnologii. – Staryi Oskol: TNT, 2009. – 212 s.
32. Bol'shaya rossiiskaya ehntsiklopediya, 2005-2021. URL: <https://bigenc.ru/physics/text/2256825> (data obrashcheniya: 28.01.2021).

#### ОБ АВТОРАХ

**Храмцов Андрей Георгиевич**, доктор технических наук, профессор, академик РАН, профессор кафедры прикладной биотехнологии, институт живых систем, Северо-Кавказский федеральный университет, 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, тел.: (8652) 33-03-18, E-mail: [akhramtcov@ncfu.ru](mailto:akhramtcov@ncfu.ru)

**Khramtsov Andrey Georgievich**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor of the Department of Applied Biotechnology, Life Sciences Institute, North-Caucasus Federal University, 1, Pushkin St., Stavropol 355009, tel.: (8652) 33-03-18, E-mail: [akhramtcov@ncfu.ru](mailto:akhramtcov@ncfu.ru)

**Борисенко Александр Алексеевич**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры пищевых технологий и инжиниринга, институт живых систем, Северо-Кавказский

федеральный университет, 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, тел.: (8652) 33-08-57, E-mail: [borisenko@list.ru](mailto:borisenko@list.ru)

**Borisenko Aleksandr Alekseevich**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Assistant professor of the Department of Food Technologies and Engineering, Life Sciences Institute, North-Caucasus Federal University, 1, Pushkin St., Stavropol 355009, tel.: (8652) 33-08-57, E-mail: [borisenko@list.ru](mailto:borisenko@list.ru)

**Евдокимов Иван Алексеевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий базовой кафедрой технологии молока и молочных продуктов, институт живых систем, Северо-Кавказский федеральный университет, 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, тел.: (8652) 33-03-51, E-mail: [ievdokimov@ncfu.ru](mailto:ievdokimov@ncfu.ru)

**Evdokimov Ivan Alekseevich**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Basic Department of Milk and Dairy Products Technology, Life Sciences Institute, North Caucasus Federal University, 355009, Stavropol, Pushkin str., 1, tel.: (8652) 33-03-51, E-mail: [ievdokimov@ncfu.ru](mailto:ievdokimov@ncfu.ru)

**Борисенко Алексей Алексеевич**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры пищевых технологий и инжиниринга, институт живых систем, Северо-Кавказский федеральный университет, 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, тел.: (8652) 33-08-57, E-mail: [alaborisenko@ncfu.ru](mailto:alaborisenko@ncfu.ru)

**Borisenko Aleksey Alekseevich**, Doctor of Tech. Sci., Professor, Professor of the Department of Food Technologies and Engineering, Life Sciences Institute, North-Caucasus Federal University, 1, Pushkin St., Stavropol 355009, tel.: (8652) 33-08-57, E-mail: [alaborisenko@ncfu.ru](mailto:alaborisenko@ncfu.ru)

**Брацихин Андрей Александрович**, доктор технических наук, доцент, врио ректора Ижевской государственной сельскохозяйственной академии, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая, 118, тел.: (3412) 58-99-48 E-mail: [aab.science@gmail.com](mailto:aab.science@gmail.com)

**Bratsikhin Andrey Aleksandrovich**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Acting Rector of the Izhevsk State Agricultural Academy, Udmurt Republic, Izhevsk, Studencheskaya st., 118, tel.: (3412) 58-99-48 E-mail: [aab.science@gmail.com](mailto:aab.science@gmail.com)

**Борисенко Людмила Александровна**, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник кафедры пищевых технологий и инжиниринга, Северо-Кавказский федеральный университет, 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, тел.: (8652) 33-08-57, E-mail: [laborisenko@list.ru](mailto:laborisenko@list.ru)

**Borisenko Ludmila Aleksandrovna**, Doctor of Technical Sciences, Professor, leading researcher of the Department of Food Technologies and Engineering, Life Sciences Institute, North-Caucasus Federal University, 1, Pushkin St., Stavropol 355009, tel.: (8652) 33-08-57, E-mail: [laborisenko@list.ru](mailto:laborisenko@list.ru)

Дата поступления в редакцию: 02.04.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 03.06.2021

**КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ | SHORT REPORTS**

Г.В. Алексеев [G.V. Alekseev],  
К.О. Каршева [K.O. Karsheva],  
Р.О. Резниченко [R.O. Reznichenko],  
В.А. Шанин [V. A. Shanin]

УДК 663.63.

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.3.13.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО  
СЫРЬЯ ПТИЦЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ  
ОТРАСЛИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЯЗКОГО  
ГИДРОЛИЗАТА КЕРАТИНА****THE USE OF SECONDARY RAW  
MATERIALS OF THE POULTRY-  
PROCESSING INDUSTRY FOR  
OBTAINING VISCOUS KERATIN  
HYDROLYSATE**

*Национальный исследовательский университет ИТМО, г Санкт-Петербург, 0000-0002-2867-108x, e-mail: [gvalekseev@itmo.ru](mailto:gvalekseev@itmo.ru) / ITMO National Research University, Saint Petersburg, 0000-0002-2867-108x, e-mail: [gvalekseev@itmo.ru](mailto:gvalekseev@itmo.ru)*

**Аннотация**

*В представленной работе рассматриваются проблемы эффективного использования вторичного сырья птицеперерабатывающей отрасли для решения экологических проблем близлежащих к птицефабрикам территорий.*

**Материалы, методы, результаты и обсуждение**

*Изучается возможность использования ультразвуковых волн в процессе проведения гидролиза кератинсодержащих отходов птицеперерабатывающих предприятий. Представляется эффективным использование возможностей ультразвукового излучения (УЗИ) для выделения кератина из пухо-перьевых отходов, так как существующие технологии предлагают жесткие технологические условия требующие поддержания высоких температур, давления и высоких концентраций реагентов. Применение таких режимов приводит к полному разложению молекулы кератина, потере полезных свойств и деградации, кроме того, использование существующих методов зачастую является экономически невыгодным за счет высоких расходов энергии и ресурсов.*

**Заключение**

*В работе проводится анализ возможности применения ультразвуковых волн для интенсификации процесса гидролиза. Предполагается, что использование ультразвуковых волн позволит снизить расход энергоресурсов за счет интенсификации процесса и значительно ускорит процесс гидролиза. Рассматривается возможность увеличения массовой доли готового продукта на выходе.*

**Ключевые слова:** вторичное сырье, сырье животного происхождения, кератин, отходы птицеперерабатывающей отрасли, пухо-перьевые отходы, щелочной гидролиз кератина, ультразвуковые волны, интенсификация процесс, вязкий гидролизат.

**Abstract**

*The presented paper considers the problems of effective use of secondary raw materials of the poultry processing industry to solve environmental problems of territories adjacent to poultry farms.*

**Materials, methods, results and discussion**

*The possibility of using ultrasonic waves in the process of hydrolysis of keratin-containing waste from poultry processing enterprises is being studied. It seems effective to use the capabilities of ultrasound radiation (ultrasound) to isolate keratin from down-feather waste, since existing technologies offer strict technological conditions that require maintaining high temperatures, pressure and high concentrations of reagents. The use of such modes leads to the complete decomposition of the keratin molecule, loss of useful properties and degradation, in addition, the use of existing methods is often economically unprofitable due to high energy and resource costs.*

**Conclusion**

*The paper analyzes the possibility of using ultrasonic waves to intensify the hydrolysis process. It is assumed that the use of ultrasonic waves will reduce the consumption of energy resources due to the intensification of the process and significantly accelerate the hydrolysis process. The possibility of increasing the mass fraction of the finished product at the output is being considered.*

**Key words:** secondary raw materials, raw materials of animal origin, keratin, waste from the poultry processing industry, down-feather waste, alkaline hydrolysis of keratin, ultrasonic waves, intensification of the process, viscous hydrolysate.

**Introduction**

The increase in the consumption of poultry meat leads to a significant increase in the number of poultry farms and poultry processing enterprises. The problem of effective use of secondary raw materials – keratin-containing down feather waste – is becoming urgent. The total amount of non-food waste during poultry processing is 15.3-18.5% of the live weight of the bird, including feathers, down – 4.0-7%.

**Materials and methods**

Feathers are waste that belongs to the 4th hazard group, and, in the event of an accident, the recovery period can take up to 5 years.

With a livestock of 10 million broilers, feather waste can exceed 950 tons per year, and meat and bone waste – 5 thousand tons per year.

Utilization of poultry processing wastes results in a significant problem for the poultry industry enterprises and is gaining more and more economic importance, creating a certain burden on the cost of finished products. Today, the average level of industrial processing of secondary raw materials in the poultry industry barely reaches 20%. The remaining 80% is disposed of by landfill or incineration, which results in air, soil and water pollution. However, non-food waste from the poultry industry after appropriate processing can be involved in economic circulation, since they are sources of valuable minerals [1,2].

The main component of down and feather waste is keratin. Keratin is a protein with high mechanical strength, which among materials of biological origin is second only to chitin in strength. The horny derivatives of the epidermis of the skin are mainly composed of keratins – such structures as hair, nails, rhino horns, feathers and ramfoteca of birds' beaks, etc. Moreover, the content of keratin in them reaches 55-87%. Keratin contains amino acids and about sulfur-containing amino acids. Most of the amino acids that are used for the manufacture of biostimulants are found in keratin, that is, down and feather waste [3].

Таблица 1 - Amino acid content in keratin.

Amino acid	% content
Aspartic acid	0,52
Threonine	0,43
Serine	1,05
Glutamic acid	0,92
Proline	0,89
Glycine	0,63
$\alpha$ -alanine	0,39
cystine	0,48
Valine	0,55
Methionine	0,13
Isoleucine	0,36
Leucine	0,65
Tyrosine	0,23
Phenylalanine	0,38
Lysine	0,17
Histidine	0,05
Arginine	0,58
Tryptophan	Not determined

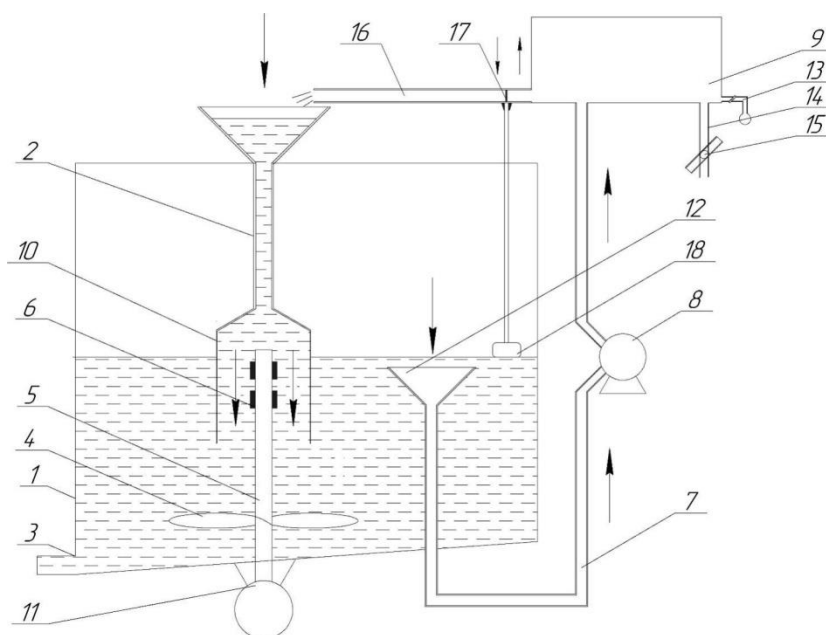
### Results and discussion

Having studied the component composition of keratin, it can be concluded that its use can be effective as an organomineral fertilizer with a biostimulant effect. The main characteristic of keratin is considered to be high chemical and mechanical strength and resistance to external influences. Such indicators are an obstacle to natural degradation, affect the speed of composting, but can be a necessary quality when considering the possibility of using down and feather waste as a natural biopolymer.

For hydrolysis, we can use any kind of alkali, be it NaOH or Ca (OH) 2. But given the specifics of further use, our choice will stop at caustic potassium. The pH of the resulting hydrolyzate can be varied; for these purposes, we propose to use phosphoric acid. To intensify the process, exposure to ultrasonic waves is used. It is assumed that the use of ultrasonic treatment will accelerate the hydrolysis process, increase the mass fraction of the finished product and reduce energy and resource costs, which in turn will lead to a decrease in the cost and increase the profitability of disposal of keratin-containing waste.

Under the influence of ultrasonic action, turbulent flows are created in the extractant used, the flow rate of raw materials (keratin-containing waste) increases, as a result of an increase in speed, the fastest swelling and destruction of the keratin structure occurs.

Further work was aimed at creating a device with the help of which it was possible to carry out ultrasonic action on the raw material and to increase the contact area of the extractant with the raw material Fig. 1.



**Figure 1. Device for hydrolysis of keratin-containing raw materials**

The developed device for carrying out hydrolysis with ultrasonic action contains a housing 1 with a feed pipe for raw materials and an extractant 2 equipped with a funnel, a pipe for draining solid impurities 3, a paddle mixer 4 located inside the housing 1 on the drive shaft 5, an ultrasound source 6 and a recirculation pipeline extractant 7, equipped with a pump 8 and connected to the storage tank 9. The feed pipe for raw materials and extractant 2 is equipped with a cylinder 10, a coaxial shaft 5 of a paddle mixer 4, connected to a drive 11. The ultrasound source 6 located above paddle mixer 4 is made in the form of a magnetostrictive transducer, the design which is an annular laminated twisted core with alternating layers of magnetostrictive active material, covering the inner and outer surfaces of the transducer, and an excitation winding, toroidally enclosing the core. The principle of operation of a converter of this type is based on the effect of magnetostriction, which consists in changing the size of ferromagnetic bodies under the influence of an alternating magnetic field, and the degree of deformation of various ferromagnetic materials depends on the magnitude of its strength. At the same level with the ultrasound source 6, a loading recirculating funnel 12 is installed, connected by a pipeline 7 with a storage tank 9. The storage tank 9 has a sampler 13, a drain pipe 14 with a tap 15 and communicates with the funnel of the feed pipe and extractant 2 by pipeline 16, equipped with a valve 17 controlled by a float regulator 18.

### Conclusion

Due to the use of ultrasonic processing of keratin-containing raw materials, an intensification of the hydrolysis process occurs, while the processing time of raw materials decreases, and accordingly, the energy resources of the enterprise are saved. In this case, the mass fraction of the finished product increases. Thus, we get a device that, with the consumption of less energy resources, is capable of producing a large mass of the finished product.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Alekseev, G.V. Komp'yuternye tekhnologii pri proektirovanii i ekspluatatsii tekhnologicheskogo oborudovaniya. /G.V. Alekseev// Uchebnoe posobie. Sankt-Peterburg, GIRD,- 2012,-S. 256.
2. Alekseev, G.V., Kondratov, A.V. Perspektivy primeneniya kavitacionnogo vozdejstviya dlya izmel'cheniya pishchevyyh produktov. /G.V. Alekseev, A.V. Kondratov// Monografiya / Saratov, Vuzovskoe obrazovanie, -2013, S. 241.

3. Kolesnikov, L.E., Kremenevskaya M.I., Mel'nikov S.P., Kolesnikova YU.R., Razumova I.E., YAzeva E.O., Bisyukova O.N. Obosnovanie ispol'zovaniya organomineral'nyh udobrenij i produktov glubokoj pererabotki myasnoj otrasli pri vozdeleyvanii myagkoj pshenicy./ L. E. Kolesnikov, S.P. Mel'nikov, YU.R. Kolesnikova, I.E. Razumova, E.O. YAzeva, O.N. Bisyukova.// Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya: Processy i apparaty pishchevyh proizvodstv. - 2020. - № 1 (43). - S. 57-66.

4. Akopyan, V.B. Osnovy vzaimodejstviya ul'trazvuka s «biologicheskimi ob"ektami» (ul'tra-zvuk v medicine, veterinarii i eksperimental'noj biologii) / V.B. Akopyan, YU.A. Ershov. M.: Izd-vo RGTU im. N.E. Baumana, 2005. 300 s.

## ОБ АВТОРАХ/ ABOUT THE AUTHORS

**Г.В. Алексеев**, доктор технических наук, профессор факультета пищевых биотехнологий и инженерии, Национальный исследовательский университет ИТМО, г Санкт-Петербург, 0000-0002-2867-108x, e-mail: [gvalekseev@itmo.ru](mailto:gvalekseev@itmo.ru)

**G.V. Alekseev**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Faculty of Food Biotechnologies and Engineering, ITMO National Research University, Saint Petersburg, 0000-0002-2867-108x, e-mail: [gvalekseev@itmo.ru](mailto:gvalekseev@itmo.ru)

**К.О. Каршева**, магистрант 2 курса, группы Т41451, Национальный исследовательский университет ИТМО, г Санкт-Петербург, 0000-0002-4016-7548, e-mail: [karsheva.888@mail.ru](mailto:karsheva.888@mail.ru)

**K.O. Kopsheva**, 2nd year Master's Student, ITMO National Research University, Saint Petersburg, 0000-0002-4016-7548, e-mail: [karsheva.888@mail.ru](mailto:karsheva.888@mail.ru)

**Р.О. Резниченко**, магистрант 2 курса, группы Т41451, Национальный исследовательский университет ИТМО, г Санкт-Петербург, 0000-0001-8718-1809, e-mail: [karsheva.888@mail.ru](mailto:karsheva.888@mail.ru)

**R.O. Reznichenko**, 2nd year Master's Student, ITMO National Research University, Saint Petersburg, 0000-0001-8718-1809, e-mail: [karsheva.888@mail.ru](mailto:karsheva.888@mail.ru)

**В.А. Шанин**, аспирант 2-го курса, факультета пищевых биотехнологий и инженерии, Национальный исследовательский университет ИТМО, г Санкт-Петербург, 0000-0002-1257-2319, e-mail: [shanin.vyacheslav@mail.ru](mailto:shanin.vyacheslav@mail.ru)

**V.A. Shanin**, 2nd year Postgraduate Student, Faculty of Food Biotechnologies and Engineering, ITMO National Research University, Saint Petersburg, 0000-0002-1257-2319, e-mail: [shanin.vyacheslav@mail.ru](mailto:shanin.vyacheslav@mail.ru)

Дата поступления в редакцию: 25.10.2019

После рецензирования: 23.11.2020

Дата принятия к публикации: 03.12.2021



И.В. Белашева [I. V. Belasheva],  
 М. Л. Есаян [M. L. Yesayan],  
 А.С. Лукьянов [A. S. Lukyanov]

УДК 32.019.5

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.3.14

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О  
 БУДУЩЕМ РОССИИ У СТУДЕНЧЕСКОЙ  
 МОЛОДЁЖИ ЧЕРЕЗ МАРКЕРЫ  
 МЕНТАЛЬНЫХ РЕПРЕЗЕНТАЦИЙ:  
 (ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)**

**THE RESEARCH OF THE IDEAS ABOUT THE  
 FUTURE OF RUSSIA AMONG STUDENTS  
 THROUGH MARKERS OF MENTAL  
 REPRESENTATIONS:  
 (A THEORETICAL REVIEW)**

ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»/FSAEI HE "North-Caucasus Federal  
 University" marine.esayan@mail.ru

#### **Аннотация**

*В статье описаны теоретические основы исследования представлений о будущем России у студенческой молодёжи через маркеры ментальных репрезентаций. Обоснована актуальность изучения образа будущего страны у студенческой молодёжи как особой социально-профессиональной группы, характеризующейся не только специфическим образом жизни и социальным статусом, культурными нормами и ценностными ориентациями, но и высокой сензитивностью и активностью.*

#### **Материалы, методы, результаты и обсуждения**

*Проанализированы современные научные подходы к исследованию феномена представлений о будущем страны у актора социально-политической жизни. Показана специфика изучения проблематики будущего как феномена, разграничиваются категории представлений о будущем и образа будущего, образа индивидуального будущего и будущего социальной общности, образа возможного будущего и представления о путях дальнейшего саморазвития. Отдельно обсуждается проблема формирования образа будущего России как идеальной модели государства, в которую входят параметры, отражающие сочетание идеи новой духовности и активных социальных преобразований, что формирует соответствующий комплекс маркеров ментальных репрезентаций представлений о будущем страны у студенческой молодёжи.*

#### **Заключение**

*В работе заявляется тезис о том, что изучение представлений о будущем России для молодёжи как актора социально-политической жизни принципиально на региональном внутривнутристрановом уровне, что особенно важно для исследования социально-политической жизни страны, где сложности трансформирующегося российского общества дополняются поликультурным составом населения и острой конкуренцией между различными потоками социализации – от общегражданской и региональной до религиозной и этнической.*

**Ключевые слова:** представления о будущем, образ будущего, студенческая молодёжь, ментальные репрезентации, корреляты маркеров ментальных репрезентаций.

### **Abstract**

*The article describes the theoretical foundations of the study of ideas about the future of Russia among students through the markers of mental representations. The article substantiates the relevance of studying the image of the future of the country among students as a special socio-professional group characterized not only by a specific lifestyle and social status, cultural norms and value orientations, but also by high sensitivity and activity.*

### **Materials, methods, results and discussions**

*Modern scientific approaches to the study of the phenomenon of ideas about the future of the country in the actor of socio-political life are analyzed. The specifics of studying the problems of the future as a phenomenon are shown, the categories of ideas about the future and the image of the future, the image of an individual future and the future of a social community, the image of a possible future and the idea of ways of further self-development are distinguished. The problem of forming the image of the future of Russia as an ideal model of the state is discussed separately, which includes parameters reflecting the combination of the idea of a new spirituality and active social transformations, which forms an appropriate set of markers of mental representations of ideas about the future of the country among students.*

### **Conclusion**

*The study states the thesis that the study of ideas about the future of Russia for young people as an actor of socio-political life is fundamentally at the regional intra-country level, which is especially important for the socio-political life of the country, where the complexities of the transforming Russian society are complemented by the multicultural composition of the population and acute competition between various flows of socialization—from civil and regional to religious and ethnic.*

**Key words:** ideas about the future, the image of the future, student youth, mental representations, correlates of mental representation markers.

*Финансирование статьи: Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и ЭИСИ в рамках научного проекта 21-011-31258./ Funding of the article: The research was carried out with the financial support of the RFBR and the EISI within the framework of the scientific project 21-011-31258.*

### **Introduction**

The results of the transformation of public relations are reflected in the social ideas of citizens about concepts, values, and social phenomena. Their formation is due to the influence of socio-cultural, historical, political, economic and other factors. The study of ideas about different aspects of reality is considered one of the fundamental directions that solve the issues of regulation of human behavior and activities, including for the purposes of strategic planning, ensuring the security of the state and society.

Despite more than a century of social science history, among all types of social ties, the relation “individual – large stable group” remains the least studied. The importance of social ties and relationships of a person with society as a whole and with its representatives and groups is reflected in the theory of social capital of society and the theory of social capital of the individual, where the former is considered as one of the main catalysts of progress, and the latter as a subjective representation of the social capital of society and its integral resource. In this sense, the main feature of the 21st century is not the struggle of ideologies and not even the competition of countries for the rates of economic growth, but the increasing competition for the quality of life, national wealth, measured by the quality of human capital, as well as for the impact on public perceptions regarding the proposed development strategies. In the twentieth century, progress in most cases was equated with economic (monetary) and status growth, expressed in changes in purely quantitative indicators of various levels. Much less attention was paid to considering the qualitative aspects of development,

including safety, health, confidence in the future, justice, environmental issues, the possibility of self-development, self-realization, life, the general humanistic direction of development.

This formulation of the question presupposes the formation of an individual person's image of the future as an idea of wide access to getting a good education, interesting and meaningful work, opportunities for creative self-development and livelihood, and ensuring health. Today, these indicators of the quality of life are a value in themselves, and not only as a mechanism for human adaptation to the conditions of a changing world.

These specific features of the image of the country's future are most vividly presented among student youth as a special social and professional group. At the same time, student youth's ideas about the future are most often studied from the point of view of the subject's ideas about their own future, while the study of the country's future image is not a subject of special study in socio-political science, it remains within the framework of everyday ideas, representations of everyday reality, or stylistic turnover. The state as the subject of these ideas is represented as a macro-social object and the most important element of the territorial organization of society, endowed in the minds of people with cultural, social, geographical and psychological content that forms specific mental representations. In this case, the country can be considered as a mental construct, representing the unity of the social community of the people inhabiting the historically formed territory, its culture, the individual characteristics of the subject and natural resources.

### **The specific content of mental representations for students' conceptualizations of the country's future**

The relevance of the study of ideas about the future of the country is growing in connection with transformations at the macrolevel of a person's social ties with the country of birth and residence, which result in one of the most significant social phenomena of recent decades - the unprecedented growth of external migration, which is in the focus of research of many domestic and foreign scientists. In addition to migration trends, the study of the relationship between the relationship between a person and society is due to a number of macrosocial reasons. First, the acceleration of the rate of change in a modern transitive society creates conditions for an increase in the dynamics of social relations and a decrease in the stability of a person's attachments to any particular way of life, as well as to various social, cultural and geographical objects, including the country of birth and residence. [1]. Secondly, in the space of life of a modern person, the mixing of cultures of different countries is increasingly occurring, which is facilitated by the numerous screen images of the media and the Internet, the development of cross-border education and transnational enterprises [2]. Thirdly, a new type of global identity is emerging, which affects the revision of a number of issues related to ethnic, cultural, national, civic identity and human ties with large social communities, including the social community of the country [2]. Fourth, in the modern world, there are processes of gradual forgetting of traditional values, the disappearance of traditional institutions of socialization, the erosion of the traditional foundations of society, new, virtual social-group communities are emerging that are not tied to the territory of any country, the trend of personal self-construction and self-realization is growing in all spheres of life [3]. Fifth, the idea of economic determinism is steadily gaining strength, asserting the dominance of the value of economic efficiency and rational thinking (as pragmatism and prudence) over the values of human relations, the bonds of citizenship, culture and patriotism as the main guarantee of building happiness [4]. Sixth, the emergence of new methods, forms and models of identification and interpersonal relations in the modern information society, in the context of its global digitalization, which creates a special environment for the existence and development of the subject [5].

All these social and cultural transformations in modern society are closely interconnected, as well as with the emergence of new conditions of a technological, economic, political order, and affect the change in the ways of experiencing a person's life, his values, relationships, social behavior

and, ultimately, on his vision of the country's future. They inevitably act as markers of the subject's mental representations for these representations.

Mental representations as a phenomenon are the subject of study in the cognitive sciences. They act as mental or mental images reflecting the features of the actual or potential subject of the subject's consciousness and attention. From these images, in the process of the individual life of each particular person, his picture, the image of the world, is inevitably formed and corrected. The mental representations themselves, with their subject-specific content, are the fundamental characteristics of the reality modeled by the subject, which, within the framework of our research, is represented by the image of the future of Russia [4, 6, 7].

According to A.O. Prokhorov, mental representations over time acquire a certain structure, in which associative, evaluative, conceptual and figurative levels can be distinguished. Mental representations can be viewed as a process (the process of displaying, representing) and as a result, a unit (description of experience within the framework of the picture of the world). The first approach is typical for foreign psychology, where the emphasis is on the procedural, dynamic side of mental representation, on its cognitive functions (Blatt, Auerbach, Levy, 1997; Cooper, 1990; Geller, Farber, Schaffer, 2010; Kemp, 1998; Lukowitsky, Pincus, 2011). Within the framework of the second approach, mental representations are understood as internal structures that are formed in the process of a person's life, in which his existing picture of the world, society and himself is presented (Andreeva, Belopolsky, Blinnikova, 1998). Within the framework of this paradigm of mental representation, a number of both domestic and foreign studies have been carried out (Kubryakova and Dem'yankov, 2007; Bascoe et al., 2009; Lotto et al., 2006; Savadori et al., 2001). It is this interpretation that allows us to consider the organization and content of verbal and figurative ideas about the future of Russia among students [8].

Transformational processes in society, first of all, concern the most active and sensitive part of it - the youth. It is characterized by a specific way of life, social status and role expectations, style of behavior, cultural norms and values that have historical and cultural conditioning and are associated with the key characteristics of youth as a special stage in the life path [9]. Often viewed as a "reserve" of the country, young people perform in society the function of a revitalizing mediator, the vanguard of society, which becomes necessary and comes to the fore in order to adapt to rapidly changing or qualitatively new circumstances. Therefore, dynamic, rapidly developing societies always rely on effective youth policy. The peculiar "reserve" character of young people is manifested in incomplete involvement in the status structure of society, thereby allowing young people to be more mobile and independent. Therefore, young people, as a rule, are neither progressive nor conservative. She is more of a potency, ready for any undertaking [10]. In this sense, for young people, student youth as a special social and professional group, the identified social and cultural transformations, reflected in the ways of experiencing life, values, relationships, social behavior and others, act as fundamental markers of mental representations for ideas about the future of the country and can serve indicators of various kinds of positive or negative changes or their tendencies in the social situation of the development of society.

Thus, the idea of the future of the country is a topical subject of research, and despite the presence of comprehensive, generalized studies on macro-regions [11] or individual states [12], at the moment there are no works devoted to the study of this problem at the in-country level. It is especially important for the socio-political life of the country, where the difficulties of the transforming Russian society are complicated by the multicultural composition of the population and the pronounced competition between various streams of socialization: civil, regional, religious, ethnic, etc.

### **Analysis of research approaches of the socio-political life actor's ideas about the country's future**

The study of ideas about different aspects of reality is one of the most important areas of scientific research in the field of the humanities and social sciences, solving the issues of regulation

of human behavior and activity. "Social science is in an extremely acute (problematic) situation of determining the possibilities of maintaining human stability in a very unstable society" [13, 14]. The need to determine the potential capabilities of a modern person in solving complex issues of building and preserving his life in the context of a global crisis is actualized with a special study, understanding, understanding of the features of his functioning.

Modern social sciences and humanities are characterized by the presence of numerous attempts to define the concept of "future", as much as possible to fully reveal its content and meaning. From the very beginning of studying the problems of the future, diametrically opposite approaches to understanding the essence of this phenomenon have emerged.

At the moment, a stable situation has emerged when information models of the future are actively being built in certain branches of knowledge, such as futurology, social forecasting, and foresight technologies, aimed at building "maps of the future". It is thanks to these scientific directions, which are quite new and cover the last two decades by the date of publication, that the vectors of development of social systems and the individual future are being adjusted. In turn, information models allow us to build sensory images of the future associated with specific modalities of perception or verbal constructs. The most common is the understanding of the image of the future as a subjective emotional-cognitive education, which is the bearer of an individual vision (in a broad sense) of reality, and, therefore, interacts with it. Thus, this structure is something that mediates the entire complex of the subject's relations with the surrounding world, with its actually significant part.

In the context of our research, one more dilemma arises: the "image" of the future and "ideas" about the future. These are close concepts, but not synonymous. The problem of representations is one of the least well-defined in social science. Representation as a phenomenon is considered by researchers in its ontogenetic, individual, socio-historical aspects: the connection between representations and individual characteristics [15, 16], age dynamics of representations [17], representations in one specific type of activity [18], macrosociological approach to analysis representations by various social groups in the historical context [19], studies of the idea of the future of the world, the development of socio-political processes as the results of historical rivalry between superpowers [20]. Representations unite into one whole all the cognitive activity of the subject, creating an opportunity for the integration of its individual processes, defining the significance of the cognitive role of representations as a transitional structure from perception to abstract-logical thinking. The representation reflects not only the object, means and objective conditions of activity and communication, but also the internal states of individuality. Therefore, three dimensions are distinguished in representations: consciousness (stream of consciousness); objective - a reflection of the external world, its objects and their meanings; subjective - internal states.

The problem of a comprehensive analysis of students' ideas about the future of the country has been developed within the framework of philosophy, sociology, conflict management and psychology and is reflected in modern scientific research. Images of a possible future, ideas about the ways of further self-development, the image of the individual future in the context of the future social community, ways of influence of ideas about the future on social and socio-psychological adaptation, professional success, well-being and security are urgent problems not only in humanitarian research.

K. Levin introduced the concept of "psychological field at the present moment", which includes the position of the individual "here and now" and his idea of the past and the future. It was K. Levin who raised the question of the existence of units of individual time of different order, due to the scale of life situations, and substantiated the study of the temporal perspective of the individual. Revealing the dynamics of ideal and real goals, K. Levin pointed out the regulating function of the ideal future plan for determining behavior in the present. According to E. Titchener, "images are elements of ideas and reflect experiences that are not associated with the current moment - for example, those occurring in our memory." Z. Freud considered images as the reproduction of instincts

and drives in consciousness; mental images in his understanding connect a person not with objective reality, but with the inner world. Within the framework of cognitive science, the category of the image of the future was considered in the context of the problem of storing and reproducing information. The main task of the image is to preserve in memory the events and phenomena of reality in the form of some picture in the head, a projection of scenes from the real world (J.S. Bruner, J. Kelly, A. Bandura, L. Kohlberg, J. Piaget, etc.). R. Fraise (1957) introduces the concept of "temporal outlook", considering it as an integrative characteristic of the development of temporal representations of the personality that are formed in the process of social activity. T.J. Cottle, S.L. Klineberg (1974) and A.I. Rabin (1978) investigated the "time perspective", understanding it as the ability of the individual to act in the present in the light of anticipation of relatively distant future events. They found that the range and event content of the temporal perspective is influenced by factors such as the level of intelligence and anxiety of the individual. KA Abulkhanova [21] considers planning the future as a combination of three different perspectives: psychological, personal and life. The activation of the processes of building an image of the future is closely related to the processes of the formation of personal identity and readiness for self-determination and self-realization. The ability to create it is the ability to make optimal life choices. This is an important element of readiness to take adequate actions in situations of changing living conditions and a condition for the maximum disclosure of a person's capabilities [22].

S.L. Rubinstein (1997) considered the problem of forming the image of the future in the context of the problem of determination, in the light of the principle put forward by him: external causes act, refracting through internal conditions. According to the theory of reflection P.Ya. Galfeather is the attitude of reflection, due to which reality is presented in the consciousness of the subject. Considered in the context of the theory of reflection, the image, on the one hand, allows you to see the specifics of the process of reflection at various levels of the internal organization of a person. From another position of study, an image placed in the space of consciousness is an integral product of a person's interaction with the real world, revealing the main functions of his social life [23].

These ideas were further developed in the works of M.Yu. Ginzburg [24], where the formation of the image of the future is understood as the acquisition of a value-semantic unity by a person and its implementation, taking into account the spatio-temporal organization of life. Value is a fundamentally timeless characteristic; giving a person an idea of the future, she does not correlate it with the time axis, with chronology, because that other dimension is the dimension of the "semantic future" [25].

In the studies of L.A. Regush substantiates the understanding of foresight as a process aimed at solving the problem of the future through the transformation of bases, taking into account the conditions of their manifestation. Forecasting is based on images-representations: images created on the basis of representations and aimed at recreating the existing or existing reality, facing the past and images facing the unknown, to that which did not exist and does not exist now. These images, created by man, become a condition (fact) for the creation of a new reality. The leading images themselves become the cause of the change in the present [26].

Representatives of subjective (ethical-psychological) sociology saw an image of the future in which a society exists that combines two main trends - personal individualism and social solidarity. The adherents of naturalistic sociology believed that the ideal image of the future for Russian society is one in which education and enlightenment are actively evolving, the intelligentsia and the middle class are developing by ensuring progress in three areas: political, economic and legal. In the ideas of representatives of the direction of the synthesis of psychologism and naturalism in sociology, the image of the future was expressed in the achievement of a complete denial of the state through riots, a social revolution, which would lead to improvements in life. Supporters of neo-Kantian sociology saw the following ideal model: in the future, the influence of the elements of public life will be reduced at the expense of rights and ethics with the participation and active de-

velopment of people's creativity. In the works of Russian sociologists, the image of the future was not just a certain symbol or a set of visual representations, signs and possible associations. The image of the future of Russia is understood as an ideal model of the state, which includes all the optimal parameters. They determine the importance, significance, role and place of the country in the world, open up broad prospects for every citizen. Modern images of the future of Russia, which dominate the information space and the consciousness of society, can be divided into two main categories: ideas of new spirituality and active social transformations [27].

A consistent concept of building an image of the future is presented in the work of D.L. Polak [28]. The study of the features of building an image of the future through the study of intentions and achieving goals is reflected in a number of works by P.M. Gollwitzer et al. [29, 30, 31], in interdisciplinary research by A.N. Tatarko, M. Becker, V. Wignols, I. Owey, M. Easterbrook, R. Brown, P. Smith, S. Abuhamdeh, S. Lai [32]. The study of dissonance in the ideas of young people about the future using the methods of futures design is carried out by S. Angelou, L. Sheldrick, M. Tennant [33]. Images of the future among young people in South Korea are presented in the studies of H. Song [34]. Ontogenetic aspects of the problem of forming a time perspective are revealed in the studies of T. Chen et al. [35]. The problems of promoting the country's image are revealed in the studies of S. Sami [36]. A team of scientists from the United States and India is currently conducting research on the country's image from the point of view of the theory of legitimacy [37]. Studies of the national image are carried out by Chinese scientists [38]. In Great Britain, the image of the future is studied in conjunction with a cross-cultural perspective of possible "I" [39]. Neurocognitive studies of images-representations of the future in young people are currently being carried out by Chinese scientists [40], Canadian researchers [41] and English authors [42]. As a problematic field of research, youth, politics and participation in a changing world are identified in the studies of L. Pruitt (2017) [43]. In the studies of Russian sociologists, the image of the future of modern youth is consistently revealed (S.B. Abramova, 2015; Ya.V. Didkovskaya, L.N. Bannikova, L.N. Boronina, Yu.R. Vishnevsky et al., 2018) [44, 45].

In modern social and humanitarian science, the study of social representations is set in three main directions: within the framework of implicit theories (J. Bruner, S. Ash, J. Kelly, A. G. Shmelev), as a form of social cognition in the French school (S. Moskovichi, W. Duaz, J.-C. Abrique, V. Wagner, D. Jaudelet, etc.) and as one of the procedures of social thinking (K.A. Abulkhanova, M.I. Volovikova, A.N. Slavskaya, N. L. Smirnova, L. G. Pochebut, L. I. Dementy) [47].

The study of young people's ideas about society, its structure and development prospects is especially significant. The main provisions on the essential characteristics of the behavior and activities of young people, their ideas about themselves and their future are presented in the works of A.A. Bodaleva, L.I. Bozovic, R.L. Krichevsky, N.O. Sveshnikova, E. Erickson [48].

The study of the issues of temporality and individual time of a person is one of the key points of growth of modern general humanitarian knowledge. Numerous studies of the image of the future are aimed at identifying the role of the image of the future in the regulation of behavior (P.K. Anokhin, N.A. Bernshtein), its "indicative basis" that determines the meaning of life (A.N. Leontiev, G. Allport); the relationship of the past, present and future in the temporal picture of a person (K. Levin, V.I. Kovalev, E.I. Golovakha, A.A. Kronik, K.A. Abulkhanova-Slavskaya, T.N. Berezi-na); the influence of a positive image of the future on the mobilization of the subject's internal resources (A. Maslow, A. L. Korobkin); the role of the image of the future as a model of organizing a person's life (OE Baitinger, LI Antsyferova); the influence of the loss of a person's image of his future, which entails the loss of the meaning of life (V. Frankl). Special attention of modern researchers is directed to the study of the subject's activity in building his future, to the problems of forming in people the ability to predict their development, constructing their own life (A. Bandura), readiness to act in conditions of uncertainty (Ya.B. Chastokolenko). A number of studies are devoted to identifying the influence of individual-typological characteristics and socio-psychological charac-

teristics of a person on the formation of the image of the future (N.B. Kostenko, E.B. Agafonova, A.L. Korobkin, E.V. Razgonyayeva, T.E. Fedoseeva), age characteristics (KD Chadayeva), social, political, economic conditions of human life (SA Bashkova, Sh. Buhler). In this sense, the phenomenon of the image of the future can claim to be one of the central concepts in the phenomenology of “a changing personality in a changing world” (VN Petrova) [22].

The importance of social ties and relationships of a person with society as a whole and with its representatives and groups was reflected in the theory of social capital of society (J. Coleman, R. Putnam) [49, 50] and the theory of social and psychological capital of the individual (A.N. Tatarko) [32]. The attitude of the individual's commitment to the social community of the country is considered as one of the most important components of the systemic resource of the social and psychological capital of the individual (SV Frolova) [4].

The idea of the future in various social groups, including at the level of respondents from different regions of the country, was studied in domestic science by E.V. Kovalevskaya, A.S. Deryabina, R.I. Pogorova and others, and at the level of respondents in macroregions - in separate complex works (World Youth Report) [11].

Now there are many forecasts regarding the further development of our country, and hypothetical images of its future are being structured. The main factor in this issue is, first of all, the ideas about the future of Russia among Russian youth, since it is its representatives who will have to build and live in this future. The ideas of young people about the future of the country themselves act as indicators of constructive and destructive transformations or their tendencies in the social, economic and political situation of the development of society, and mental representations for these ideas at the level of ways of experiencing life, values, relationships, social behavior and others are parameters and grounds for appropriate scientific analysis.

### **Conclusions.**

A reflexive analysis of the literature makes it possible to single out the most characteristic content correlates of markers of mental representations for students' ideas about the the country's future:

- the formation of the image of a possible future;
- readiness for professional and personal self-determination;
- the clarity of the set life goals, the certainty of the stages of their achievement;
- stable and consistent life and professional values;
- an idea of the external and internal conditions for achieving their own goals, ways to overcome obstacles;
- an adequate level of claims;
- readiness for self-knowledge and self-development;
- readiness to realize a personal life perspective.

If we consider mental representations as a result of reflection, a unit of description of experience within the framework of the picture of the world, then we can distinguish several forms of mental representations of the picture of the future of the country among students: associative images of the future of the country; the concept of the future of the country, representations associated with action, activities in the future, social representations, including the representation of future interactions in the “I-others” system.

Thus, we have determined the direction of empirical research of students' ideas about the future of Russia through the markers of mental representations.

### **REFERENCES**

1. Doncov A.I., Zelenev I.A., Prohoda V.A. Makrosocial'naya dinamika i etnicheskaya tolerantnost'/intolerantnost' v sovremennyh Evrope i Rossii // Voprosy psihologii. 2019. №3. S. 75-93.
2. Aktual'nye voprosy massovoj informacii i politicheskikh kommunikacij: kollektivnaya



monografiya / pod obshchej red. doktora polit. nauk, professora A.V. Atanesyana, kand. polit. nauk I.A. Rumachik. Erevan: Izd-vo Erevanskogo gosudarstvennogo universiteta, 2017. 214 s.

3. Gendernaya mental'nost' rossijskoj molodezhi: psihologicheskij portret: monografiya / pod nauch. red. O.I. Klyuchko. Tekstovoe elektron. izdan. SPb.: NIC ART, 2020. 230 s.

4. Frolova S.V. Social'no-psihologicheskaya koncepciya priverzhennosti lichnosti strane: dis. ... d-ra psihol. nauk. Saratov: Saratovskij nacional'nyj issledovatel'skij gosudarstvennyj universitet imeni N.G. CHernyshevskogo, 2020. 504 s.

5. Thostov A.SH., Rasskazova E.I. Psihologicheskoe sodержanie trevogi i profilaktiki v situacii infodemii: zashchita ot koronavirusa ili «porochnyj krug» trevogi? // Konsul'tativnaya psihologiya i psihoterapiya. 2020. T. 28. № 2 (108). S. 70-89. DOI 10.17759/cpp.2020280204.

6. Inozemcev V.A. Reprezentaciya znaniya v kognitivnyh naukah. Gumanitarnyj vestnik, 2018, vyp. 7. <http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2018-7-534>.

7. Velichkovskij B.M., Zajdel'man L.YA., Kotov A.A., Nosovec Z.A., Ushakov V.L., Zabotkina V.I. Priroda nejrosemanticheskikh reprezentacij: stimuly, znachenie i lichnostnyj smysl // Voprosy psihologii. 2020. № 3. Tom 66. C. 132-146.

8. Prohorov A.O. Mental'nye reprezentacii psihicheskikh sostoyanij: fenomenologicheskie i eksperimental'nye harakteristiki // Eksperimental'naya psihologiya. 2016. T. 9. № 2. S. 23–37. DOI: 10.17759/expsy.2016090203.

9. Zarubina N.N. Molodezh' v usloviyah anomii: kto primet otvetstvennost' za budushchee Rossii? // Obshchestvennye nauki i sovremennost'. 2016. № 2. S. 52-63.

10. Kuryshva O.V. Vozrastnye skripty kak sociokul'turnye modeli zhiznennogo puti // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pedagogika. Psihologiya. Sociokinetika. 2014. № 2. S. 35-37.

11. World Youth Report 2020. Youth Social Entrepreneurship and the 2030 Agenda. United Nations. 2020. 145 p. DOI: <https://doi.org/10.18356/248b499b-en>.

12. Independence Generation Armenia / A. Mkrtichyan, H. Vermishyan, S. Balasanyan. Armenia, Yerevan. Publishers Friedich-Ebert-Stiftung, 2016. 200 p.

13. Fel'dshtejn D.I. O razvitii fundamental'nyh psihologicheskikh issledovanij. M.: Moskovskij psihologo-social'nyj institut; Voronezh: NPO «MODEK», 2006. 316 s.

14. Fel'dshtejn D.I. Chelovek v sovremennom mire – tendencii i potencial'nye vozmozhnosti razvitiya // Obrazovanie i nauka. 2008. № 3. S. 3-11.

15. Petuhov B.M. Organizacionnyj podhod k deyatel'nosti cheloveka-operatora v ekstremal'nyh usloviyah // Problemy inzhenernoj psihologii. YArosavl', 1979. Vyp. 3. S. 32-37.

16. Gostev A.A. Obraznaya sfera cheloveka. M.: Institut psihologii RAN, 1992. 194 s.

17. Peskov V.P. Ob izuchenii struktury predstavlenij // SPZH. 2005. № 21. S. 171-174.

18. SHustova A.V. Teoretiko-metodologicheskij analiz fenomena obraza-predstavleniya v otechestvennoj i zarubezhnoj psihologii // Kollekcija gumanitarnyh issledovanij. 2017. № 4 (7). S. 60-72.

19. Derlug'yan G. Kak ustroen etot mir. Nabroski na makrosociologicheskie temy. M.: Izd.-vo Instituta Gajdara, 2013. 384 s.

20. Inozemcev V.L. Recenziya na knigu U. Hattona «Mir, v kotorom my zhivem» // Monitoring. 2006. № 1. S. 132-141.

21. Abul'hanova K.A. Psihologiya i soznanie lichnosti (Problemy metodologii, teorii i issledovaniya real'noj lichnosti): Izbrannye psihologicheskie trudy. Voronezh: Izd-vo NPO «MODEK», 1999. 224 s.

22. Petrova V.N. Metodika izucheniya obraza vozmozhnogo budushchego // SPZH. 2002. № 16-17. S. 32-36.

23. Rubinshtejn S.L. Izbrannye filosofsko-psihologicheskie trudy. M.: Nauka, 1997. 462 s.

24. Ginzburg M.R. Psihologiya lichnostnogo samoopredeleniya: avtoref. dis. ... d-ra psihol. nauk. M., 1996. 110 s.

25. Bahtin M.M. K filosofii postupka // *Filosofiya i sociologiya nauki i tekhniki. Ezhegodnik 1984-1985. M., 1986. S. 108-119.*
26. Regush L.A. *Psihologiya prognozirovaniya: uspekhi v poznanii budushchego. SPb.: Rech', 2003. 351 s.*
27. *Obraz budushchego v ocenках novogo pokoleniya rossiyan: monografiya / V.V. Gavriilyuk, L.L. Mekhrishvili, N.I. Skok, H.N. Sadykova, SH.F. Farahutdinov, V.V. Malenkov, T.V. Gavriilyuk, O.L. Sotkov, I.N. Golikov. Tyumen': TIU, 2016. 166 s.*
28. Polak F. *The image of the future. Amsterdam. London, New York. Elsevier Scientific Publishing Company. 1973. 326 p.*
29. Gollwitzer P.M. Implementation intentions: Strong effects of simple plans. *American Psychologist. 1999. 54 (7). Pp. 493-503. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.54.7.493>.*
30. Gollwitzer P.M., Sheeran P. Implementation intentions and goal achievement: A meta-analysis of effects and processes // *Advances in experimental social psychology. 2006. T. 38. Pp. 69-119.*
31. Gollwitzer P.M. Goals' effects on cognition, affect, and behavior. *Motivation Science. 2020. 6 (3). 197-198. <https://doi.org/10.1037/mot0000170>.*
32. Becker M., Vignoles V., Owe E., Easterbrook M., Brown R., Smith P., Abuhamdeh S., Tatarko A., Lay S. Being Oneself Through Time: Bases of Self-Continuity Across 55 Cultures // *Self and Identity. 2018. Vol. 17. No. 3. Pp. 276-293. <https://doi.org/10.1080/15298868.2017.1330222>.*
33. Angheloiu C., Chaudhuri G., Sheldrick L. Future Tense: Harnessing Design Futures Methods to Facilitate Young People's Exploration of Transformative Change for Sustainability // *The Design Journal 20 (sup1). S. 3213 – S. 3225. 2017 <https://doi.org/10.1016/j.futures.2020.102527>.*
34. Son H. Images of the future in South Korea // *Futures. Volume 52. August 2013. Pages 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2013.06.001>.*
35. Chen T., Liu L.L., Cui J.F., Chen X.J., Wang Y. Developmental trajectory of time perspective: From children to older adults // *PsyChJournal. 5 (4) (2016). Pp. 245-255. DOI:10.1002/pchj.140.*
36. Samiee S. Advancing the country image construct – A commentary essay // *Journal of Business Research. Volume 63. Issue 4. 2010. Pp. 442-445. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2008.12.012>.*
37. Wang T., Zhou L., Mou Y., Zhao J. Study of country-of-origin image from legitimacy theory perspective: Evidence from the USA and India // *Industrial Marketing Management: Volume 43. Issue 5. July 2014. Pp. 769-776. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2014.04.003>.*
38. Li W., Wang Q., Li J., Zhang K. National image of world major countries in Chinese undergraduates' minds: An evaluation based on components of a nation // *Public Relations Review Volume 42. Issue 3. September 2016. Pp. 476-478. <https://doi.org/10.1016/j.pubrev.2014.05.001>.*
39. Rathbone C.J., Salgado S., Akan M., Havelka J., Berntsen D. Imagining the future: A cross-cultural perspective on possible selves // *Consciousness and Cognition. Volume 42. May 2016. Pp. 113-124. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2016.03.008>.*
40. Guo Y., Chen Z., Feng T. Future time perspective on delay discounting is mediated by the gray matter volume of vmPFC // *Neuropsychologia. Volume 102. 28 July 2017. Pp. 229-236. DOI:10.1016/j.neuropsychologia.2017.06.021.*
41. Xie Y., Chen M., Zhang W., Cuic F. Neural correlates of country-of-origin image (COI) stereotype // *Neuroscience Letters. Volume 687. 20 November 2018. Pp. 164-168. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2018.09.045>.*
42. Ahmed S.P., Bittencourt-Hewitt A., Sebastian C.L. Neurocognitive bases of emotion regulation development in adolescence // *Dev CognNeurosci. 2015 Oct. 15. Pp. 11-25. DOI: 10.1016/j.dcn.2015.07.006.*

43. Pruitt L. Youth, politics, and participation in a changing world // Journal of sociology. 2017. Vol. 53 (2). Pp. 507-513.
44. Abramova S.B. Obraz budushchego: orientiry sovremennoj molodezhi // Materialy vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii HKH Ural'skie sociologicheskie chteniya. Sbornik statej i tezisov vystuplenij / Pod obshch. red. YU.R. Vishnevskogo. Ekaterinburg: UrFU. 2015. S. 3-8.
45. Molodezh' industrial'nyh regionov Rossii: obraz social'nogo budushchego i innovacionnyj potencial: monografiya / [YA.V. Didkovskaya, L.N. Bannikova, L.N. Boronina, YU.R. Vishnevskij i dr.]; pod obshch. red. prof. YA.V. Didkovskoj, st. prep. D.V. Trynova. Ekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2018. 215 s.
46. Bovina I. B. Strategii issledovaniya social'nyh predstavlenij // Sociologicheskij zhurnal. 2011. № 3. S. 5-23.
47. Abul'hanova K.A. Sovremennaya psihologiya: sostoyanie i perspektivy issledovaniy. CHast' 3. Social'nye predstavleniya i myshlenie lichnosti. M.: Izd-vo In-ta psihologii RAN, 2002. S. 88-103.
48. Murashchenkova N.V. Struktura social'nyh predstavlenij molodezhi ob ekstremizme i patriotizme // Russian Journal of Education and Psychology. 2012. № 12. S. 32-39.
49. Koulman Dzh. Kapital social'nyj i chelovecheskij // Obshchestvennye nauki i sovremennost'. 2001. № 3. S. 122-139.
50. Patnem R. Procvetayushchaya kom'yuniti, social'nyj kapital i obshchestvennaya zhizn' // Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya. 1995. № 4. S. 35-42.

#### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Белашева Ирина Валерьевна**, кандидат психологических наук, доцент, заведующий кафедрой общей и прикладной психологии, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет» Телефон 8-961-475-89-92, E-mail [ibelasheva@ncfu.ru](mailto:ibelasheva@ncfu.ru)

**Belasheva Irina Valerievna**, Candidate of Psychological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of General and applied psychology, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «North Caucasus Federal University», Telephone 8-961-475-89-92, E-mail [ibelasheva@ncfu.ru](mailto:ibelasheva@ncfu.ru)

**Есаян Марине Левоновна**, кандидат психологических наук, доцент кафедры общей и прикладной психологии ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», Телефон 8-918-764-54-12, E-mail: [mesaian@ncfu.ru](mailto:mesaian@ncfu.ru)

**Yesayan Marine Levonovna** Candidate of Psychological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of General and applied psychology Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «North Caucasus Federal University» Telephone 8-918-764-54-12, E-mail: [mesaian@ncfu.ru](mailto:mesaian@ncfu.ru)

**Лукьянов Алексей Сергеевич**, кандидат психологических наук, доцент кафедры общей и прикладной психологии ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» Телефон: 8-918-884-22-00, E-mail: [vspikul@yandex.ru](mailto:vspikul@yandex.ru)

**Lukyanov Alexey Sergeevich**, Candidate of Psychological Sciences, Associate Professor of the Department of General and Applied Psychology, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «North Caucasus Federal University», Telephone: 8-918-884-22-00, E-mail: [vspikul@yandex.ru](mailto:vspikul@yandex.ru)

Дата поступления в редакцию: 02.04.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 03.09.2021

М. Л. Карданова [M. L. Kardanova]

УДК 32.3  
DOI: 10.37493/2307-910X.2021.3.15.

**РЕАЛИЗАЦИЯ ЛАТИНОАМЕРИКАНСКОГО  
ВНЕШНЕПОЛИТИЧЕСКОГО ВЕКТОРА  
ИСПАНИИ ЧЕРЕЗ ДВУСТОРОННЕЕ  
СОТРУДНИЧЕСТВО СО СТРАНАМИ РЕГИОНА**

**IMPLEMENTATION OF THE LATIN AMERICAN  
FOREIGN POLICY VECTOR OF SPAIN THROUGH  
BILATERAL COOPERATION WITH THE  
COUNTRIES OF THE REGION**

*Пятигорский институт (филиал) СКФУ, г. Пятигорск, Россия, Пятигорск, [mkardanova@yahoo.com](mailto:mkardanova@yahoo.com) / Pyatigorsk Institute (branch) of NCFU, Pyatigorsk, Russia, Pyatigorsk, [mkardanova@yahoo.com](mailto:mkardanova@yahoo.com)*

**Аннотация**

*В представленной статье рассматривается внешняя политика Испании в Латино-американском регионе.*

**Материалы, методы, результаты и обсуждения**

*Анализируется рост испанских инвестиций в экономику региона, продвижение испанских транснациональных корпораций. Рассмотрены основные этапы отношений ведущими странами региона: Бразилией, Мексикой, Аргентиной, Колумбией. Подвергнута оценочной характеристике экономическая дипломатия Испании.*

*После успешного старта крупных ТНК в Латинской Америке в начале века, Испания делает ставку на продвижение малого и среднего бизнеса, поддерживая их деятельность через сеть посольств, консульств, экономических и коммерческих офисов.*

**Заключение**

*Можно сделать вывод, что научная, технологическая и инновационная дипломатия выведена испанским правительством в качестве направления*

**Ключевые слова:** имидж страны, атлантизм, «триангуляция», «новый империализм», «новый поворот», «Друзья Испании», экономическая дипломатия.

**Abstract**

*The article considers the foreign policy of Spain in the Latin American region.*

**Materials, methods, results and discussions**

*The article analyzes the growth of Spanish investments in the economy of the region, the promotion of Spanish multinational corporations. The main stages of relations between the leading countries of the region are considered: Brazil, Mexico, Argentina, Colombia. Spain's economic diplomacy has been assessed. After the successful launch of large TNCs in Latin America at the beginning of the century, Spain relies on the promotion of small and medium-sized businesses, supporting their activities through a network of embassies, consulates, economic and commercial offices.*

**Conclusion**

*It can be concluded that scientific, technological and innovative diplomacy has been taken out by the Spanish government as a direction*

**Key words:** image of the country, Atlanticism, "triangulation", "new imperialism", "new turn", "Friends of Spain", economic diplomacy.

### **Introduction**

In Latin America, Spain's policy is implemented through bilateral contacts at the highest and high levels, political, economic, socio-cultural initiatives. To strengthen its influence, Spain uses all forms of diplomacy that exist in the modern world, acting through a developed system of institutions, and achieves significant results.

### **Materials and methods, results and discussions**

At the political and diplomatic level, Spain develops relations with Latin American countries through the activities of its diplomatic missions in them (by 2018, a total of 21 Spanish embassies and 15 consulates were opened in the region), as well as through regular visits of senior officials, consultations on the level of ministries and departments, holding conferences, summits, bilateral negotiations on all issues of cooperation. Traditionally, Spain's policy in Latin America directly depends on who is at the head of the country's government. In the period under review from the beginning of the XXI century. Until 2018, the Prime Ministers of Spain were three politicians: the leader of the People's Party, Jose Maria Aznar (May 5, 1996 - April 17, 2004), the representative of the Spanish Socialist Workers' Party, Jose Luis Rodrigo Zapatero (March 14, 2004 - December 21 2011) and replaced H.M. Aznar as leader of the People's Party of Spain Mariano Rajoy (December 21, 2011 - June 1, 2018).

Latin American vector under H.M. Aznare was not the leading foreign policy direction in Spain, since his government relied heavily on relations with the United States and took an active part in the activities of the North Atlantic Alliance. With the coming to power of H.M. Aznar proclaimed a course for the personalization of Spanish foreign policy - J.M. Aznar took over her leadership and personally traveled to the region every few months to establish direct contacts. Nevertheless, under him, the number of references to Latin America in public discourse began to decline sharply, and bilateral political relations with the states of the region gradually faded into the background, giving way to trade, economic and investment cooperation with them. [1] In general, for the Latin American policy of Spain of the period of H.M. Aznar was most characterized by the following features:

- a qualitative and noticeable increase in the volume of Spanish investments, accompanying the promotion of Spanish transnational corporations and at the same time provoking a deterioration of the Spanish image (in connection with suspicions and accusations of Spain in the so-called "new imperialism");

- attempts by H.M. Aznar to inscribe Ibero-America in the general concept of Atlanticism, which, in his opinion, should not be limited only to partnership with the United States. On this basis, the idea of "triangulation with the USA" was formed, i.e. recognition of the need to improve relations between the United States and Latin American countries in order to make Spain's policy in the region more effective, as well as the need for regular coordination of the positions of Spain and the United States on the region's internal political agenda;

- the promotion of the anti-terrorist struggle as one of the foreign policy priorities - a dialogue with all Latin American countries on the extradition of terrorists guilty of committing crimes on the territory of Spain and supporting the Spanish group ETA;

- improvement through coordination with the United States of bilateral relations with Colombia (Spain supported the American plan for a military solution to the internal conflict, decided to supply military equipment to Colombia and openly supported the incumbent President Alvaro Uribe), with El Salvador, Honduras and the Dominican Republic (with the participation of the military from these three countries, the United States and Spain, a joint military brigade "Plus Ultra" was created in Iraq) and, at the same time, their deterioration with Argentina, Chile, Cuba, Mexico and Venezuela due to political and ideological differences and the "left turn" that began in them, as

well as suspicions the leadership of these countries in the excessive interference of Spain in their internal affairs and the support of opposition groups;

- crisis in relations with Cuba, regular accusations of the Cuban leader Fidel Castro of human rights violations and arrests of politicians, which ultimately led to the adoption by the European Union of a package of sanctions against Cuba, in which Spain played a significant role;
- improving the business climate and increasing trade turnover between Spain and Brazil up to the signing in October 2003 of a strategic partnership agreement between the two countries;
- carrying out on the initiative of H.M. Aznar summits EU - Latin America in Brazil and Spain, which made it possible to sign a trade agreement between the EU and Chile, to launch negotiations on the creation of an EU free trade area with the countries of Central America and the Andean Community of Nations.

In 2011, M. Rajoy became the Prime Minister of Spain, choosing three basic priorities for his policy in Latin America: strengthening bilateral partnership, redefining the role and place of the Ibero-American Community in the region and mediating Spain in developing cooperation between Latin America and the EU. Ideologically, the policy of M. Rajoy began to be implemented within the framework of the “two Latin America” formula, which recognized the existence of the problematic countries of the ALBA group and promising countries of the Pacific Alliance, which Spain clearly preferred. Under him, the strategy of promoting the image and reputation of Spain “Marca España” began to play a key role in the implementation of Spanish foreign policy. This led to the mercantilization of the entire Spanish foreign policy, an increase in the role of economic relations in it and the subordination of foreign policy goals to the commercial interests of Spanish companies. [2]

Under M. Rajoy, Spain stepped up bilateral cooperation with individual countries of Latin America. Thus, in 2017, negotiations were held in Madrid between King Philip VI of Spain, Prime Minister M. Rajoy and President of Argentina Mauricio Macri, during which King Philip VI:

- reaffirmed Spain's desire for closer bilateral cooperation in all areas of relations within the framework of a privileged strategic partnership;
- noted that Spain retained the position of the first European investor and the second international investor in Argentina, where 300 Spanish companies successfully operate in the field of communications, finance and insurance, energy, construction, technology and fashion, and in bilateral trade the volume of exports exceeds 850 million euros per year, while imports are 1.5 billion euros;
- advocated closer and effective cooperation on key issues, such as the fight against terrorism, drug trafficking, organized crime. [3]

As a result of the negotiations, the parties signed a Memorandum of Understanding and an Action Plan to deepen the strategic partnership between Spain and Argentina with the priorities: human rights, support for migrants, development of consular relations, sectoral cooperation and cooperation in Antarctica. [4] M. Macri was awarded the prize for promoting economic development, social cohesion and supporting Spanish investment. In November 2017, the Secretary of State for International Cooperation and Cooperation in Ibero-America and the Caribbean Fernando García Casas visited Argentina for political consultations and participation in the IV World Conference on the Sustainable Elimination of Child Labor. During his negotiations with the First Deputy Minister of Foreign Affairs of Argentina, Daniel Raimondi, it was decided to create separate commissions for cooperation in the field of economic development and in the field of education and culture, to strengthen contacts between the judiciary and diplomatic structures; and the parties agreed to establish a Council of Spain and Argentina Foundation with a particular focus on commerce. [6] Stabilization of the Argentine Economy in 2015-2017 opened up broad prospects for Spanish investments and the activities of Spanish companies.

One of the events confirming a new stage in relations between Spain and Mexico was the award ceremony of the Friends of Spain Prize in Mexico City for Mexican personalities and busi-

nessmen for their contribution to strengthening the image of Spain and relations between the two countries (before that such ceremonies were held in Hong Kong, Shanghai, Moscow, London, Miami, Tokyo and Dubai). The awards were received by officials and businessmen V.D. Morodo, A. Valle, A. Suarez, President of the Board of Directors of Zara México L. Prado, President of Comercial Mexicana G. Nova, President of Grupo Pando A. Cozio, and former Mexican footballer W. Sanchez, who became one of the best strikers in Real Madrid history Madrid and named the best football player in North America and Central America of the twentieth century. according to the International Federation of Football History and Statistics (IFFHS).

Relations with Brazil under M. Rajoy developed within the framework of a new Development Agreement signed with the participation of the Spanish Agency for International Development Cooperation and the Brazilian Cooperation Agency, which provides for special attention to the situation of people of African descent, environmental protection, rural development and renewable energy sources, improved water supply and sanitation systems in several regions of Brazil. [7] The main priorities in Brazilian-Spanish relations were the promotion of political dialogue and trade and economic exchanges, increased investment in strategic areas such as infrastructure, energy and tourism, improved coordination in the field of foreign policy through the relevant departments of both ministries and missions to the United Nations. [8]

Bolivia during the period of M. Rajoy's activity was included in the number of geographical priorities of the first order. Until 2016, relations between Spain and Bolivia focused on programs in the areas of democratic governance, water supply and sanitation, education, medicine and culture, with a particular focus on gender inequality, preservation of cultural heritage and guarantees of the rights of indigenous peoples, especially in territorial areas. associated with the departments of Beni, Chukisaka, Cochabamba, La Paz and Potosi.

Spain's economic diplomacy is one of the main instruments of its foreign policy activities and is closely related to improving its image. It is to constantly protect and promote Spain's economic interests abroad by providing comprehensive support for the internationalization of the Spanish economy and its companies. Since 2011, the number of Spanish export companies has increased by more than 30% (reaching 161,454 in 2017); in 2017, 67.7% of the income of Spanish companies was received abroad, and for some enterprises this figure reached 100%. It is important to note that after the successful start of large TNCs in Latin America at the beginning of the century, after 2011 Spain began to rely on the promotion of its medium and small enterprises in this region, accompanying and supporting their activities through a network of embassies, consulates, economic and commercial offices.

Spain's economic relations with Latin American countries, its capabilities and readiness to develop trade and investment with them have a direct impact on the perception of Spain in this region. In the late XX – early XXI centuries. Latin America has faced an influx of business people who have chosen to start companies in key sectors such as banking, telecommunications and energy. However, the very presence of Spanish companies, as the ABC-Spain columnist L. Aillon rightly notes in his article, although it benefited both them and the countries that accepted them, nevertheless provoked an increase in discontent among the population - those of its groups that started talking about “ new Spanish conquest ”. A discussion began about the oppression of the indigenous inhabitants of Latin America, and accusations of Spain in the new economic imperialism appeared. States with which political relations in Spain at that time were not developing in the best way - such as Bolivia, Venezuela and Argentina - officially joined these accusations, which damaged the work of Spanish companies.

However, in the early years of the XXI century. Spain, being a socially and economically prosperous country, has consistently expanded its presence in many countries of the region. With the onset of the 2008 global financial crisis, many Latin American countries who emigrated to Spain were forced to return to their homeland, and at the same time, the number of remittances from Spain to Latin America decreased, and therefore the perception of Spain in them became less posi-

tive. ... The improvement in perception began after Spain came out of the crisis in 2011 (from 53% to 74% - on the average), while the worst perception of Spain, according to the Latinobarómetro study, was recorded among residents of Bolivia, Venezuela and Costa Rica. and the best is in Uruguay, Honduras and Ecuador. [9]

At the state level, a system for assessing the perception of Spain in Latin America and in the world in general was launched by the High Commissioner for the strategy for promoting the image and reputation of Spain "Marca España" in February 2013 with the aim of analyzing and improving the positioning of Spain in the main international rankings. Its main task was to create a mechanism for "conscious management" of actions and the flow of information from various ministries within the Spanish government. At the initial stage, a list of 41 indexes was approved, which was then expanded to 52. The resulting ratings provide an idea of the main competitive areas in which Spain can improve its perception of its image. The assessment of Spain's perception is carried out by specialists from the Elcano Royal Institute, whose work is highly appreciated by the Spanish Ministry of Foreign Affairs and Cooperation. They prepare annual analytical reports "The reputation of Spain in the world" - in particular, in the chronologically latest of them, released in 2017, in the ranking of countries with the most positive reputation in Latin America, Spain ranked sixth (after Italy, Japan, France, Germany and Canada). [10]

In January 2018, the Spanish Global Language Strategy was approved and the position of High Commissioner for the Marca España brand was renamed to High Commissioner for the Marca España brand to make the Spanish language a strategic tool and create additional opportunities in the Spanish-speaking community. and the promotion of the Spanish language. To assist the Commissioner, an Advisory Board is being created, which will plan and coordinate the actions of the Spanish authorities, as well as all public and private organizations involved in the promotion of the Spanish language. The council will be chaired by the High Commissioner and Secretary of State for International Cooperation and Cooperation in Ibero-America and the Caribbean. The council will include four experts nominated by the Minister of Culture, Education and Sports from among famous personalities, the director of the Instituto Cervantes, the director of the Royal Spanish Academy, a representative of the Association of Spanish Academies, a representative of the Supreme Council for Scientific Research and other cultural figures. The first package of initiatives includes the creation of an Ibero-American educational mobility program and an internship system for Ibero-American students; development of an information portal with virtual characters - ambassadors of the Spanish global language for learning Spanish in a game form and a databank with free works on the following topics: literature, cinema, music, art, science and technology; approval of the Entrepreneurship Plan, under which Spanish and Latin American companies and multinationals will be involved as sponsors. It is planned to encourage the participation of civil society and the private sector, whose representatives will be able to benefit from tax incentives of up to 90%, since the entire new strategy is called an "event of exceptional public interest". [11]

Another important initiative of the Spanish Cooperation Agency is a long-term engagement with the Autonomous Municipal Government of La Paz on the promotion of social protection for women victims of violence. Thanks to a € 100,000 donation made by Spain in February 2018, a municipal systematic model for monitoring women victims will be created during the year, providing them with municipal social housing. The initiative also includes the creation of Community social networks for the prevention of violence in three macro-regions of the municipality of La Paz: Cotachuma, Peripherica and San Antonio. The agency has been supporting the autonomous municipal government of La Paz for the development of the city for over ten years with a total contribution of over 2 million euros, incl. for strategic work on solving the water problem and restoring land fertility in the municipality, as well as for professional training of personnel for local self-government. The second major organization for the General Directorate of Communications and Diplomatic Information is the House of America. It is part of a network of houses created by the Ministry of Foreign Affairs and Cooperation, opened in 1990 and is a public consortium of various institutions



working to strengthen ties between Spain and the Ibero-American countries. On account of his events such as the conference "New trends in elections in Spain and Latin America", round table "New scenarios and political trends in Spain and Latin America", organizing meetings with cultural figures (such as the poet G. Guerrero, March 2017), an annual meeting of Ibero-American Correspondents and Attachés (to foster links between the network of correspondents and embassy officials).

In its work, the Directorate General for Communication and Diplomatic Information also relies on the Center for International Studies in Barcelona (CEIBCN), created in 1987 to conduct debates in the field of international relations, as well as relations between the business world, the diplomatic, academic and institutional communities. This center organizes public lectures of officials responsible for Spanish policy in Latin America, regularly invites Spanish ambassadors to Latin American countries to conferences.

### Conclusions

Scientific, technological and innovative diplomacy was established by the Spanish government as a separate area of work of the Ministry of Foreign Affairs and, like other types of diplomacy, is largely aimed at improving the brand of Spain in the world. It is implemented through the activities of the Secretariat for Research, Development and Innovation, the Supreme Council for Research and the Conference of Rectors of Spanish Universities, the Spanish Confederation of Business Organizations, the Spanish Foundation for Science and Technology, a network of think tanks. [12] For Latin America, the priority is 2018-2020. declared the strengthening of scientific cooperation between Spain and CELAC, including within the framework of the innovation development subprogram IBEROEKA. [13]

### ЛИТЕРАТУРА

1. Arenal C. Política Exterior de España y Relaciones con América Latina. Iberoamericanidad, Europeización y Atlantismo en la Política Exterior Española / C. Arenal. – Madrid: Fundación Carolina, 2011. – 590 p.
2. Sanahuja S. España, América Latina y Cuba tras el periodo Rajoy: Balance y perspectivas de la política exterior // Anuario de Integración. – Edición especial. – 2016. – P. 235-269.
3. España y Argentina revitalizan lazos culturales y comerciales // Marca España, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marcaespana.es/actualidad/sociedad/espa%C3%B1a-y-argentina-revitalizan-lazos-culturales-y-comerciales> (Дата обращения: 24.05.2018)
4. Argentina // La Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aecid.es/ES/Paginas/D%C3%B3nde%20Cooperamos/Am%C3%A9rica%20Latina%20y%20Caribe/Pa%C3%ADses%20Andinos%20y%20Cono%20Sur/Argentina.aspx> (Дата обращения: 25.05.2018)
5. Fernando García Casas visita Argentina y encabeza la delegación española en la IV Conferencia Mundial sobre erradicación sostenida del trabajo infantil. // aecid.es, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.aecid.es/EN/Paginas/Sala%20de%20Prensa/Noticias/2017/2017\\_11/16\\_11\\_argentina.aspx](http://www.aecid.es/EN/Paginas/Sala%20de%20Prensa/Noticias/2017/2017_11/16_11_argentina.aspx) (Дата обращения: 24.05.2018)
6. Reconocimiento a los Amigos de la Marca España en México // Marca España, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marcaespana.es/actualidad/marca-espa%C3%B1a/reconocimiento-los-amigos-de-la-marca-espa%C3%B1a-en-m%C3%A9xico> (Дата обращения: 24.05.2018)
7. Brasil // La Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aecid.es/ES/Paginas/D%C3%B3nde%20Cooperamos/>

Am%C3%A9rica%20Latina%20y%20Caribe/Pa%C3%ADses%20Andinos%20y%20Cono%20Sur/Brasil.aspx (Дата обращения: 25.05.2018)

8. ConsultasPolíticasEspaña-Brasil // La Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.aecid.es/ES/Paginas/Sala%20de%20Prensa/Noticias/2015/2015\\_03/03-30-brasil.aspx](http://www.aecid.es/ES/Paginas/Sala%20de%20Prensa/Noticias/2015/2015_03/03-30-brasil.aspx) (Дата обращения: 25.05.2018)

9. La imagen de España, en cambio continuo en América Latina // DIARIO ABC, S.L., [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.abc.es/espana/abci-imagen-espana-cambio-continuo-america-latina-201610240753\\_noticia.html](http://www.abc.es/espana/abci-imagen-espana-cambio-continuo-america-latina-201610240753_noticia.html) (Дата обращения: 23.05.2018)

10. La reputación de España en el mundo. Country RepTrak 2017 // Reputation Institute. – 2017. – 64 p.

11. MARCA ESPAÑA «El español, lengua global», Marca España inicia una nueva estrategia para impulsar nuestro idioma // Marca España, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marcaespana.es/actualidad/marca-espa%C3%B1a/el-espa%C3%B1ol-lengua-global-marca-espana-inicia-una-nueva-estrategia-para-impulsar-nuestro-idioma> (Дата обращения: 24.05.2018)

12. Diplomacia Científica, Tecnológica y de Innovación // Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.exteriores.gob.es/Portal/es/PoliticaExteriorCooperacion/DiplomaciasigloXXI/Paginas/Diplomaciacientifica.aspx> (Дата обращения: 25.05.2018)

13. Informe Sobre. Diplomacia Científica, Tecnológica y de Innovación // Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.exteriores.gob.es/Portal/es/SalaDePrensa/Multimedia/Documents/Informe-Diplomacia-Cientifica%20Tecnologica%20y%20de%20Innovacion.pdf> (Дата обращения: 25.05.2018)

## REFERENCES

1. Arenal V. Foreign Policy of Spain and Relations with Latin America. Iberoamericanidad, Europeanización y Atlantismo en la Política Exterior Española / C. Arenal - - Madrid: Fundación Carolina, 2011 - - 590 p.

2. Sanahuja S. Spain, Latin America and Cuba after the Rajoy period: Balance and perspectives of foreign policy // Anuario de Integración. - Special edition. – 2016. - P. 235-269.

3. Spain and Argentina revitalize cultural and commercial ties // Marca España, [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.marcaespana.es/actualidad/sociedad/espa%C3%B1a-y-argentina-revitalizan-lazos-culturales-y-comerciales>

4. Argentina // La Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.aecid.es/ES/Paginas/D%C3%B3nde%20Cooperamos/Am%C3%A9rica%20Latina%20y%20Caribe/Pa%C3%ADses%20Andinos%20y%20Cono%20Sur/Argentina.aspx>

5. Fernando García Casas visits Argentina and leads the Spanish delegation to the IV World Conference on sustained erratication of child labour. // aecid.es, [Electronic resource]. - Access mode: [http://www.aecid.es/EN/Paginas/Sala%20de%20Prensa/Noticias/2017/2017\\_11/16\\_11\\_argentina.aspx](http://www.aecid.es/EN/Paginas/Sala%20de%20Prensa/Noticias/2017/2017_11/16_11_argentina.aspx)

6. Recognition to the Friends of Marca España in Mexico // Marca España, [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.marcaespana.es/actualidad/marca-espa%C3%B1a/spanish-brand-friends-recognition%C3%B1a-en-m%C3%A9xico>

7. Brazil // The Spanish Agency for International Development Cooperation, [Electronic resource]. - Reprint: <http://www.aecid.es/ES/Paginas/D%C3%B3nde%20Cooperamos/Am%C3%A9rica%20Latina%20y%20Caribe/Pa%C3%ADses%20Andinos%20y%20Cono%20Sur/Brazil.aspx>

8. Spain-Brazil // The Spanish Agency for International Development Cooperation, [Electronic resource]. - Access mode: [http://www.aecid.es/ES/Paginas/Sala%20of%20press/News/2015/2015\\_03/03-30-brazil.aspx](http://www.aecid.es/ES/Paginas/Sala%20of%20press/News/2015/2015_03/03-30-brazil.aspx)
9. La imagen de España, en cambio continuo en América Latina // DIARIO ABC, S. L., [Electronic resource]. - Access mode: [http://www.abc.es/espana/abci-imagen-espana-cambio-continuo-america-latina-201610240753\\_noticia.html](http://www.abc.es/espana/abci-imagen-espana-cambio-continuo-america-latina-201610240753_noticia.html) (Accessed: 23.05.2018)
10. The reputation of Spain in the world. Country RepTrak 2017 // Reputation Institute. - 2017 – - 64 p.
11. MARCA ESPAÑA "El español, lengua global", Marca España initiates a new strategy to boost our language // Marca España, [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.marcaespana.es/actualidad/marca-espaa/el-espaa/lengua-global-marca-espana-inicia-una-nueva-estrategia-para-impulsar-nuestro-idioma> (Accessed: 24.05.2018)
12. Science, Technology and Innovation Diplomacy // Ministry of Foreign Affairs and Cooperation, [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.exteriores.gob.es/Portal/en/PoliticaExteriorCooperacion/DiplomaciasigloXXI/Pages/Diplomaciacientifica.aspx>
13. Report On. Science, Technology and Innovation Diplomacy // Ministry of Foreign Affairs and Cooperation, [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.exteriores.gob.es/Portal/es/SalaDePrensa/Multimedia/Documents/Informe-Diplomacia-Cientifica%20Tecnologica%20y%20de%20Innovacion.pdf>

#### ОБ АВТОРЕ / ABOUT THE AUTHOR

**Карданова Марьяна Лионовна**, старший преподаватель кафедры туризма и гостиничного дела, Пятигорского института (филиал) СКФУ, [mkardanova@yahoo.com](mailto:mkardanova@yahoo.com)

**Kardanova Mariana Lionovna**, Senior Lecturer of the Department of Tourism and Hotel Management, Pyatigorsk Institute (branch) of NCFU, [mkardanova@yahoo.com](mailto:mkardanova@yahoo.com)

Дата поступления в редакцию: 02.04.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 03.06.2021

Д.В. Маковская [D.V. Makovskaya],  
Г.В. Косов [G.V. Kosov],  
Л.Н. Гарас [L.N. Garas]

УДК 323.1  
DOI: 10.37493/2307-910X.2021.3.16.

**ДИСКУРСЫ ПРОЕЦИРОВАНИЯ ФАКТА  
ДЕПОРТАЦИИ 1944 ГОДА НА  
КОНСТРУИРОВАНИЕ ВИКТИМНОГО  
ВОСПРИЯТИЯ КРЫМСКИМИ ТАТАРАМИ  
ПРОЦЕССА АДАПТАЦИИ: НА ПРИМЕРЕ  
ЭЛЕКТРОННЫХ СМИ**

**DISCOURSES OF PROJECTING THE FACT OF  
DEPORTATION OF 1944 ON THE  
CONSTRUCTION OF VICTIM PERCEPTION  
BY THE CRIMEAN TATARS OF THE  
ADAPTATION PROCESS: ON THE EXAMPLE  
OF ELECTRONIC MEDIA**

**ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия, e-mail:  
[76mdvl@mail.ru](mailto:76mdvl@mail.ru), [kossov1@yandex.ru](mailto:kossov1@yandex.ru), [garas\\_ln@mail.ru](mailto:garas_ln@mail.ru) / Sevastopol State University, Sevastopol, Russia, e-mail:  
[76mdvl@mail.ru](mailto:76mdvl@mail.ru) [kossov1@yandex.ru](mailto:kossov1@yandex.ru) [garas\\_ln@mail.ru](mailto:garas_ln@mail.ru)**

**Аннотация**

*Сохранение стабильности в этнической сфере жизни Республики Крым и города федерального значения Севастополь является одной из значимых задач федеральных и региональных органов государственной власти и управления Российской Федерации.*

**Материалы, методы, результаты и обсуждения**

*Статья посвящена выявлению дискурсов проецирования факта депортации 1944 года на конструирование виктимного восприятия крымскими татарами адаптации в политико-правовом пространстве Российской Федерации. В ходе исследования обозначено присутствие в крымском социуме латентной этнической конфликтности, которая формируется присутствием в массовом сознании крымскотатарской общности комплекса жертвы. Проведен анализ материалов, затрагивающих вопросы функционирования крымскотатарской общности в российском политико-правовом пространстве и выделены ключевые дискурсы проецирования факта депортации 1944 г. на его виктимное восприятие.*

*Во-первых, это дискурсы продолжения политики депортации крымских татар со стороны Российской Федерации, в рамках которых в массовое сознание внедряется шаблон «гибридная депортация», что закрепляет состояние «жертвы» в массовом сознании крымскотатарской общности и стимулирует реализацию комплекса жертвы. Они присущи информационным ресурсам, аффилированным с зарубежными государствами.*

*Во-вторых, это дискурсы проецирования факта депортации 1944 г. на виктимное восприятие крымскими татарами адаптации в политико-правовом пространстве Российской Федерации через критику мер государственной власти, направленных на восстановление прав крымскотатарского народа. Они присущи для ресурсов, аффилированных как с зарубежными государствами, так и с Российской Федерацией. В первом случае они транслируются с ярко выраженным антироссийским контекстом, во втором в русле присутствия определённых проблем на региональном уровне власти с выраженной демонстрацией лояльности крымских татар к Российской Федерации.*

*В-третьих, это дискурсы депортации и роли крымских татар в Великой Отечественной войне, обладающие наиболее серьезным виктимизирующим воздействием.*

### **Заключение**

*Формированию виктимного восприятия крымскими татарами нахождения в политико-правовом пространстве Российской Федерации, конструированию и закреплению в массовом сознании крымских татар комплекса жертвы, основными составляющими которого являются образы «жертвы-народа», «жертвы-трагедии», «жертвы-героя» способствуют в основном материалы, размещенные на аффилированных с зарубежными государствами информационных ресурсах. Кроме того, можно говорить о мифологизации процесса адаптации крымских татар в новой политической и социально-экономической реальности, что требует отдельного изучения.*

**Ключевые слова:** крымские татары, виктимизация, комплекс жертвы, информационные ресурсы, конструирование.

### **Abstract**

*Maintaining stability in the ethnic sphere of life of the Republic of Crimea and the federal city of Sevastopol is one of the significant tasks of federal and regional state authorities and administration of the Russian Federation.*

### **Materials, methods, results and discussions**

*The article is devoted to the identification of discourses of projection of the fact of deportation in 1944 on the construction of victimized perception of adaptation by Crimean Tatars in the political and legal space of the Russian Federation. In the course of the study, the presence in the Crimean society of latent ethnic conflict, which is formed by the presence of a victim complex in the mass consciousness of the Crimean Tatar community, is indicated. The analysis of materials concerning the functioning of the Crimean Tatar community in the Russian political and legal space is carried out and the key discourses of projecting the fact of deportation in 1944 onto its victimized perception are highlighted.*

*Firstly, these are discourses of the continuation of the policy of deportation of Crimean Tatars by the Russian Federation, within which the pattern of “hybrid deportation” is being introduced into the mass consciousness, which consolidates the state of “victim” in the mass consciousness of the Crimean Tatar community and stimulates the implementation of the victim complex. They are inherent in information resources affiliated with foreign states.*

*Secondly, these are discourses of projecting the fact of deportation in 1944 onto the victimized perception of adaptation by Crimean Tatars in the political and legal space of the Russian Federation through criticism of measures of state power aimed at restoring the rights of the Crimean Tatar people. They are inherent in resources affiliated with both foreign states and the Russian Federation. In the first case, they are broadcast with a pronounced anti-Russian context, in the second, in line with the presence of certain problems at the regional level of power with a pronounced demonstration of the loyalty of the Crimean Tatars to the Russian Federation.*

*Thirdly, these are discourses of deportation and the role of Crimean Tatars in the Great Patriotic War, which have the most serious victimizing influence.*

### **Conclusion**

*The formation of a victimized perception by the Crimean Tatars of being in the political and legal space of the Russian Federation, the construction and consolidation in the mass consciousness of the Crimean Tatars of the victim complex, the main components of which are the images of “victim-people”, “victim-tragedy”, “victim-hero” are mainly promoted by materials posted on information resources affiliated with foreign states. In addition, we can talk about the mythologization of the process of adaptation of the Crimean Tatars in the new political and socio-economic reality, which requires a separate study.*

**Key words:** crimean natars, victimization, victim complex, information resources, construction.

*Финансирование: Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Севастополя в рамках научного проекта № 20-411-920003 «Детерминанты и механизмы закрепления сформированного депортацией 1944 года комплекса жертвы в коллективном сознании крымских татар города Севастополя и инструменты его преодоления»/ Financing: The study was carried out with the financial support of the RFBR and the Government of Sevastopol within the framework of the scientific project No. 20-411-920003 "Determinants and mechanisms of fixing the victim complex formed by the deportation of 1944 in the collective consciousness of the Crimean Tatars of the city of Sevastopol and tools to overcome it"*

## Введение

Сохранение стабильности в этнической сфере жизни Республики Крым и города федерального значения Севастополь является одной из значимых задач федеральных и региональных органов государственной власти и управления Российской Федерации. Ее актуальность обуславливается этноконфессиональной мозаичностью и противоречивой историей взаимодействия этносов и государственности в Крыму, использованием крымскотатарского вопроса в качестве одного из элементов стратегии антироссийской политики Украины и других государств, действия которых направлены на разжигание межэтнической конфликтности в регионе, а так же сохранением остроты геополитического противостояния в макрорегионе Большое Средиземноморье, где вопросы этничности и религии активно инструментализируются.

## Материалы, методы, результаты и обсуждения

Целью данной статьи является выявление основных дискурсов проецирования факта депортации 1944 года на конструирование виктимного восприятия крымскими татарами адаптации в политико-правовом пространстве Российской Федерации, то есть восприятия этого процесса с позиции жертвы.

Рассматривая данную проблематику необходимо обратить внимание на полиэтничный характер населения Республики Крым и города федерального значения Севастополь. Индекс этнической мозаичности в Республике Крым значительно выше чем в Севастополе (по переписи 2014 г. 0,508 и 0,388 соответственно) [1, с. 34]. По результатам переписи 2014 года здесь присутствует абсолютное преобладание русских по самоидентификации: г. Севастополь – 81,1 %, Республика Крым – 65,2 %. Соответственно, украинцев – 14,2 % и 16,0 %; крымских татар – 0,8 и 12,6 % [1, с. 34].

В соответствии с опросом ВЦИОМ в Республике Крым (2019 г.), 92 % опрошенных говорили о «скорее, доброжелательных» межэтнических отношениях в в регионе. Опрос в г. Севастополе показал, что положительно оценивают состояние межэтнических отношений 80,8 %, а терпимо относятся к представителям других народов 85,4 % [1].

Опрос 2016 г. выявил, что крымчане считают источниками напряжённости «требования предоставления особых прав и льгот тем или другим народам» (29,7 %), «агрессивность в межгрупповых отношениях» (20,6 0 %). Присутствие «конкуренции за землю между представителями разных этнических групп» признают 26,9 % респондентов [1, с.35].

Этническая дистанция в отношении русских в Республике Крым (по результатам опросов молодежи) составила 2,17 балла; украинцев – 2,61; крымских татар – 3,38. Дистанция возрастает в г. Севастополе: в отношении русских – 2,43, украинцев – 2,91, армян – 4,19, крымских татар – 4,26. [1, с. 29].

Приведенные результаты количественных исследований демонстрируют неоднозначную ситуацию в этноконфессиональной сфере. По мнению специалистов, на данный момент этноконфессиональная ситуация в Крыму носит «спокойный и прогнозируемый характер», однако в этой сфере прослеживается «наличие латентного конфликтного потенциала» [7, с. 266]. Наиболее уязвимой группой в контексте возможности развития конфликтной мобилизации является крымскотатарская этническая общность. Это в значительной степени определяется присутствием комплекса жертвы в массовом сознании крымских татар, обуслов-

ленного восприятием факта депортации 1944 г., который являлся этноразделяющим для крымского социума с начала процесса репатриации крымских татар [5, с. 301].

По мнению Муратовой Э.С., память о депортации широко распространена среди нескольких поколений крымских татар: поколения, пережившего депортацию; поколения, родившегося в местах депортации; поколения внуков тех, кто подвергся депортации. На данный момент создан целый комплекс средств закрепления и реализации коллективной памяти о депортации: эмоциональные средства ((политические или религиозные мероприятия, которые призваны вызвать эмоции, служащие укреплению чувства коллективной идентичности и интеграции); эстетические выразительные средства (памятники, произведения искусства, автобиографические и иные произведения, а также картины и изображения); инструментальные когнитивные средства (создание исторических архивов, книг, документального кино); политические моральные средства (наказание, амнистия, возмещение ущерба или создание комиссии по установлению истины и примирению, призванные обеспечить справедливость, реабилитацию или интеграцию) [5, с. 306-307].

С 2014 г. сформировался значительный объем контента, отражающего особенности функционирования крымского социума, в том числе крымскотатарской общности, в Российской Федерации. В ходе исследования был проведен анализ материалов, затрагивающих данную проблематику, и выделены ключевые дискурсы, отражающие различные ракурсы проецирования факта депортации 1944 г. на виктимное восприятие крымскими татарами адаптации в политико-правовом пространстве Российской Федерации.

Проведенный анализ позволил выделить в отдельный смысловой блок материалы в которых формируется конструкт о продолжении политики «депортации» крымскотатарского народа Российской Федерацией. В основном они характерны для аффилированных с зарубежными государствами ресурсов (например, «Крым. Реалии», TRT (турецкая государственная телерадиокомпания), «Авдет»).

Здесь присутствует выстраивание ложного ассоциативного ряда между осуждением отдельных представителей крымскотатарской общности за сотрудничество с запрещенной в Российской Федерации организацией «Хизб ут-Тахрир» и депортацией 1944 г., внедрение в общественное сознание закрепляющей комплекс жертвы формулировки «депортация крымских татар в российские тюрьмы» (цит.по: <https://ru.krymr.com/a/politzaklyuchenniy-remzi-bekirov-repressii-krumskih-tatar-deportaciya/31172502.html>, <https://ru.krymr.com/a/vitaliy-portnikov-v-krymu-kak-pri-staline/31179431.html>), шаблона «гибридная депортация» (цит.по: <https://ru.krymr.com/a/gibridnaya-deportaciya-kak-izmenilsya-krym-za-6-let-posle-anneksii/30490664.html>; <https://youtu.be/xgp6bJW6Cz8>).

Конструкты применяемые к крымским татарам, осужденным за сотрудничество с Хизб ут-Тахрир, проецируются на всю крымскотатарскую общность полуострова в контексте массовых преследований крымских татар по религиозному и этническому признакам (например: <https://ru.krymr.com/a/news-krym-hizb-ut-tahrir-remzi-bekirov-zalkiuchenie/31187977.html>).

При этом, приверженность идеологии, продвигаемой упомянутой организацией, несвойственна большинству крымских татар. Как отмечает Э. Муратова, ее сторонники «довольно часто становятся объектом народного порицания, главным образом за забвение национальных традиций, демонстративное дистанцирование от крымско-татарских культурных и политических мероприятий, а также за чинимый раскол среди народа» [3]. Кроме того, большинство крымских татар принадлежат к числу так называемых «светских» мусульман. Соблюдение обязательных исламских норм присуще небольшой части крымскотатарского сообщества, среди которой «находятся сторонники «неофициального» ислама, хотя, конечно, они не составляют большинства всей группы практикующих мусульман» [3].

Широко артикулируется сохранение Россией политики ущемления «крымскотатарского народа», конструируется ассоциативный ряд между депортацией 1944 г. и политикой

российской власти в Крыму (например: <https://ru.krymr.com/a/vitaliy-portnikov-v-krymu-kak-pri-staline/31179431.html>). Более того, формируется мнение о том, что начиная с 1783 г. и до настоящего времени целью России является «уничтожение народа» (цит. по: <https://ru.krymr.com/a/istoriya-deportacii-krumskih-tatar-i-sovremennost/31261454.html>), целенаправленное его «вытеснение» с территории полуострова (например: <https://ru.krymr.com/a/mezhnacionalnoe-molchanie-krym-prinuzhdenie-k-soglasiyu/31223691.html>), в том числе через целенаправленную «политику народозамещения» (цит. по: <https://ru.krymr.com/a/remzi-bekirov-pismo-iz-nevoli-na-koleni-tolko-pered-vsevyshnim/31256526.html>).

Депортация 1944 г. характеризуется как этноцид, получивший продолжение после перехода Крыма в состав Российской Федерации через продуцирование российской властью мифов о предательской сущности крымско-татарского народа, отказе от воссоздания крымскотатарской национально-территориальной автономии и топонимики, через уголовные преследования лидеров крымскотатарского национального движения, репрессии в отношении крымских татар «по религиозному и национальному признакам» (например: <https://ru.krymr.com/a/mezhnacionalnoe-molchanie-krym-prinuzhdenie-k-soglasiyu/31223691.html>).

Во втором смысловом блоке факт депортации 1944 г. проецируется на современность через призму реализации мер государственной власти, направленных на реабилитацию и государственную поддержку возрождения и развития армянского, болгарского, греческого, крымско-татарского и немецкого народов, что предусмотрено Указом Президента РФ от 21 апреля 2014 г. № 268 [6].

На аффилированных с зарубежными государствами ресурсах прослеживается перенос вины за депортацию крымских татар в 1944 г. и ответственности за восстановление прав этого народа на современную российскую государственность (например, «злая сила российской власти, осуществившая депортацию», цит. по: <https://ru.krymr.com/a/deportaciya-krumskih-tatar-memorial-mozhem-povtorit/30742639.html>; «Россия сама должна реабилитироваться перед нами за то совершенное преступление в 1944 году», цит. по: <https://ru.krymr.com/a/25357117.html>).

Наиболее указанная тенденция проявляется в риторике, связанной с обоснованием необходимости предоставления крымским татарам национально-территориальной автономии. Критике подвергается отсутствие законодательно закрепленного права крымскотатарского народа на национально-территориальную государственность, которая обозначается как обязательная, предоставление права на национально-культурную автономию, декларируемое как недостаточное (например: <https://ru.krymr.com/a/korennye-narody-kryma-vne-zakona/31223805.html>). При этом ресурсы выраженного антироссийского характера, связывают получение национально-территориальной автономии с выходом Крыма из политико-правового пространства Российской Федерации (например: <https://ru.krymr.com/a/korennye-narody-kryma-vne-zakona/31223805.html>), так же как и прекращение «дискриминации» крымских татар (например: <https://ru.krymr.com/a/diskriminaciya-krumskih-tatar-zakonchitsya-s-deokkupaciej-eksperty/30618060.html>).

При этом прослеживается мнение о том, что создание крымскотатарской национально-территориальной автономии является только начальным этапом возвращения прав крымских татар, не только «восстановлением справедливости, но и шагом к переходу на следующий этап развития нации» (цит. по: <https://krymsos.com/ru/poglyad-novogo-pokolinnya-koran-tradycziyi-ta-deportacziya-dvi-istoriyi-z-krymom-u-serczi/>).

Через указанные информационные ресурсы активно внедряется мнение об отсутствии со стороны государственной власти мер по «компенсации и восстановлению всего незаконно отнятого» у крымско-татарского народа, возмещения материального ущерба, причиненного крымскотатарской общности вследствие депортации 1944 года. Также можно отметить



перенос всех вопросов, существующих в реализации мер, направленных на реабилитацию крымскотатарского народа, в плоскость геноцида крымских татар, в том числе в сфере сохранения и развития языка (например: <https://avdet.org/2019/11/23/krymskotatarskij-jazyk-posledstvija-genocida/>).

На аффилированных с Россией ресурсах доминирует дискурс невыполнения на региональном уровне власти обязательных мер, направленных на восстановление прав крымскотатарского народа, предусмотренных федеральной властью, в первую очередь Указом Президента Российской Федерации от 21 апреля 2014 г. № 268 (например: [https://www.youtube.com/watch?v=x010BX1rYrg&ab\\_channel=AqayLaf](https://www.youtube.com/watch?v=x010BX1rYrg&ab_channel=AqayLaf) Указ - не указ?). Здесь отсутствует выраженная антироссийская риторика, но отчетливо прослеживается императивность требований.

Необходимость предоставления национально-территориальной автономии по аналогии с крымской АССР обозначается как обязательная с апелляцией к государствообразующему (субъектообразующему) характеру крымскотатарского народа (например: «невозможно восстановить права крымскотатарского народа не восстановив Крымскую АССР», цит. по [https://www.youtube.com/watch?v=tj99bpu5MII&t=1190s&ab\\_channel=AqayLaf](https://www.youtube.com/watch?v=tj99bpu5MII&t=1190s&ab_channel=AqayLaf)). При этом прослеживается трансляция мнения о том, что создание крымскотатарской национально-территориальной автономии является начальным этапом восстановления прав крымских татар (например: «сначала мы должны вернуться к этапу 1944 года, сначала это надо восстановить», цит. по [https://www.youtube.com/watch?v=tj99bpu5MII&t=1190s&ab\\_channel=AqayLaf](https://www.youtube.com/watch?v=tj99bpu5MII&t=1190s&ab_channel=AqayLaf)).

К числу мер, необходимых для восстановления прав крымскотатарского народа, относят введение обязательного изучения языка и соответствующих предметов на крымскотатарском языке в учебных заведениях Крыма (например: <http://goloskrimanew.ru/alternativyi-obyazatelnomu-izucheniyu-gosudarstvennogo-krymskotatarskogo-yazyka-net.html>), возмещение материального ущерба, понесенного крымскими татарами вследствие депортации 1944 г. (например: <http://goloskrimanew.ru/vosstanovit-svoi-imushhestvennyie-prava.html>), возвращение крымскотатарских топонимов (например: <http://goloskrimanew.ru/pamyati-pamyatnikov-posvyashhaetsya.html>).

Можно обратить внимание на то, что в данном смысловом блоке прослеживаются требования, связанные с претензиями на исключительный статус крымскотатарского народа, что обосновывается как его субъектообразующим (государствообразующим) характером, так и необходимостью преодоления последствий депортации. В частности, присутствуют претензии на исключительное право крымских татар по отношению к представителям других народов, переселенным с территории Крымского полуострова, на статус репрессированного народа (например: <https://ru.krymr.com/a/ukaz-o-reabilitatsii-krymskikh-tatar-vyglyadit-feykovym/31222954.html>), на квотирование рабочих мест (например: <http://goloskrimanew.ru/myisli-o-proshlom-nastoyashhem-i-budushhem.html>), квотирование мест в органах государственной власти и управления (цит. по [https://www.youtube.com/watch?v=tj99bpu5MII&t=1190s&ab\\_channel=AqayLaf](https://www.youtube.com/watch?v=tj99bpu5MII&t=1190s&ab_channel=AqayLaf)).

Третий смысловой блок посвящен непосредственно факту депортации и роли крымских татар в Великой Отечественной войне, которые являются наиболее травмирующими для крымскотатарской общности и центральными моментами ее виктимизации. Подтверждением этого является реакция крымскотатарской общности на содержание учебного пособия «История Крыма. 10 класс. Учебное пособие для общеобразовательных организаций», в котором была озвучена считающаяся классической версия масштабов коллаборационизма крымских татар в Великой Отечественной войне. После выхода учебника Совет крымских татар обратился к главе Республики Крым Сергею Аксенову с просьбой изъять из всех школьных и публичных библиотек данное учебное пособие на основании того, что крымские

татары в нем были представлены как коллаборанты, активно сотрудничавшие с германскими оккупационными войсками.

На аффилированных с зарубежными государствами ресурсах конструируется представление о том, что обвинения крымских татар в массовом коллаборационизме используются российской властью для легитимации вхождения Крыма в состав Российской Федерации. Присутствуют обвинения в целенаправленном внедрении в массовое сознание с целью оправдания депортации крымских татар и современной «русификации» Крыма формулы «крымские татары – это народ-предатель» (например: <https://ru.krymr.com/a/27998421.html>). Можно также отметить конструирование угрозы повторной депортации крымских татар (например: <https://ru.krymr.com/a/deportaciya-krymskih-tatar-memorial-mozhem-povtorit/30742639.html>).

Значительным деструктивным потенциалом обладает трансляция мнения о доминировании в общественном сознании контактирующих этносов и представителей государственной власти отрицательных гетеростереотипов и негативного отношения к крымским татарам, устойчивого восприятия крымскотатарского народа как народа-предателя (например, «...ярлык предателей очень крепко приелся к нашему народу. Честно говоря, я думала, что это закончится на нас. На нас не закончилось, это продолжает отражаться на наших детях», цит. по: <https://ru.krymr.com/a/krym-deportaciya-krymskih-tatar-shkola-semya-alievyh/31260674.html>).

Более того, органы государственной власти РФ обвиняются в нежелании противостоять проявлениям экстремизма и этнической нетерпимости в отношении крымских татар. При этом под экстремизмом понимаются публично высказанные точки зрения, транслирующие версию о массовом коллаборационизме крымских татар в период Великой Отечественной войны и обосновывающие целесообразность решения о депортации крымскотатарского народа со стороны руководства Советского Союза, но считающие его ошибочным (например: <https://ru.krymr.com/a/rossijskie-siloviki-krymskie-tatary-ekstremizm/30968831.html>).

На ресурсах, аффилированных с Российской Федерацией, присутствует обвинительная риторика в отношении государственной власти за отсутствие системной работы в области просвещения населения о роли крымских татар в победе в Великой Отечественной войне, противодействия проецирования вины за факты коллаборационизма со стороны крымских татар на весь крымскотатарский народ (например: <http://goloskrimanew.ru/otvetstvennost-uchitelya-i-otvetstvennost-obshhestva.html>).

Присутствует мнение о наличии в обществе «определенных сил», которым выгодно заниматься политикой межнациональной розни» и о деструктивности бесконечных споров о роли народов в Великой Отечественной войне, в результате которых крымские татары и другие народы отвлекаются на эти темы, «оставляя где-то в стороне темы более глобальные, основные». При этом факт коллаборационизма отрицается в целом, а обратное мнение обозначается как «политика клеветы» и разжигания «межнациональной розни» ([https://www.youtube.com/watch?v=gUEXB9WIPYY&ab\\_channel=AqayLaf](https://www.youtube.com/watch?v=gUEXB9WIPYY&ab_channel=AqayLaf)).

Наличие двух противоположных позиций в отношении мер государственной власти, направленных на увековечивание памяти о депортации, прослеживается на примере характеристик строительства мемориала «Путь возрождения народов Крыма» на месте железнодорожной станции «Сюрень», с которой в 1944 г. крымские татары отправлялись к местам спецпоселений. В материалах на аффилированных с Российской Федерацией ресурсах фиксируется внимание на депортации, как общей трагедии для выселенных крымских татар, армян, болгар, немцев и греков, «крымчан разных национальностей» (<http://goloskrimanew.ru/pamyat-sohrannaya-v-serdtsah.html>), на необходимости помнить свою историю, но жить не прошлым, а «жить будущим» (<http://goloskrimanew.ru/pamyat-sohrannaya-v-serdtsah.html>).

На аффилированных с зарубежными государствами ресурсах транслируется негативное отношение в данной инициативе власти и ее реализации. В контексте исследования можно обратить внимание на следующие объекты для критики: выбор места, не относящегося к популярным у туристов, часто посещаемым и легким для доступа; конъюнктурность решения власти о строительстве мемориала, необоснованность строительства общего мемориала для крымских татар и других депортированных народов; предположение об использовании художественных решений мемориала как намека о возможном повторении депортации (например: <https://ru.krymr.com/a/deportaciya-krymskih-tatar-memorial-mozhem-povtorit/30742639.html>).

Кроме того, можно говорить о прослеживающихся в дискурсе условно аффилированных с зарубежными государствами информационных площадках стремления закрепить в массовом сознании крымских татар образов «жертва-народ» и «жертва-трагедия», попытках его эксплуатации. Характерным примером является следующая формулировка: «Длительный геноцид крымских татар, начиная с 1783 года и его апогей - депортация 1944 года, вызвали чувство унижения и комплекс жертвы, который влияет на нашу повседневную жизнь. И это не только о чувстве «второсортности» или неуверенности в себе. Это о последствиях этого унижения, которое имеет вылиться либо в реализацию надежд, или в силовую победу» (<https://krymsos.com/en/poglyad-novogo-pokolinnya-koran-tradycziyi-ta-deportacziya-dvi-istoriyi-z-krymom-u-serczi-2/>). Здесь отчетливо прослеживается попытка закрепить в общественном сознании крымскотатарской общности позиционирования себя как жертвы и указания на единственно возможные пути преодоления этого состояния возможные пути преодоления этого состояния.

В рассмотренных материалах также присутствует дискурс борьбы, который прямо коррелирует с дискурсом депортации и способствует закреплению образа «жертва-герой», который продолжает свою борьбу. На аффилированных с зарубежными государствами ресурсах он проявляется через следующие формулировки: «Трехсотлетняя борьба между Российской империей и маленьким народом показала, что свободолюбивый мусульманский крымскотатарский народ не станет на колени ни перед кем, кроме Всевышнего. А у кого есть Вера, тот обязательно победит» (<https://ru.krymr.com/a/remzi-bekirov-pismo-iz-nevoli-na-koleni-tolko-pered-vsevyshnim/31256526.html>), где прямо указывается «враг» крымскотатарского народа. На отдельных аффилированных с Российской Федерацией площадках дискурс борьбы присутствует в безадресном формате в контексте борьбы за свою землю: «мы сильные, у нас за спиной 50 лет депортации, которую мы выдержали. Мы вернулись на свою Родину и будем до последнего продолжать бороться за нашу землю!» (<http://goloskrimanew.ru/sem-sudov-i-dvenadtsat-let-v-borbe-za-zemlyu.html>).

### **Заключение**

Таким образом, в рамках исследования был осуществлен анализ содержания информационных ресурсов, связанных с крымскотатарской проблематикой, с 2014 года. Проведенное исследование дало возможность выделить основные дискурсы проецирования факта депортации 1944 г. на конструирование виктимного восприятия крымскими татарами адаптации в российском политико-правовом пространстве.

Во-первых, это дискурсы продолжения политики депортации крымских татар со стороны Российской Федерации, в рамках которых в массовое сознание внедряется шаблон «гибридная депортация», что закрепляет состояние «жертвы» в массовом сознании крымскотатарской общности и стимулирует реализацию комплекса жертвы.

Во-вторых, это дискурсы проецирования факта депортации 1944 г. на виктимное восприятие крымскими татарами адаптации в политико-правовом пространстве Российской Федерации через критику мер государственной власти, направленных на восстановление прав крымскотатарского народа

К основным объектам критики, присутствующим в рассмотренных информационных ресурсах, относятся: требование предоставить крымским татарам национально-территориальную автономию, введение обязательного изучения языка и соответствующих предметов на крымскотатарском языке в учебных заведениях Крыма, возмещение материального ущерба, понесенного крымскими татарами вследствие депортации 1944 г., возвращение крымскотатарских топонимов. Отдельно можно выделить требования, связанные с претензиями на исключительный статус крымскотатарского народа: исключительное право крымских татар по отношению к представителям других народов, переселенным с территории Крымского полуострова, на статус репрессированного народа, на квотирование рабочих мест, квотирование мест в органах государственной власти и управления.

При этом указанные объекты критики идентичны как для ресурсов, аффилированных как с зарубежными государствами, так и с Российской Федерацией. В первом варианте возможность реализация прав крымских татар позиционируется как возможная только в контексте выхода Крыма из политико-правового пространства Российской Федерации и транслируется с ярко выраженным антироссийским контекстом. Во втором варианте доминирует дискурс невыполнения на региональном уровне власти обязательных мер, направленных на восстановление прав крымскотатарского народа, предусмотренных федеральной властью, в первую очередь Указом Президента Российской Федерации. Здесь постоянно подчеркивается лояльность крымских татар к российскому государству, но присутствует императивность предъявляемых в власти требований, которые могут озвучиваться в имплицитном формате.

В-третьих, это затрагивающие непосредственно факт депортации и роль крымских татар в Великой Отечественной войне. Здесь наиболее серьезным виктимизирующим потенциалом обладают обвинения Российской Федерации в целенаправленной стигматизации крымских татар, поощрении негативного отношения со стороны контактирующих этносов, которые в основном прослеживаются на аффилированных с зарубежными государствами ресурсах.

Через внедрение рассмотренных дискурсов факт депортации 1944 г. проецируется на современную действительность и способствует формированию виктимного восприятия крымскими татарами нахождения в политико-правовом пространстве Российской Федерации, конструированию и закреплению в массовом сознании крымских татар комплекса жертвы, основными составляющими которого являются образы «жертвы-народа», «жертвы-трагедии», «жертвы-героя». Кроме того, можно говорить о мифологизации процесса адаптации крымских татар в новой политической и социально-экономической реальности, что требует отдельного изучения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов А.В. Особенности развития и регулирования внутренних региональных конфликтов в Краснодарском крае и Крыму: сравнительный анализ // Управление региональными конфликтами в условиях цифровизации современного общества: методология и практики реализации: монография / под ред. Н.А. Шибановой. – Казань: Издательство Казанского университета, 2021. – С. 29-38.
2. Крым: 5 лет в России. Март 2019. URL: [http://wciom.ru/fileadmin/file/reports\\_conferences/2019/2019-03-4\\_WCIOM\\_CRIMEA.pdf](http://wciom.ru/fileadmin/file/reports_conferences/2019/2019-03-4_WCIOM_CRIMEA.pdf) (дата обращения: 29.03.2021).
3. «Межконфессиональный диалог в Крыму состоялся». Владимир Корягин. 09.04.2014. Gazeta.Ru. URL: [https://www.gazeta.ru/science/2014/04/09\\_a\\_5985353.shtml](https://www.gazeta.ru/science/2014/04/09_a_5985353.shtml) (дата обращения: 16.05.2021).
4. Муратова Э.С., Дюльберова Л.Я., Апселямова А.И. Крымские татары в условиях трансформации политического пространства. – Симферополь: ООО «Издательство Типография «Ариал», 2020. – 192 с.

5. Муратова Э.С. Память о депортации как фактор этнополитической мобилизации крымских татар // Управление региональными конфликтами в условиях цифровизации современного общества: методология и практики реализации: монография / под ред. Н.А. Шибановой. – Казань: Издательство Казанского университета, 2021. – С. 300-312.
6. Указ Президента РФ от 21 апреля 2014 г. № 268 «О мерах по реабилитации армянского, болгарского, греческого, крымскотатарского и немецкого народов и государственной поддержки их возрождения и развития» URL: <http://base.garant.ru/70641266/#friends> (дата обращения: 25.03.2021)
7. Сенюшкина Т.А. Этнологический мониторинг как элемент системы информационноаналитического обеспечения принятия управленческих решений: крымское измерение // Измерение культурного многообразия. Языковая ситуация, переписи, полевая этно статистика / ред. Мартынова М.Ю., Степанов В.В. – Москва: ИЭА РАН, 2019. – С.264-272.

### REFERENCES

1. Baranov A.V. Osobennosti razvitiya i regulirovaniya vnutrennih regional'nyh konfliktov v Krasnodarskom krae i Krymu: sravnitel'nyj analiz // Upravlenie regional'nymi konfliktami v usloviyah cifrovizacii sovremennogo obshchestva: metodologiya i praktiki realizacii: monografiya / pod red. N.A. SHibanovoj. – Kazan': Izdatel'stvo Kazanskogo universiteta, 2021. – S. 29-38.
2. Krym: 5 let v Rossii. Mart 2019. URL: [http://wciom.ru/fileadmin/file/reports\\_conferences/2019/2019-03-4\\_WCIOM\\_CRIMEA.pdf](http://wciom.ru/fileadmin/file/reports_conferences/2019/2019-03-4_WCIOM_CRIMEA.pdf) (data obrashcheniya: 29.03.2021).
3. «Mezhkonfessional'nyj dialog v Krymu sostoyalsya». Vladimir Koryagin. 09.04.2014. Gazeta.Ru. URL: [https://www.gazeta.ru/science/2014/04/09\\_a\\_5985353.shtml](https://www.gazeta.ru/science/2014/04/09_a_5985353.shtml) (data obrashcheniya: 16.05.2021).
4. Muratova E.S., Dyul'berova L.Y., Apselyamova A.I. Krymskie tatory v usloviyah transformacii politicheskogo prostranstva. – Simferopol': OOO «Izdatel'stvo Tipografiya «Arial», 2020. – 192 s.
5. Muratova E.S. Pamyat' o deportacii kak faktor etnopoliticheskoy mobilizacii krymskih tatar // Upravlenie regional'nymi konfliktami v usloviyah cifrovizacii sovremennogo obshchestva: metodologiya i praktiki realizacii: monografiya / pod red. N.A. SHibanovoj. – Kazan': Izdatel'stvo Kazanskogo universiteta, 2021. – S. 300-312.
6. Ukaz Prezidenta RF ot 21 aprelya 2014 g. № 268 «O merah po reabilitacii armyanskogo, bolgarskogo, grecheskogo, krymskotatarskogo i nemeckogo narodov i gosudarstvennoj podderzhki ih vozrozhdeniya i razvitiya» URL: <http://base.garant.ru/70641266/#friends> (data obrashcheniya: 25.03.2021)
7. Senyushkina T.A. Etnologicheskij monitoring kak element sistemy informacionnoanaliticheskogo obespecheniya prinyatiya upravlencheskih reshenij: krymskoe izmerenie // Izmerenie kul'turnogo mnogoobraziya. YAzykovaya situaciya, perepisi, polevaya etnostatistika / red. Martynova M.YU., Stepanov V.V. – Moskva: IEA RAN, 2019. – S.264-272. Analitichni zviti po Krimu. URL: <https://krymsos.com/reports/analitichni-zviti-po-krimu/> (data obrashhenija: 01.11.2020).

### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Маковская Дарья Владимировна** - кандидат политических наук, доцент, старший научный сотрудник кафедры «Международные отношения и зарубежное регионоведение» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Российская Федерация

**Makovskaya Daria Vladimirovna** -Candidate of Political Sciences, Associate Professor, Senior Researcher of the Department "International Relations and Foreign Regional Studies" of the Sevastopol State University, Sevastopol, Russian Federation

**Косов Геннадий Владимирович** - доктор политических наук, профессор, заведующий кафедрой «Международные отношения и зарубежное регионоведение» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Российская Федерация

**Kosov Gennady Vladimirovich** Doctor of Political Sciences, Professor, Head of the Department "International Relations and Foreign Regional Studies" of the Sevastopol State University, Sevastopol, Russian Federation

**Гарас Людмила Николаевна** - кандидат философских наук, доцент, доцент кафедры «Политические науки и философия» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Российская Федерация.

**Garas Lyudmila Nikolaevna** - Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of "Political Science and Philosophy" of the Sevastopol State University, Sevastopol, Russian Federation

Дата поступления в редакцию: 02.06.2021

После рецензирования: 23.08.2021

Дата принятия к публикации: 03.09.2021

А.К. Боташева [A.K. Botasheva]<sup>1</sup>,  
М.М. Абазалиева [M.M. Abazalieva]<sup>2</sup>

УДК 327.56  
DOI: 10.37493/2307-910X.2021.3.17.

## АФГАНИСТАН-2021 И ГЕОПОЛИТИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ РОССИИ

## AFGHANISTAN-2021 AND RUSSIA'S GEOPOLITICAL STRATEGY

<sup>1</sup> *Пятигорский государственный университет, Пятигорск, Россия, e-mail: [ab-ww@mail.ru](mailto:ab-ww@mail.ru)/  
Pyatigorsk State University, e-mail: [ab-ww@mail.ru](mailto:ab-ww@mail.ru)*

<sup>2</sup> *Северо-Кавказская государственная академия, e-mail: [abazalieva@mail.ru](mailto:abazalieva@mail.ru)/  
North Caucasus State Academy, e-mail: [abazalieva@mail.ru](mailto:abazalieva@mail.ru)*

### **Аннотация**

*Статья посвящена анализу событий, последовавших в Афганистане после вывода войск США.*

### **Материалы, методы, результаты и обсуждения**

*Актуальность подобных исследований обусловлена критически важными событиями, связанными с неудачными компаниями интернациональных контингентов, находившихся на территории Афганистана. Сформулирован ряд основных выводов: 1) США, потратив более полутора триллиона долларов, не смогли добиться внутривосточной стабилизации в Афганистане; 2) Афганистан грозит стать главным поставщиком комплексных угроз национальной безопасности России: международного терроризма, наркоторговли и неконтролируемых миграционных потоков; 3) «Талибан», пришедший к власти после ухода американских войск, остается радикальным-исламистским движением, правление которого будет означать симбиоз средневекового правления со тоталитарным светским, с элементами сближения с ИГ; 4) тем не менее, международное сообщество должно поддержать усилия России в признании талибов политической силой, так как на сегодня «Талибан» единственная внутривосточная сила, взявшая на себя обязательства сохранить мир и единство в Афганистане; 5) Россия остается главным ключевым геополитическим игроком, которая может инициировать и возглавить системный международный ответ на грядущую турбулентность в регионе.*

### **Заключение**

*Как справедливо заметила Мария Захарова, официальный представитель МИД России, ситуация в Афганистане – это результат «мыслительного процесса США», неудачный эксперимент американцев.. Поэтому на сегодняшний день Россия остается единственным главным геополитическим игроком в регионе, перед которым стоит исторически важная задача - обеспечить системный международный ответ на грядущую турбулентность в регионе*

**Ключевые слова:** Афганистан, США, НАТО, «Аль-Каида», «Талибан», Пакистан, Центральная Азия, международный терроризм, наркотрафик, миграционные потоки

### **Abstract**

*The article is devoted to the analysis of the events that followed in Afghanistan after the withdrawal of US troops.*

### **Materials, methods, results and discussions**

*The relevance of such studies is due to the critically important events associated with the unsuccessful companies of international contingents that were on the territory of Afghanistan. A number of main conclusions are formulated: 1) The United States, having spent more than one and a*

*half trillion dollars, could not achieve internal political stabilization in Afghanistan; 2) Afghanistan threatens to become the main supplier of complex threats to Russia's national security: international terrorism, drug trafficking and uncontrolled migration flows; 3) The Taliban, which came to power after the departure of the American troops, remains a radical Islamist movement, whose rule will mean a symbiosis of medieval rule with a totalitarian secular one, with elements of rapprochement with the IG; 4) nevertheless, the international community should support Russia's efforts to recognize the Taliban as a political force, since today the Taliban is the only domestic political force that has committed itself to preserving peace and unity in Afghanistan; 5) Russia remains the main key geopolitical player that can initiate and lead a systematic international response to the upcoming turbulence in the region.*

### **Conclusion**

*As Maria Zakharova, the official representative of the Russian Foreign Ministry, rightly noted, the situation in Afghanistan is the result of the "US thought process", an unsuccessful experiment of the Americans.. Therefore, today Russia remains the only major geopolitical player in the region, which faces a historically important task - to provide a systematic international response to the upcoming turbulence in the region*

**Key words:** Afghanistan, USA, NATO, Al-Qaeda, Taliban, Pakistan, Central Asia, international terrorism, drug trafficking, migration flows

Following a series of four coordinated terrorist attacks on New York on September 11, 2001, the 9/11 Commission investigating the incidents concluded that the attack on the peaceful city was conceived and carried out by al-Qaeda members (a terrorist organization banned in Russia). Al-Qaeda was founded in 1988, after the introduction of a limited contingent of Soviet troops into Afghanistan, and eventually grew into one of the largest ultra-radical international terrorist organizations. Al-Qaeda (translated from Arabic for "Basis") is originally a multinational group, the core of which is the Sunni Islamists. The task of the terrorists is to prevent the prosperity of Western civilization, since in the understanding of the Islamists this is a flawed society that threatens the spread of debauchery and jahiliyy throughout the world.

The West's response to the 9/11 attacks was not long in coming. On October 7, 2001, the United States, together with its allies, launched a military operation "Enduring Freedom" in Afghanistan, which lasted 13 years - until the end of December 2014. The operation was supported by the UN Security Council, creating the International Security Assistance Force (ISAF), which included military personnel from 48 countries, but the largest contingent of 140,000 soldiers was sent from the United States. The main task for both contingents was: the search and destruction of the international terrorist group Al-Qaeda and the militants of the Taliban movement (since 2003 the movement has been recognized as terrorist in Russia). The Taliban (translated from Pashto "disciples"), played and plays a key role in Afghanistan since 1994. This is a movement of the Pashtuns, who are the dominant ethnic group in Afghanistan, and who proclaimed their goal to build an ideal Islamic state based on the code of honor of the Pashtuns - Pashtunwali [1]. The latter in the controlled territories was implemented in the form of Sharia in its strictest understanding: all the achievements of science and technology, the Western way of life, education for the female part of the population were persecuted.

But the international forces in Afghanistan were unable to achieve their goals. According to RIA Novosti, over 13 years of operation in Afghanistan, 21,000 civilians and 2,300 NATO troops have died. Osama bin Laden, the leader of al-Qaeda, was killed in 2011, but the positions of the Taliban and al-Qaeda remain strong. Moreover, the Taliban were able to launch a powerful guerrilla war against foreign forces, regain their strength and launch an offensive against the coalition forces. In the spring of 2011, the eastern province of Afghanistan, Nuristan, turned into a "Taliban republic", and foreign troops were forced to leave their positions due to heavy losses, which gave rise to



the Taliban in 2012 to declare to the whole world about their victory over NATO troops. Despite military setbacks, at the end of September 2014, the main group of NATO's anti-terrorist coalition was withdrawn from Afghanistan, leaving less than 20,000 soldiers out of 139,000.

From January 1, 2015, NATO announced a new mission in Afghanistan, Resolute Support, which was positioned as non-combat and was supposed to assist the Afghan security forces in counter-terrorism operations. This mission was also unsuccessful - by the end of 2017, the Taliban already owned 13% of the country's territory (in 2015 - 7%) [7], which forced the American administration to make concessions and sit down at the negotiating table: on February 29, 2020, the United States and the Taliban signed an agreement under which the Taliban pledged to end terrorist and military activities, and the United States and its allies to withdraw troops within 14 months (by May 1, 2021). The American contingent was gradually withdrawn, leaving 2.5 thousand people by January 2021. The number of participants in the NATO non-combat mission, as of February 2021, was about 10 thousand from 36 participating countries [7].

The postponement by the new head of the White House of the date for the withdrawal of troops from May 1, 2021 to September 11, 2021, the Taliban leaders considered a gross violation of the agreement, and in early August 2021, the movement's supporters launched a successful attack on government forces in Afghanistan. Paradoxically, it was only when most of Afghanistan was captured by the Taliban on August 6, that the White House thought about an emergency evacuation of the embassy staff, and on August 12 it was decided to send 3,000 US marines and soldiers to the airport and begin an urgent evacuation of American citizens.

Disorganization and lack of understanding of the internal political situation in Afghanistan on the part of the American administration manifested itself in the decision of the US Department of State Press Secretary to leave the US Embassy in Kabul open. And only on August 14, by a strong-willed decision of the US Secretary of Defense, the embassy was urgently evacuated. The next day, Kabul was taken by the Taliban without a fight and the Taliban published a photo from the presidential palace. [14] The day before, Afghan President Ashraf Ghani fled the country to the UAE, where the president and his family were granted asylum for humanitarian reasons. RIA Novosti reported that according to the diplomatic mission in Afghanistan, "Ghani's four cars were filled with money, they tried to shove another part of the money into a helicopter, but not everything fit. And part of the money was left lying on the take-off field" [4]. Former Vice President of Afghanistan Amrullah Saleh declared himself acting head of state and announced his support for the resistance to radicals. Thus, we are talking about events that "make us rethink the previous understanding of political stability and the configuration of the factors that provide it" in the region [5, 358].

The opposition to the Taliban, organized in the northern province of Panjshir, has been led by Ahmad Masud, the son of the famous warlord of the anti-Taliban Northern Alliance, Ahmad Shah Massoud, who was killed by terrorists 20 years ago. "We have resisted the USSR, we will be able to provide it to the Taliban," the RIA Novosti news agency quoted Masud's interview to the Al Arabiya channel [17]. Ahmad Masood, supported by leaders of national minorities, issued a statement that the truce requires, first of all, respect for the civil rights of Afghans and the creation of an inclusive government.

As of this writing, Panjer remains the only province outside of Taliban control. But we assume that, despite the statements of the Taliban about their readiness to create an inclusive coalition government and a general amnesty for government officials, to preserve freedom of the media, etc. [16], there is no reason to count on such steps from the Taliban: the Taliban will retain all key posts, and the understanding of civil rights in these two camps is completely different. The statements of the Taliban representatives about the amnesty are nothing more than statements, since the West in the eyes of the Islamists was and remains the number one enemy. Accordingly, everyone who collaborated with the enemies is traitors, and the Taliban intend to forgive traitors only in words. So, on June 16, 2021, 22 Afghan army special forces were surrounded in Faryab province and laid

down their arms, believing the Taliban's calls to surrender in order to save their lives. The Taliban shot them all. Another illustrative example of "peaceful intentions" and assurances from the Taliban that they will not execute civilian specialists is the targeted hunt for the translator Sohail Pardis, who collaborated with the US Army. For several weeks he received threatening letters, as a result, the young man was dragged out of the car and his head was cut off [15]. The American HIIDE devices that have fallen into the hands of the Taliban - gadgets for identifying individuals with the base of Afghans who collaborated with the United States - unfortunately give reason to assume that public executions will continue. We are talking about at least 18,000 thousand people whose lives depend on the loyalty of a terrorist organization.

The Taliban, like all radical Islamist movements, are distinguished by their intolerance towards secular lifestyles, other religions or other interpretations of Islam. The first period of their power in Afghanistan was remembered for the closure of schools, beatings of women who appeared on the street without a husband or mahram, as well as the introduction of severe punishments with cutting off of hands and other medieval legal proceedings [3]. However, the public executions in Kabul, the beheading of opponents and the killing of Afghan women "for breaking the rules" in 2021 also testify to the Taliban's commitment to implanting radical fundamentalism.

As the Afghan Ambassador to Tajikistan M. Zohir Agbar stated on September 1, 2021, the Taliban today consists of members of various international terrorist organizations [1]. At the same time, the military potential of the Taliban, which was already unacceptably high, will grow exponentially, thanks to the US military equipment and weapons abandoned by \$ 85 billion. According to US Congressman Jim Banks, more than 75,000 cars, 200 aircraft and helicopters, and up to 600,000 units of small arms and light weapons were transferred to the militants. According to the congressman, the Taliban now have more Black Hawk helicopters than some of the NATO countries. [2]

The world community is even more concerned about the activation in Afghanistan of Vilayat Khorasan, the Central Asian branch of the Islamic State (IS, banned in Russia). The Taliban said they would not allow Afghanistan to become a safe haven for international terrorists, however, according to a recent UN report, al-Qaeda supporters are present, with Taliban consent, in at least 15 Afghan provinces. [12] Moreover, the Taliban released hundreds of ISIS members from prisons. The terrorist attacks on August 26 in Kabul (200 people died, more than 1,000 injured [18]), for which the Islamic State terrorist group claimed responsibility, suggest that terrorists are gaining strength and terrorist attacks will continue on a more frequent basis. Additionally, there are concerns about the possibility of radicals disguised as refugees to infiltrate into Russia, Europe and other countries. This problem will acquire an unprecedented urgency for the national security of many countries.

The Taliban, who today stand for an uncompromising struggle against ISIS, in the mid-90s recognized Ichkeria, created by Chechen separatists, providing them with all-round assistance; in the fall of 1995, they seized a Russian IL-76 aircraft, whose crew of seven had been in captivity for more than a year [7]; In February 2000, the Taliban addressed the Muslim world with a statement declaring a "holy war" on Russia, and this statement has not yet been withdrawn [7]. As a result, on February 14, 2003, the Taliban was recognized by the Supreme Court of the Russian Federation as a terrorist organization, whose activity on the territory of Russia is prohibited.

But the specificity of the historical development is such that representatives of the Taliban today declare that they are ready to discuss the political structure of the state with other Afghans. Taliban representatives visited Moscow several times for negotiations, and the last time the Taliban delegation arrived in Moscow was in July 2021 [7]. After negotiations with the Taliban, Russian Foreign Minister Sergei Lavrov sent very important signals to the Afghan leadership, urging the authorities in Kabul to start negotiations as soon as possible with the Taliban, as an influential part of Afghan society, and not try to "keep uncertainty as long as possible" [10]. But the appeals of the Russian side were never heard by the Afghan side.

The assumptions that the American military "fled, leaving behind all military equipment" are, in our opinion, naive. This is a deliberately planned action to create chaos in the region, export radicalism to the north. Consequently, the strengthening of Russia's influence in the countries of Central Asia and the strengthening of cooperation with India and China are becoming one of the main foreign policy agendas. Also, comprehending Islamabad as an agent that historically supported the Taliban in the sabotage and terrorist struggle against the United States and NATO, actualizes diplomatic points of contact with Pakistan in order to develop a common vector of influence on the Taliban. In addition, despite the fact that the Taliban today declares peaceful intentions and denial of ISIS, the likelihood of Afghanistan becoming a new base of international terrorism is high. sides of the international community. On the other hand, as Russian researchers write, "the UN, Interpol, Europol, and non-governmental international organizations have taken over the coordinating international legal functions in the fight against international terrorism. However, until now, neither at the national nor at the international level, the problems of combating terrorism are closely united with the issues of combating drug addiction and organized crime"[11, 6]. The presence of an international contingent on the territory of Afghanistan, the bombing of heroin laboratories and billions of dollars spent on combating Afghan drug trafficking did not reduce the drug resource of Afghanistan, therefore, it is equally important, in cooperation with other international partners, to strengthen the opposition to the production and smuggling of drugs from the territory of Afghanistan, which will undoubtedly increase.

The leader of the Afghan resistance, Ahmad Massoud, said that Russia today is the only state that can help create an inclusive government in Afghanistan. [1] In this regard, Foreign Minister Sergei Lavrov noted that Moscow is interested in the resumption of negotiations with the participation of all political, ethnic, and confessional forces of Afghanistan [9]. Considering that in recent years the Russian side perceived the Taliban as a "part of Afghan society" (S. Lavrov) and conducted negotiations with them, the message of possible influence on the new government in Afghanistan is laid, and during negotiations Russia can take a leading position in organizing a negotiation process and during negotiations with other international partners.

As Maria Zakharova, the official representative of the Russian Foreign Ministry, rightly noted, the situation in Afghanistan is the result of the "US thought process", an unsuccessful experiment of the Americans [6]. Therefore, today Russia remains the only major geopolitical player in the region facing the historically important task of providing a systemic international response to the impending turbulence in the region.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Афганский посол назвал талибов группировкой международных террористов. URL: <https://iz.ru/1215335/2021-09-01/afganskii-posol-nazval-talibov-gruppirovkoi-mezhdunarodnykh-terroristov> (дата обращения 30.08.2021)
2. Британское издание: США «вооружили» талибов на 85 млрд. долларов. URL: <https://topwar.ru/186518-britanskoe-izdanie-ssha-vooruzhili-talibov-na-85-mlrd-dollarov.html> (дата обращения 29.08.2021)
3. Во что верит "Талибан", или Идейная доктрина террориста. URL: <https://tj.sputniknews.ru/20210827/istoriya-talibana-taliby-shiity-sunnity-1041936065.html> (дата обращения 21.08.2021)
4. Гани бежал из Кабула, набив деньгами вертолет, заявило посольство России. URL: <https://ria.ru/20210816/gani-1745893352.html> (дата обращения 21.08.2021)
5. Данилова Е.С., Боташева А.К. Политическая стабильность: параметры, коннотации, конфигурация обеспечивающих факторов // Вестник Пятигорского государственного лингвистического университета. 2005. № 2. С. 358-362.
6. Захарова: обе сражающиеся в Афганистане силы являются результатом эксперимента США. URL: <https://tass.ru/politika/12132425> (дата обращения 01.09.2021)

7. История присутствия иностранных войск в Афганистане с 2001 года. URL: <https://tass.ru/info/11280267> (дата обращения 30.08.2021)
8. История отношений России с талибами. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4947089> (дата обращения 30.08.2021)
9. Лавров сожалеет о решении талибов «урегулировать ситуацию» силой. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4945178?tg> (дата обращения 01.09.2021)
10. Лавров назвал представителей талибов "вменяемыми людьми". URL: <https://ria.ru/20210723/lavrov-1742529842.html> (дата обращения 30.08.2021)
11. Медведев Н.П., Боташева А.К. Борьба с терроризмом на Северном Кавказе: проблемы и приоритеты // Власть. 2009. С. 3-7.
12. Обещания «Талибана»: свобода в рамках шариата. URL: <https://tass.ru/mezhdunarodnaya-panorama/12158913> (дата обращения 01.09.2021)
13. Оришев А.Б. «Пуштунвали» - история жизни и философия пуштунов // Вестник экспериментального образования. 2015. № 2 (22). С. 22-32.
14. «Ошибка за ошибкой»: как вывод американских военных из Афганистана привел к катастрофе. URL: [https://tvrain.ru/teleshov/notes/oshibka\\_za\\_oshibkoj\\_kak\\_vyvod\\_amerikanskih\\_voennyh\\_iz\\_afganistana\\_privel\\_k\\_katastrofe-536648/](https://tvrain.ru/teleshov/notes/oshibka_za_oshibkoj_kak_vyvod_amerikanskih_voennyh_iz_afganistana_privel_k_katastrofe-536648/) (дата обращения 01.09.2021)
15. Охота на гражданских: Какие казни готовят талибы для брошенных союзников США. URL: <https://life.ru/turbopages.org/life.ru/s/p/1429824> (дата обращения 28.08.2021)
16. РИА НОВОСТИ: Игорь Моргулов: не следует драматизировать обстановку в Афганистане. URL: <https://ria.ru/20210901/morgulov-1748145758.html> (дата обращения 30.08.2021)
17. Россию записали в умиротворители. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4955764> (дата обращения 30.08.2021)
18. Число жертв взрывов в Кабуле возросло до 200 человек. URL: <https://ria.ru/20210827/afganistan-1747596973.html> (дата обращения 29.08.2021)

## REFERENCES

1. Afganskij posol nazval talibov gruppirovkoj mezhdunarodnyh terroristov. URL: <https://iz.ru/1215335/2021-09-01/afganskii-posol-nazval-talibov-gruppirovkoi-mezhdunarodnykh-terroristov> (data obrashcheniya 30.08.2021)
2. Britanskoe izdanie: SSHA «vooruzhili» talibov na 85 mlrd. dollarov. URL: <https://topwar.ru/186518-britanskoe-izdanie-ssh-vooruzhili-talibov-na-85-mlrd-dollarov.html> (data obrashcheniya 29.08.2021)
3. Vo chto verit "Taliban", ili Idejnaya doktrina terrorista. URL: <https://tj.sputniknews.ru/20210827/istoriya-talibana-taliby-shiity-sunnity-1041936065.html> (data obrashcheniya 21.08.2021)
4. Gani bezhal iz Kabula, nabiv den'gami vertolet, zayavilo posol'stvo Rossii. URL: <https://ria.ru/20210816/gani-1745893352.html> (data obrashcheniya 21.08.2021)
5. Danilova E.S., Botasheva A.K. Politicheskaya stabil'nost': parametry, konnotacii, konfiguraciya obespechivayushchih faktorov // Vestnik Pyatigorskogo gosudarstvennogo lingvisticheskogo universiteta. 2005. № 2. S. 358-362.
6. Zaharova: obe srazhayushchiesya v Afganistane sily yavlyayutsya rezul'tatom eksperimenta SSHA. URL: <https://tass.ru/politika/12132425> (data obrashcheniya 01.09.2021)
7. Istoriya prisutstviya inostrannyh vojsk v Afganistane s 2001 goda. URL: <https://tass.ru/info/11280267> (data obrashcheniya 30.08.2021)
8. Istoriya otnoshenij Rossii s talibami. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4947089> (data obrashcheniya 30.08.2021)

9. Lavrov sozhaleet o reshenii talibov «uregulirovat' situaciyu» siloj. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4945178?tg> (data obrashcheniya 01.09.2021)
10. Lavrov nazval predstavitelej talibov "vmenyaemymi lyud'mi". URL: <https://ria.ru/20210723/lavrov-1742529842.html> (data obrashcheniya 30.08.2021)
11. Medvedev N.P., Botasheva A.K. Bor'ba s terrorizmom na Severnom Kavkaze: problemy i priority // Vlast'. 2009. S. 3-7.
12. Obeshchaniya «Talibana»: svoboda v ramkah shariata. URL: <https://tass.ru/mezhdunarodnaya-panorama/12158913> (data obrashcheniya 01.09.2021)
13. Orishev A.B. «Pushtunvali» - istoriya zhizni i filosofiya pushtunov // Vestnik eksperimental'nogo obrazovaniya. 2015. № 2 (22). S. 22-32.
14. «Oshibka za oshibkoj»: kak vyvod amerikanskih voennyh iz Afganistana privel k katastrofe. URL: [https://tvrain.ru/teleshov/notes/oshibka\\_za\\_oshibkoj\\_kak\\_vyvod\\_amerikanskih\\_voennyh\\_iz\\_afganistana\\_privel\\_k\\_katastrofe-536648/](https://tvrain.ru/teleshov/notes/oshibka_za_oshibkoj_kak_vyvod_amerikanskih_voennyh_iz_afganistana_privel_k_katastrofe-536648/) (data obrashcheniya 01.09.2021)
15. Ohota na grazhdanskih: Kakie kazni gotovyat taliby dlya broshennyh soyuznikov SSHA. URL: <https://life-ru.turbopages.org/life.ru/s/p/1429824> (data obrashcheniya 28.08.2021)
16. RIA NOVOSTI: Igor' Morgulov: ne sleduet dramatizirovat' obstanovku v Afganistane. URL: <https://ria.ru/20210901/morgulov-1748145758.html> (data obrashcheniya 30.08.2021)
17. Rossiya zapisali v umirotvoriteli. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4955764> (data obrashcheniya 30.08.2021)
18. CHislo zhertv vzryvov v Kabule vozroslo do 200 chelovek. URL: <https://ria.ru/20210827/afganistan-1747596973.html> (data obrashcheniya 29.08.2021)

#### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Боташева Асият Казиевна**, доктор политических наук, доцент, профессор кафедры журналистики, медиакоммуникаций и связей с общественностью Института международных отношений Пятигорского государственного университета; тел.: 89614833806; E-mail: [ab-ww@mail.ru](mailto:ab-ww@mail.ru)

**Botasheva Asiyat Kazievna**, doctor of political science, associate Professor, Professor of the Department of journalism, media communications and public relations Of the Institute of international relations of Pyatigorsk state University; Phone: 89614833806; E-mail: [ab-ww@mail.ru](mailto:ab-ww@mail.ru)

**Абазалиева Мадина Мухтаровна**, кандидат политических наук, доцент, доцент кафедры философии и гуманитарных дисциплин Северо-Кавказской государственной академии; тел.: 89283921456; E-mail: [abazalieva@mail.ru](mailto:abazalieva@mail.ru)

**Abazalieva Madina Mukhtarovna**, candidate of political Sciences, associate Professor, Professor of philosophy and humanitarian disciplines of North Caucasian state Academy; Phone: 89614833806; E-mail: [abazalieva@mail.ru](mailto:abazalieva@mail.ru)

Дата поступления в редакцию: 02.06.2021

После рецензирования: 23.08.2021

Дата принятия к публикации: 03.09.2021

О.И. Оськина [O.I. Oskina]<sup>1</sup>  
И.Н. Лисянский [I. N. Lisyansky]<sup>2</sup>

УДК: 324

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.3.18..

**ПОЛИТИЧЕСКАЯ КОРРУПЦИЯ  
КАК ФАКТОР ВЛИЯНИЯ НА  
УСТОЙЧИВОСТЬ  
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ  
ПОЛИТИЧЕСКИХ ИНСТИТУТОВ**

**POLITICAL CORRUPTION AS A FACTOR  
OF INFLUENCE ON THE STABILITY OF THE  
FUNCTIONING OF MODERN POLITICAL  
INSTITUTIONS**

<sup>1</sup>Астраханский государственный университет/Astrakhan State University, e-mail: [oskina\\_olga@mail.ru](mailto:oskina_olga@mail.ru)

<sup>2</sup>ЧОУ ВО «Международный юридический институт»/  
CHOU VO "Moscow Law Institute"

**Аннотация**

*Проблема политической коррупции относится к числу актуальных проблем современных государств. В меняющихся условиях и перманентных кризисов, особое внимание привлекают политические институты, способные эффективно им противостоять. Эффективность политического управления складывается из результативности и целенаправленности взаимодействий общества и государственной власти.*

**Materials, methods, results and discussions**

*Статья посвящена исследованию политической коррупции, выступающей фактором влияния на устойчивость функционирования современных политических институтов. Авторы указывают на актуальность данной проблематики, в связи с реализацией концепции устойчивого развития в России, анализируют понятийный ряд, выделяют формы политической коррупции.*

**Заключение**

*Авторы приходят к выводу, что демократическая система управления государством, является более устойчивой и эффективной, в условиях снижения политической коррупции, обладает большими возможностями решения общественных проблем на основе конструктивного диалога и принципов устойчивого развития.*

**Ключевые слова:** Политическая коррупция, публичная политика, концепция устойчивого развития, эффективное государство, государственное управление, качество жизни, клиентелизм.

**Abstract**

*The problem of political corruption is one of the urgent problems of modern States. In changing conditions and permanent crises, political institutions capable of effectively countering them attract special attention. The effectiveness of political management consists of the effectiveness and purposefulness of interactions between society and the state authorities.*

**Materials, methods, results and discussions**

*The article is devoted to the study of political corruption, which acts as a factor of influence on the stability of the functioning of modern political institutions. The authors point out the relevance of this problem in connection with the implementation of the concept of sustainable development in Russia, analyze the conceptual problems, identify the forms of political corruption.*



### **Conclusion**

*The authors come to the conclusion that the democratic system of government is more stable and effective, in terms of reducing political corruption, has greater opportunities to solve public problems on the basis of constructive dialogue and the principles of sustainable development.*

**Key words:** Political corruption, public policy, the concept of sustainable development, effective government, public administration, quality of life, clientelism.

### **Introduction**

The problem of political corruption is one of the urgent problems of modern states. In changing conditions and permanent crises, special attention is attracted by political institutions that can effectively resist them. The effectiveness of political governance is the result of the effectiveness and purposefulness of interactions between society and government. In conditions of political instability, the problem of the stability of the state apparatus and its ability to carry out its functions in accordance with the situation increases significantly. Scientists record a variety of factors influencing this ability of political institutions and the political elite [1], among the most influential are: common legal management culture, unity of political and legal space, basic values, strategic goals of the state, legitimate and illegitimate practices based on a stable level of public support and trust.

### **Results and discussion**

Numerous requirements are imposed on modern political institutions for sustainability and efficiency of functioning. This has acquired particular relevance in the new conditions of the spread of the pandemic, when all political and administrative structures were faced with a global challenge for compliance. Public administration is often understood as the process of implementing public policy through the established system of government bodies, vertically oriented, in which state and power powers are delegated from top to bottom. It is important to note that public administration is focused primarily on the regulation of the field of public relations of a public nature. In this regard, recently, the term "public policy" has become widespread in the English language. American politician D. Anderson [2] defines public policy as "produced by government officials and authorities and affecting a significant number of people," that is, we are talking about certain actions of government agencies in the process of developing, adopting and implementing a state policy.

Stability and efficiency of management are attracting more and more attention of researchers and current politicians in the context of the implementation of the concept of sustainable development in Russia. The fundamental principles of Russia's transition to sustainable development are reflected in the "Concept for the transition of the Russian Federation to sustainable development", adopted by the Decree of the President of the Russian Federation in 1996, which is aimed at "capacity to meet the needs of present and future generations of people. The Sustainable Development Goals were part of the Long-term strategy for the country's socio-economic development until 2020, which was extended in certain areas due to the identified deviations from the planned values, in order to make more effective management decisions. In connection with the shortcomings and problems in the implementation of Strategy 2020, as its continuation in 2018, the President of the Russian Federation signed a decree "On national goals and strategic objectives for the development of the Russian Federation for the period up to 2024" [3], thereby the key tasks were postponed to a later term until 2024. For us, the 5th section of the Strategy "Effective State" is of particular interest, where special attention is paid to the development of public institutions and optimization of the state's presence in the system of public interaction.

In this regard, in the context of the implementation of the concept of sustainable development, an urgent need becomes the need to bring such principles and methods of political management that would correspond to the requirements of the changing political system and the increasingly diverse interests and needs of the population. The public policy pursued in these conditions

should become more and more competent, ensuring the effective implementation of the basic functions of the state with the simultaneous implementation of constant feedback with all social strata and groups existing in society. Only in this case, public policy becomes an important means of public administration, which is increasingly focused on de-bureaucratizing the adoption and implementation of managerial decisions. At the same time, it becomes possible to actively involve citizens in various procedures for discussing and adopting managerial changes, which fully corresponds to the provisions of Strategy 2020 on the development of public institutions [4].

Recently, the concept of quality of life, which is directly related to an effective state and management, has been more and more actively introduced into the research turnover. There are many different organizations in the world that are constantly researching the quality of life and national happiness. Thus, the World Happiness Index [5] is considered influential and authoritative. The World Happiness Report is an annual report published by the UN Sustainable Development Solutions Network. The 2020 Global Happiness Report focuses on the environment - social, urban and natural. An important indicator of happiness is high trust in people and state institutions, for calculating the level of happiness, GDP per capita, social support and perceptions of corruption are also of great importance. As in 2019, Finland topped the ranking of the happiest countries, followed by Denmark. Switzerland came in third. Russia, unlike its neighbors - Kazakhstan, which raised its rating by +10: 2020 (50th place), 2019 (60th place) and Belarus +6: 2020 (75th place), 2019 (81st place), dropped by 5 positions in ranking 73rd in 2020 from 68th in 2019.

In recent years, one of the most significant indicators for assessing living standards is the Legatum Institute's Prosperity Index (The Legatum Prosperity Index, 2006), which measures the achievements of states in terms of their well-being and prosperity. The index is compiled on the basis of many different indicators, combined in nine categories that reflect various aspects of society and parameters of public welfare: economy, entrepreneurship, management, education, health care, security, personal freedoms, social capital and the environment.

Table 1 - Ranking of prosperity of the countries of the world [6]  
(as of November 2020)

No	country	rating position	prosperity index
1	Denmark	1	84,4
2	Norway	2	83,8
3	Switzerland	3	83,3
4	Sweden	4	83,1
5	Finland	5	83,1
6	Netherlands	6	82,0
7	New Zealand	7	81,1
8	Germany	8	81,1
9	Luxembourg	9	81,0
10	Austria	10	80,4
11	Qatar	45	66,5
12	Russia	76	58,0

Despite the relativity of these ratings, for a number of indicators of this kind, comparative studies allow us to draw promising conclusions and identify vulnerable positions.

The most significant obstacle to the formation of an effective state and sustainable development is undoubtedly political corruption. It should be noted that political corruption is a kind of corruption as a social phenomenon, and today in science it is represented by diverse approaches and de-finances. Political corruption in Russia and in the world is a completely independent phenomenon, which is characterized by the purposefulness of achieving personal or group political interests and tasks through various forms of influence on political institutions, structures, personalities of individual politicians [7, p.175-179]. Professor Yu.A. Nisnevich notes the close relationship of political activity with corruption in the form of illegal financing of election and other political cam-



paigns, and defines political corruption as the use by a person holding a public office of the state power and rights entrusted to him, official position and status in the system of state power, the status of the body of state power, which it represents, for the purpose of unlawful extraction of personal and (or) group, including in favor of third parties, political gain (political enrichment) [8, p.194].

M.P. Gurov and Primakin A. I., characterizing the political corruption of Russia, expresses the following consideration: “the essence of corruption is that it distorts social, economic, political and legal relations on the basis of informal relations, destroys the normal order of things in society, as a result of which the authorities are discredited in the eyes of society and a real threat to the security of society and the state is created” [9].

In the attitudes of Russian citizens, the fight against corruption is significantly superior in importance to both “economic reforms aimed at overcoming the oil and gas dependence of the Russian economy” (42% supported them), and “the development of science, education, health care, culture” (37 %), and even “strengthening the country's defense capability” (28%). The data were obtained during the implementation of the next wave of monitoring by the IS RAS in the fall of 2017, where respondents, answering the question: “What changes do you think modern Russia needs?”, Most often (51% of answers) chose the option “strengthening of social justice, a tough fight against corruption in the upper echelons of power” [10].

Western researchers [11] additionally note that political corruption is deviant political behavior, expressed in the illegitimate use of state resources by the dominant political elite in order to strengthen their power or enrich themselves.

The Corruption Perceptions Index 2020 (CPI) study shows that even in the most developed countries there is a stagnation in the fight against corruption. Transparency International has published the Corruption Perceptions Index (CPI) for 2020. Half of the countries' positions in the index have remained virtually unchanged over the past ten years, indicating that governments' efforts to root out the underlying causes of corruption have stalled, experts from Transparency International say. Denmark and New Zealand are leading in the index, gaining 88 points each. Among the CIS countries and the geographical neighbors of Russia, Armenia made the biggest leap in a year - from 42 points to 49 (while in the index for 2018 it scored 35 points). Kazakhstan significantly improved its indicators - from 34 to 38 points. Ukraine received three points more than in 2019 (33 points). Belarus (47 points) and Moldova (34 points) scored two points more than last time. Kyrgyzstan and Uzbekistan scored one point more (31 and 26 points, respectively). The indices of Georgia (56 points), Tajikistan (25 points) and Turkmenistan (19 points) remained unchanged. Russia scored 30 points out of 100 and took 129th place out of 180. Azerbaijan, Gabon, Malawi and Mali scored the same number [12].

According to the conclusions made by domestic experts, the basis of political corruption is an unofficial, uncontrolled exchange of resources between the power elites and other structures of society. At the disposal of the ruling elite are the main types of state resources: symbolic (national anthem, flag, coat of arms and other signs of state symbols); power-administrative and material (budgetary funds, control over the economy and natural resources, monetary tax and customs policy, etc.). These resources, based on the group goals of the political elite, can be exchanged for resources of a different kind: political support or material benefits, and not all types of such corruption can be defined as offenses [9].

Shedi MV, suggests highlighting the following forms of political corruption [13] such as: corruption lobbying; corrupt favoritism; corrupt protectionism; secret political contributions; election fees followed by the payment of government offices, etc. In addition, the varieties of political corruption include electoral (electoral) corruption, which is the activity of interested parties aimed at buying and selling power, buying votes in direct or veiled form. Electoral (electoral) corruption is carried out during election campaigns, is applied to fixed groups of voters (gifts and other material benefits), can manifest itself in latent forms, for example, through targeted distribution of money allocated from the budget to local authorities for public needs in order to win the sympathy of voters, etc.

In addition, in a number of political studies, political patronage and clientism are also considered forms of manifestation of political corruption. It seems to us that it is impossible to reduce patronage and clientelism to political corruption, due to deep cultural traditions [14] that give rise to this social institution and the system of relations. Clientelism, like corruption, has no universally accepted definition due to the complexity of this social phenomenon. Clientelism is understood as a social phenomenon characterized by the formation of specific relations of domination, statehood and subordination [15]. In these relations, one of the parties (patron) is patronizing, the other (client) is patronized. Clientelism in politics, of course, can be accompanied by the tutelage of politicians from the elected lower structures, the creation of the most favorable conditions for them in exchange for personal loyalty and political support. However, this is a manifestation, first of all, of the peculiarities of the political culture of the subject type, according to the typology of G. Almond. In the system of patron-client relations, the protection of clients is carried out on the basis of appropriate open, public or tacit agreements between them. Clients, in turn, facilitate the activities of their patrons. Such relations can be both official and informal, semi-legal. Moreover, such relations, as a rule, are characterized by mutual solidarity, sympathy and support of the parties to each other [16].

Clientelism manifests itself in a relationship of personal dependence, which is reinforced by the asymmetry of statuses and resources. This contributes to the entrenchment of the practice of distributing positions, which is based on the principle of political loyalty, which significantly reduces the effectiveness of the management system as a whole and stops the possibilities of a democratic personnel policy based on the principles of competition and professionalism. This circumstance brings the functioning of the phenomenon of clientelism closer to the negative consequences of political corruption, since they have a number of coinciding characteristics: reciprocity and informality, exploitation and voluntariness / coercion of relations and, of course, their “semi-legality”. Clientelism creates a breeding ground for the reproduction of corrupt practices. It is they that make it possible to most effectively and quickly solve the problems of the population, when interacting with the institutions of power, in the conditions of the low ability of the latter to resolve emerging issues in a legal way. This contributes to adaptation, reproduction and further entrenchment of corruption relations, reduction of social opposition. Of course, these practices do not contribute to the spread of responsible democratic procedures and, in general, reduce the effectiveness of management and objective decision-making.

### Conclusions

The democratic system of government in the modern sense implies the development of publicity, which is found in the expansion of the participation of citizens and civil society structures in the preparation, adoption, execution of decisions and control over their implementation. In this sense, the democratic system of state governance is considered as more stable and effective, with the potential to reduce bureaucratic restrictions, corruption schemes, due to its greater openness, transparency and mobility, as well as the ability to solve social problems based on constructive dialogue and the principles of sustainable development. This means that it is necessary to make consistent efforts towards the development of legal and political culture, overcoming clientelism and stopping corrupt practices.

### REFERENCES

1. Efremova O.V. Faktory effektivnosti gosudarstvennogo i municipal'nogo upravleniya v usloviyah politicheskikh krizisov // Vestnik gosudarstvennogo i municipal'nogo upravleniya. 2017. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/factory-effektivnosti-gosudarstvennogo-i-munitsipalnogo-upravleniya-v-usloviyah-politicheskikh-krizisov> (data obrashcheniya: 03.07.2021).
2. Anderson, D. Publichnaya politika: vvedenie / D. Anderson // Publichnaya politika: ot teorii k praktike / N. YU. Danilov, O. YU. Gurova, N. G. ZHidkova. Spb., 2008. S. 11-34.
3. Ukaz Prezidenta RF ot 07.05.2018 N 204 (red. ot 21.07.2020) «O nacional'nyh celyah i strategicheskikh zadachah razvitiya RF na period do 2024 goda» <https://bazanpa.ru/prezident-rf-ukaz-n204-ot07052018-h4039057/> (data obrashcheniya 6.05.2021)

4. Babosova E. S. *Konceptualizaciya ponyatiya «Publichnaya politika» // Sociologicheskij al'manah*. 2013. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptualizatsiya-ponyatiya-publichnaya-politika> (data obrashcheniya: 07.05.2021).
5. *Vsemirnyj doklad o schast'e 2020. Rejting schast'ya po stranam*. 20.03.2020. // *World Happiness Report 2020*. URL: <https://theworldonly.org/indeks-schastya-2020/>
6. *Rejting procvetaniya stran mira. The Legatum Institute: The Legatum Prosperity Index 2020*. <https://gtmarket.ru/ratings/legatum-prosperity-index> (data obrashcheniya 06.05.2021)
7. Rouz-Akkerman S. *Korrupciya i gosudarstvo. Prichiny, sledstviya, reformy*. M.: Logos, 2003.
8. Nisnevich YU.A. *Politicheskaya korrupciya: opredelenie, formy proyavleniya, mekhanizm i resursy // V kn.: Tekhnologizaciya politicheskikh processov v usloviyah globalizacii: teoriya, opyt, perspektivy. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Moskva 19 oktyabrya 2012 g. / Pod obshch. red.: V.I. Kamysheva, O.E. Grishina. - M.: Federaciya mira i soglasiya, 2012. S. 193-201.*
9. Gurov M. P., Primakin A. I. *Korrupciya v sovremennoj Rossii kak ugroza bezopasnosti gosudarstva: istoriya i sovremennost' // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta MVD Rossii*. 2011. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/korruptsiya-v-sovremennoj-rossii-kak-ugroza-bezopasnosti-gosudarstva-istoriya-i-sovremennost> (data obrashcheniya: 13.05.2021).
10. Latov YU.V. *Korrupciya v zerkale obshchestvennogo mneniya rossiyan: problemy, protivorechiya, paradoksy // Journal of Institutional Studies*, 2019, 11(4). S.40-60
11. Mark Philp *Conceptualizing Political Corruption // Political corruption: concepts & contexts/ Arnold J. Heidenheimer Michael Johnston., Edition 3.Part I. § 3. p. 27-44.*
12. *Rossiya v Indekse vospriyatija korrupcii-2020: 30 ballov i 129 mesto. // Doklad Transparency International*. 28.01.2021. URL: <https://transparency.org.ru/research/indeks-vospriyatija-korruptsii/rossiya-v-indekse-vospriyatija-korruptsii-2020-30-ballov-i-129-mesto.html>
13. SHedij, M.V. *Tipologiya korrupcii i osnovnye modeli korrupcionnyh strategij povedeniya // Nauchnye vedomosti BelGU. Ser. Filosofiya. Sociologiya. Pravo*. 2011 №8(103), vyp.16. S. 86-96.
14. Os'kina O.I. *Paternalistskie tradicii v sovremenном rossijskom politicheskom processe // Kaspijskij region: politika, ekonomika, kul'tura*. 2011. № 4 (29). S.124-130.
15. Rimskij V. L. *Byurokратиya, klientelizm i korrupciya v Rossii // Politiya*. 2007. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/byurokратиya-klientelizm-i-korruptsiya-v-rossii> (data obrashcheniya: 13.05.2021).
16. Afanas'ev M.N. *Klientelizm i rossijskaya gosudarstvennost'*. M., 2000. S. 35 -41.

#### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Оськина Ольга Ивановна**, доцент, кандидат политических наук, доцент кафедры политологии и международных отношений ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет», 89275811651, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2006-1786>

**Oskina Olga Ivanova**, Associate Professor, Candidate of Political Sciences, Associate Professor of the Department of Political Science and International Relations, Astrakhan State University, 89275811651, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2006-1786>

**Лисянский Игорь Николаевич**, кандидат юридических наук, научный сотрудник, ЧОУ ВО «Международный юридический институт», ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8163-9433>

**Lisyansky Igor Nikolaevich**, PhD in Law, Research officer, Private Educational Institution of Higher Education "International Law Institute", ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8163-9433>

Дата поступления в редакцию: 02.04.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 03.06.2021

Н.А. Бойко [N.A. Boiko]<sup>1</sup>,  
Э.Ш. Сибукаев [E. Sh. Sibukaev]<sup>2</sup>

УДК 332.1

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.3.19.

**ОБЗОР РЕГИОНОВ РОССИИ  
ПОСРЕДСТВОМ ИЕРАРХИЧЕСКОГО  
МЕТОДА КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА И  
ДАНЫХ ОБ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ  
ИНФРАСТРУКТУРЕ**

**REVIEW OF RUSSIAN REGIONS THROUGH  
HIERARCHICAL CLUSTER ANALYSIS AND  
INSTITUTIONAL INFRASTRUCTURE DATA**

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО Северо-Кавказский федеральный университет, г. Пятигорск,  
Россия/North Caucasus Federal University, Pyatigorsk, Russia,  
e-mail: boikonatali@mail.ru

<sup>2</sup>ФГБУ ПГНИИК ФМБА России, Научно-исследовательский ин-  
ститут курортологии,  
г. Пятигорск/ FSBI PSSRIRS FMBA, Pyatigorsk,  
e-mail: 43em@list.ru

**Аннотация**

Для обеспечения устойчивого развития общественно-территориальных систем важны системность, научная обоснованность и своевременность принятия решений. Стержнем или фактором надежности является институциональная обеспеченность жизнедеятельности людей. В экономической и гуманитарной областях знания широко используется понятие инфраструктура. Она представляет собой совокупность различных материальных средств, учреждений и видов деятельности, необходимых, главным образом, для осуществления производственных и социально-бытовых связей.

**Материалы, методы, результаты и обсуждения**

Статья представляет обобщение результатов применения иерархического метода кластерного анализа для исследования 31 региона России. Используя данные об институциональной инфраструктуре, обоснована целесообразность разделения регионов на две группы

**Заключение**

Подводя итог выполненной работы, можно констатировать, что применение иерархического метода кластерного анализа для исследования 31 региона позволило представить эти субъекты РФ в особом авторском понимании, разобраться в особенностях рассмотренных территорий, выполнить их группировку, обобщить основные статистические данные об институциональной инфраструктуре. Полученные результаты имеют практическую значимость и представляют интерес для региональной науки.

**Ключевые слова.** Институциональная инфраструктура, кластерный анализ, иерархический метод, признак, регион, типизация, квадрат евклидова расстояния

**Abstract**

To ensure the sustainable development of socio-territorial systems, consistency, scientific validity and timeliness of decision-making are important. The core or reliability factor is the institutional security of people's lives. In the economic and humanitarian fields of knowledge, the concept of infrastructure is widely used. It is a combination of various material means, institutions and activities necessary mainly for the implementation of industrial and social relations.

**Materials, methods, results and discussions**

The article presents a generalization of the results of the application of the hierarchical method of cluster analysis for the study of 31 regions of Russia. Using data on institutional infrastructure, the expediency of dividing regions into two groups is substantiated

### **Conclusion**

*Summing up the work performed, it can be stated that the use of the hierarchical method of cluster analysis for the study of 31 regions allowed us to present these subjects of the Russian Federation in a special author's understanding, to understand the features of the territories considered, to group them, to summarize the main statistical data on the institutional infrastructure. The results obtained have practical significance and are of interest to regional science.*

**Key words.** Institutional infrastructure, cluster analysis, hierarchical method, attribute, region, typing, the square Euclidean distance

### **Введение**

Современный мир многолик, динамичен и непредсказуем. Человечество можно стратифицировать, как минимум, на расы, цивилизации, государства, народы, социумы. У каждой из этих общностей могут быть свои идеалы, культура, менталитет, традиции и проч.; это потенциально сопряжено с непониманием, конфликтом интересов, противоречиями.

Для обеспечения устойчивого развития общественно-территориальных систем важны системность, научная обоснованность и своевременность принятия решений. Стержнем или фактором надежности является институциональная обеспеченность жизнедеятельности людей. В экономической и гуманитарной областях знания широко используется понятие инфраструктура. Она представляет собой совокупность различных материальных средств, учреждений и видов деятельности, необходимых, главным образом, для осуществления производственных и социально-бытовых связей.

А. Н. Кочетов, Д. А. Харитонов считают, что инфраструктурность объединяет в единое целое все отрасли экономики, экономические агломерации, области, регионы страны [9].

Инфраструктура как системное и структурированное образование имеет свои составные элементы или виды.

Институциональная инфраструктура (ИИ) включает:

- законодательство и подзаконные правовые акты;
- общественные и государственные организации;
- социальные институты и общественные движения;
- властные структуры (правительственные и муниципальные учреждения, реализующие исполнительно-распорядительные функции);
  - контролирующие структуры (налоговые службы, суды (арбитражные), государственные комиссии и комитеты контроля, учреждения МВД;
  - законодательные государственные и местные организации;
  - охранные организации (государственные и частные службы охранные учреждения и отдельные лица);
  - средства массовой информации;
  - общественность – совокупность самых широких слоев общества;
  - политические, социальные и правовые нормы;
  - учреждения финансово-кредитной системы, статистики, вычислительные центры.

Институциональной инфраструктуре присущи все известные свойства сложных систем: целостность, коммуникативность, иерархичность, достаточный уровень разнообразия и проч.

Исполнительная власть и наука уделяют должное внимание исследованию ИИ, её роли в функционировании единого рыночного хозяйственного механизма [8].

В статье С. В. Кельбах [6] освещается проблемность развитой институциональной инфраструктуры в регионах Российской Федерации, рассматриваются теоретические вопросы институционального подхода при анализе эффективности функционирования региональной инфраструктуры, а также представлены три основных подхода реформирования региональной институциональной инфраструктуры.

В монографии [7] сформулированы методология и основные положения системы стратегического управления развитием регионов. Важнейшим элементом методологии является систематизация процесса управления, отражающая последовательность каждого этапа планирования и его обоснованность.

Авторы работы [10] также указывают на необходимость развития институциональной инфраструктуры в регионах. Институты в региональной экономике определяют и создают специфическую роль в механизме перераспределения ресурсов.

Многоэтапное совершенствование институциональной инфраструктуры региона означает одно из самых перспективных и эффективных инструментов для диверсификации экономики, также способствует изменению рыночных отношений и является толчком в переходе к инновационной и наукоемкой экономике.

Российские регионы сильно различаются по ряду признаков (природным, экономическим, социальным и проч.), и поэтому были разработаны различные варианты их типизации [3, 5, 11].

Любая типизация регионов, как правило, имеет своей целью повышение эффективности управления, выработку дифференцированного подхода и обеспечение устойчивого эколого-экономического развития.

Деятельностью родственной типизации является классификация.

«Кластерный анализ» - это общее название множества вычислительных процедур, используемых при создании классификации. В результате работы с процедурами образуются «кластеры» или группы очень похожих объектов. Более точно, кластерный метод – это многомерная статистическая процедура, выполняющая сбор данных, содержащих информацию о выборке объектов, и затем упорядочивающая объекты в сравнительно однородные группы [14, с. 141].

Кластерный анализ (КА) осуществляется посредством ряда статистик и понятий. В представленном исследовании применены: 1) план (шаги) агломерации; 2) таблица принадлежности объектов кластерам; 3) древовидная диаграмма; 4) сосульчатая диаграмма.

С учетом того, что в данной работе использованы сведения [1, 12, 15] о 31 регионе РФ, она не претендует на уровень классификационной, а лишь помогает лучше узнать эти важнейшие социально-экономические комплексы.

Регион (субъект) Российской Федерации (РФ) представляет собой сложную социально-экономическую систему и, естественно, имеет функциональную структуру, ключевым элементом (блоком) которой считается «Институциональная инфраструктура».

Важным этапом реализации КА является выбор переменных, на основе которых проводят кластеризацию. В связи с тем, что переменные измерены в разных единицах, предварительно была осуществлена их нормировка. Основная проблема состоит в том, чтобы найти ту совокупность переменных, которая наилучшим образом отражает понятие сходства [14, с. 153].

Для выполнения процедуры КА и определения групп похожих регионов были использованы следующие 19 признаков, характеризующих подсистему «Институциональная инфраструктура»: ИИ1) общее число объектов культуры в регионе, шт.; ИИ2) выявлено лиц, совершивших преступления, чел.; ИИ3) численность работников в органах государственной власти субъектов РФ, чел.; ИИ4) штатная численность сотрудников МВД в регионе, чел.; ИИ5) число организаций с участием иностранного капитала, шт.; ИИ6) внутренние затраты на исследования и разработки, тысяч руб.; ИИ7) независимость средств массовой информации, баллы; ИИ8) число приватизированных государственных и муниципальных унитарных предприятий, объектов, шт.; ИИ9) число организаций, выполняющих исследования и разработки, шт.; ИИ10) сальдо внешней торговли, млн. долл.; ИИ11) число дневных общеобразовательных учреждений, шт.; ИИ12) число зарегистрированных преступлений на 100 000 человек населения, шт.; ИИ13) количество религиозных организаций, шт.; ИИ14) явка на вы-

боры в Государственную Думу в 2007 г., %; ИИ15) демократичность регионов, баллы; ИИ16) выпуск газет на 1000 человек населения, шт.; ИИ17) численность работников органов государственной власти и местного самоуправления, чел.; ИИ18) численность зрителей театров на 1000 человек населения; ИИ19) число объектов нетрадиционных для РФ конфессий, шт.

Основные описательные статистики перечисленных признаков приведены в табл. 1

В расчетах использованы статистические данные за 2003 год по 31 субъекту 6 федеральных округов: 1) Агинский Бурятский автоном. округ, 2) Адыгея респ., 3) Алтай респ., 4) Алтайский край, 5) Амурская обл., 6) Архангельская обл., 7) Астраханская обл., 8) Башкирия респ., 9) Белгородская обл., 10) Брянская обл., 11) Бурятия респ., 12) Владимирская обл., 13) Волгоградская обл., 14) Вологодская обл., 15) Воронежская обл., 16) Дагестан респ., 17) Еврейская автоном. обл., 18) Ивановская обл., 19) Ингушетия респ., 20) Иркутская обл., 21) Кабардино-Балкария респ., 22) Калининградская обл., 23) Калмыкия респ., 24) Калужская обл., 25) Камчатская обл., 26) Карачаево-Черкесия респ., 27) Карелия респ., 28) Кемеровская обл., 29) Кировская обл., 30) Коми респ., 31) Коми-Пермяцкий автоном. округ.

Для обработки базы данных использовалась аналитическая система для проведения статистических исследований SPSS Statistics 19.

Возможны разные модификации иерархических агломеративных методов (ИАМ) в зависимости от:

Варианта метрики - меры сходства - расстояния между любой парой объектов. Наиболее востребованными являются:

Евклидова метрика (расстояние Евклида).

Квадрат Евклидова расстояния (КЕР).

Расстояние городских кварталов (Манхэттенское расстояние).

Таблица 1. Описательные статистики

Признак	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение
Общчислообъект	31	10,00	112,00	46,0645	20,09135
Вывявллицсовер	31	787,00	33998,00	11039,9032	9510,22753
Числсотрудвлассуб	31	248,00	5056,00	1804,1935	1103,40792
ЧислсотрМВД	31	2504,70	18798,20	7778,3581	3897,81352
Чисоргансучасинкап	31	1,00	241,00	49,9355	54,62108
Внутзатрнаиссл	31	1956,00	1952616,00	374739,8710	500691,12176
НезавСМИ	31	1,00	4,00	2,4839	,81121
Числоприватпред	31	1,00	31,00	5,3548	7,75263
Чисорганвыписсл	31	1,00	68,00	21,3226	16,61202
Сальдовнешторг	31	-1627,10	2488,80	351,6832	863,02341
Числообразучр	31	50,00	3271,00	709,9032	665,93885
Зарегпрест	31	326,00	3232,00	1881,9032	656,71157
Количрелигорг	31	14,00	543,00	167,0645	129,83809
Явканавыборы	31	54,29	98,35	68,2832	13,42716
Демокррегиона	31	17,00	41,00	27,4839	6,06559
Выпускгазет	31	10,00	1805,00	546,1613	415,59412
Раборгангосвлас	31	1353,00	29473,00	12054,8065	7525,13687
Колвзриттеатр	31	22,00	216,00	133,3871	49,58742
Объекнетрадконф	31	3,00	20,00	8,9677	5,04304
N валидных (целиком)	31				

Применение различных метрик сходства объектов приводит к разным результатам кластеризации. Следовательно, целесообразно использовать несколько метрик и затем сравнивать результаты.

I. Метода объединения объектов в кластеры (меры расстояния между классами). В SPSS Statistics 19 реализованы:

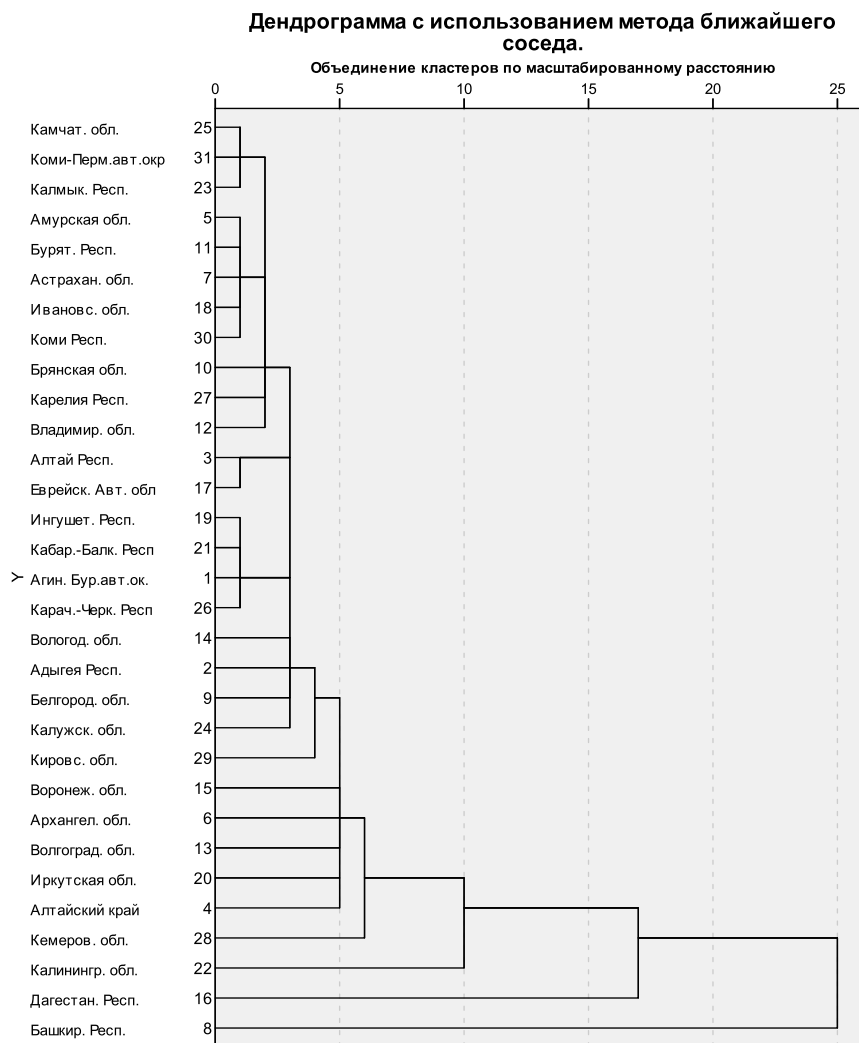
1. Метод одиночной связи (расчет минимального расстояния, или правило «ближайшего соседа»).
2. Метод полной связи (расчет максимального расстояния, или правило «дальнего соседа»).
3. Метод средней связи (определяет среднее значение между объектами двух кластеров).
4. Центроидный метод.
5. Метод Варда (в ряде источников Уорда) и др. [2, с. 289].

По ходу реализации разных ИАМ может нарушаться требование устойчивости решения, т. е. разделение множества объектов на кластеры будет неоднозначным. Исходя из этих соображений, авторы рассмотрели разные варианты сочетания метрик сходства и методов объединения в кластеры (около 30). Здесь же представлены результаты только пяти численных экспериментов.

1. Для начала используем в качестве меры сходства квадрат Евклидова расстояния, а в качестве метода объединения объектов в кластеры «правило ближайшего соседа».

Численный эксперимент привёл к появлению «цепочек» кластеров («цепной эффект») рис. 1. Древоподобная диаграмма, часто называемая дендрограммой, изображает иерархическую организацию связей между объектами.

В таблице агломерации скачкообразное увеличение коэффициента происходит на 27 шаге. Соответственно, оптимальное количество кластеров рассчитывается как  $N_{кл}=31-27=4$ .



**Рисунок 1. Дендрограмма по методу одиночной связи**



Дендрограмма указывает на самые похожие по институциональным признакам пары регионов, например Камчатская обл. и Коми-Пермяцкий автоном. округ, респ. Алтай и Еврейская автоном. обл., Амурская обл. и Бурятия респ. и т.д.

1. Пробуя в качестве меры сходства Манхэттенское расстояние, а в качестве метода объединения объектов в кластеры метод средней связи (между группами), мы получили два кластера. Это решение вытекает из анализа таблицы агломерации, где скачек коэффициента происходит после 29 шага ( $N_{кл}=31-29=2$ ). Распределение регионов по кластерам представляется так:

№ кластера	1	2
Кол-во объектов	30	1

Дендрограмма для данного набора опций выглядит следующим образом рис.2. На ней можно выделить три кластера.

2. Принимая в качестве меры сходства КЕР, а в качестве метода объединения объектов в кластеры метод полной связи, т. е. расчет максимального расстояния, или «правило дальнего соседа», имеем пять кластеров. Такой вывод можно сделать из анализа таблицы агломерации и дендрограммы. При этом распределение объектов по кластерам нельзя считать очевидным. Интуитивно представляется предпочтительным, когда размер (состав) кластеров получается сопоставимым.

№ кластера	1	2	3	4	5
Кол-во объектов	10	7	12	1	1

Дендрограмма для данной модификации ИАМ довольно четко отражает три кластера рис. 3. Четвертый и пятый кластеры образуют соответственно Башкирия респ. и Дагестан респ.

3. Устанавливая в настройках в качестве меры сходства КЕР, а в качестве метода объединения объектов в кластеры метод Варда, получаем три кластера согласно таблицы агломерации ( $N_{кл}=31-28=3$ ). Но с точки зрения поиска существующих структур интересно распределение на четыре кластера:

№ кластера	1	2	3	4
Кол-во объектов	10	5	15	1

Дендрограмма для данной модификации ИАМ также указывает на количество кластеров больше трех (рис. 4). Четвертый кластер образует Башкирия респ.

Обращает на себя внимание тот факт, что в первый кластер стабильно попадают 10 регионов: Агинский Бурятский автоном. округ, Адыгея респ., Алтай респ., Еврейская автоном. обл., Ингушетия респ., Кабардино-Балкария респ., Калмыкия респ., Камчатская обл., Карачаево-Черкесия респ. и Коми-Пермяцкий автоном. округ.

4. Допуская в качестве меры сходства КЕР, а в качестве метода объединения объектов в кластеры метод средней связи (внутри групп), мы получили три кластера. Это решение вытекает из анализа таблицы агломерации, где скачек коэффициента происходит после 28 шага ( $N_{кл}=31-28=3$ ). Дендрограмма для данного набора опций показана на рис.5.

Анализ численных экспериментов с точки зрения устойчивости решения наталкивает на мысль о целесообразности разделения 31 региона на две группы (кластера). Это согласуется с ранее полученными результатами [13].

Наиболее модальное распределение объектов по кластерам следующее:

№ кластера	1	2
Кол-во объектов	11	20

Распределение средних значений 19 признаков для двух кластеров, полученных по методу средней связи (внутри групп), приведено в табл. 2.

Если обобщить результаты применения различных методов, то можно выделить два кластера четко выделяющихся регионов.

В первый кластер входят перечисленные выше 10 регионов, а также Дагестан респ.

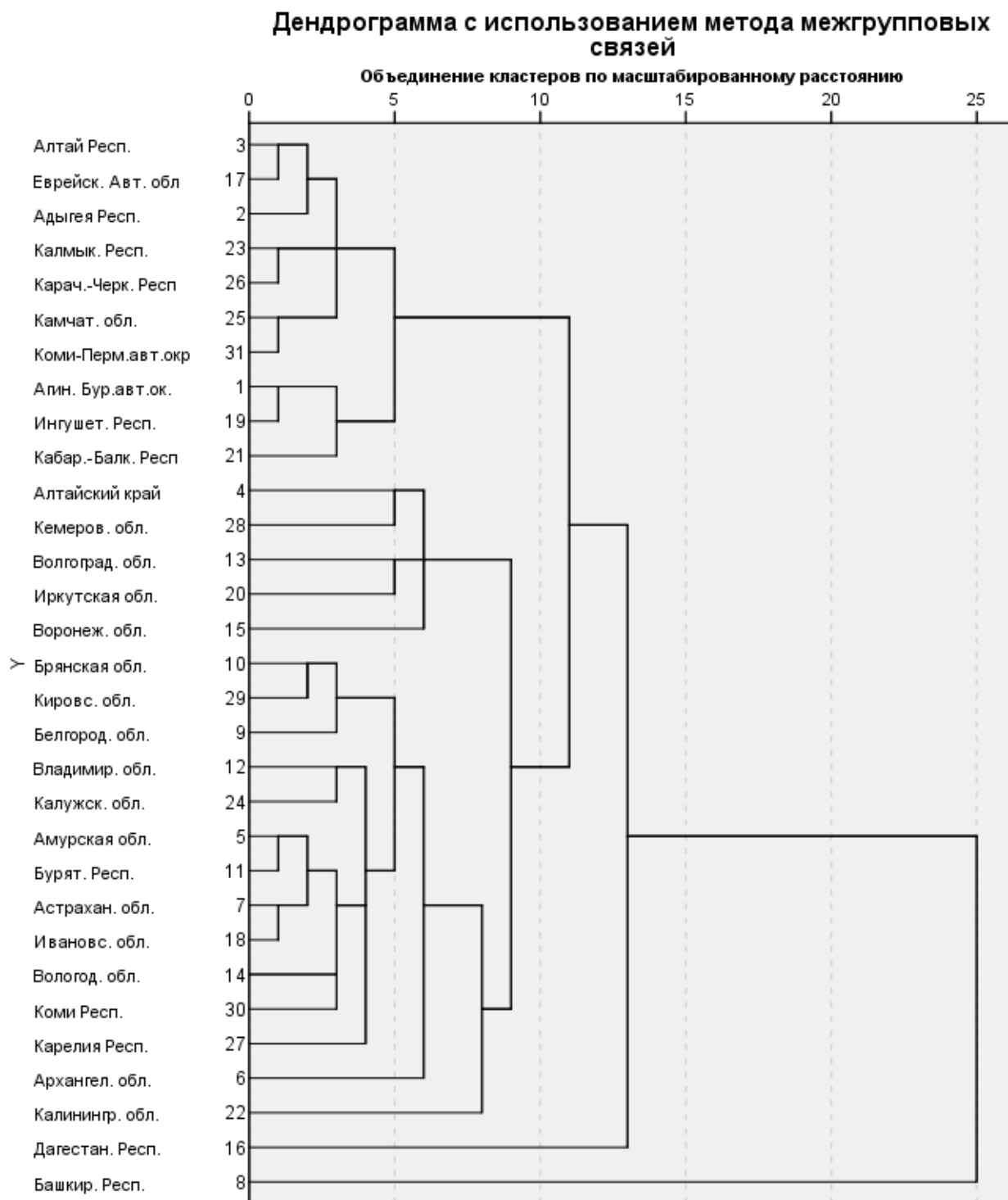
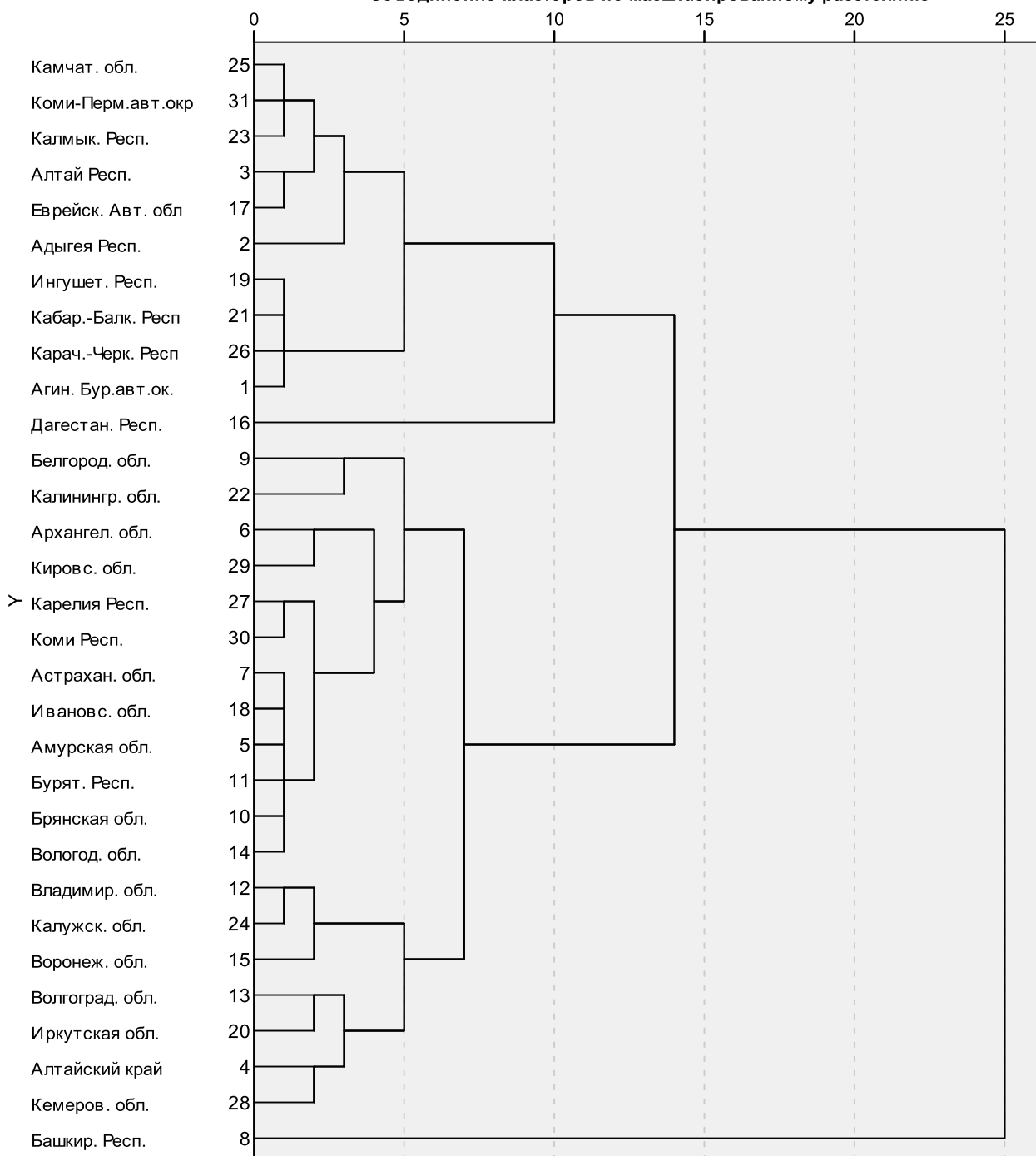


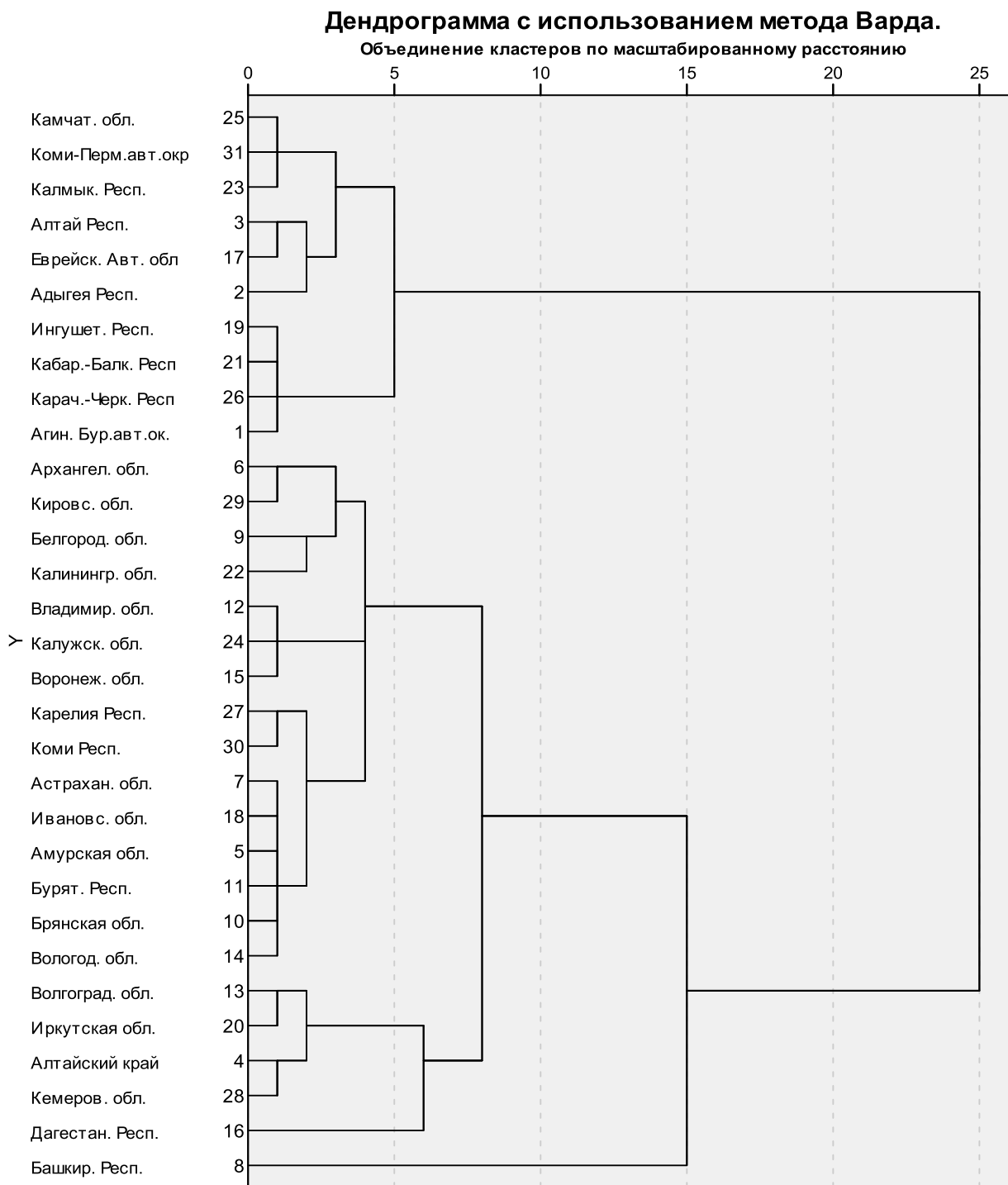
Рисунок 2. Дендрограмма по методу средней связи (между группами)

**Дендрограмма с использованием метода дальнего соседа.**

Объединение кластеров по масштабированному расстоянию



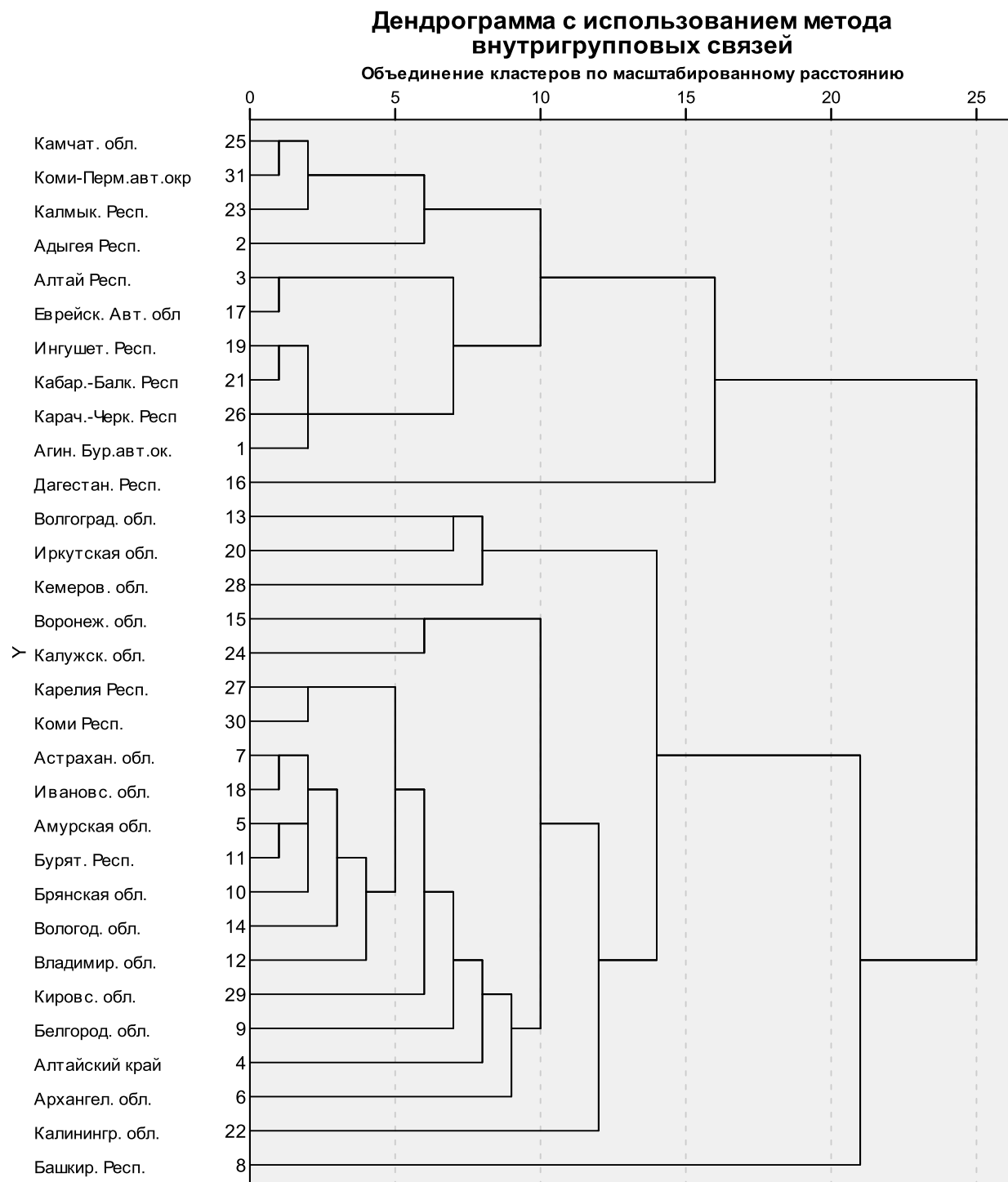
*Рисунок 3. Дендрограмма по методу полной связи*



*Рисунок 4. Дендрограмма по методу Варда*

Второй кластер образуют Алтайский край, Амурская обл., Архангельская обл., Астраханская обл., Башкирия респ., Белгородская обл. и др.

Охарактеризуем полученные две группы регионов.



*Рисунок 5. Дендрограмма по методу средней связи (внутри групп)*

Регионы, вошедшие в первую группу, имеют по всем признакам меньшие значения за исключением одного: явка на выборы в Государственную Думу.

Регионы первого кластера выделяются в основном меньшими численностью населения, площадью территории, долей городских жителей, ВРП на душу населения и проч. Эти субъекты имеют самые низкие показатели по развитию социальной инфраструктуры. Их можно отнести к отстающим.

Таблица 2. - Средние значения 19 признаков двух кластеров

	Признаки	1-й кластер	2-й кластер
	Общее число объектов культуры в регионе, шт.	28,27	55,85
	Выявлено лиц, совершивших преступления, чел.	2766,4 5	15590, 30
	Численность работников в органах государственной власти субъектов РФ, чел.	1308,0 0	2077,1 0
	Штатная численность сотрудников МВД в регионе, чел.	5601,3 2	8975,7 3
	Число организаций с участием иностранного капитала, шт.	7,09	73,50
	Внутренние затраты на исследования и разработки, тысяч руб.	86729, 36	533145 ,65
	Независимость средств массовой информации, баллы	1,73	2,90
	Число приватизированных государственных и муниципальных унитарных предприятий, объектов, шт.	2,73	6,80
	Число организаций, выполняющих исследования и разработки, шт.	7,73	28,80
0	Сальдо внешней торговли, млн. долл.	5,25	542,22
1	Число дневных общеобразовательных учреждений, шт.	301,27	934,65
2	Число зарегистрированных преступлений на 100 000 человек населения, шт.	1615,1 8	2028,6 0
3	Количество религиозных организаций, шт.	103,91	201,80
4	Явка на выборы в Государственную Думу в 2007 г., %	77,06	63,46
5	Демократичность регионов, баллы	22,82	30,05
6	Выпуск газет на 1000 человек населения, шт.	277,36	694,00
7	Численность работников органов государственной власти и местного самоуправления, чел.	5443,6 4	15690, 95
8	Численность зрителей театров на 1000 человек населения	108,55	147,05
9	Число объектов нетрадиционных для РФ конфессий, шт.	6,18	10,50

Агинский Бурятский автоном. округ, Камчатская обл. и Коми-Пермяцкий автоном. округ были реформированы и вошли в состав новых субъектов РФ.

Регионы второго кластера характеризуются более высоким удельным весом в общероссийской промышленной продукции

Подводя итог выполненной работы, можно констатировать, что применение иерархического метода кластерного анализа для исследования 31 региона позволило представить эти субъекты РФ в особом авторском понимании, разобраться в особенностях рассмотренных территорий, выполнить их группировку, обобщить основные статистические данные об институциональной инфраструктуре. Полученные результаты имеют практическую значимость и представляют интерес для региональной науки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Большой новейший справочник необходимых знаний /Авт.-сост. А.П. Кондрашов. - М.: РИПОЛ классик, 2007. – 1088 с.

2. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL. учебное пособие / Э.А. Вуколов. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2010. – 464 с.
3. Гладкий Ю.Н., Чистобаев А.И. Регионоведение: Учебник. – М.: Гардарики, 2000. – 384 с.
4. Единый портал «Обществознание» <http://humanitar.ru/>
5. Игнатов В.Г., Бутов В.И. Регионоведение (экономика и управление). Учебное пособие. – Москва: «Тесса», Ростов н/Д: издательский центр «МарТ», 2000. – 416 с.
6. Кельбах С.В. Развитие региональной институциональной инфраструктуры / Экономические проблемы регионов и отраслевых комплексов // Проблемы современной экономики. - 2011. - № 4. – С. 252-255.
7. Козловская О.В. Методология исследования стратегии развития региона. Под ред. Ю. А. Журавского / М-во образования Рос. Федерации. - Томск: Изд-во Томск. ун-та, 2003. - 132 с.
8. Корнеева А. С. Оценка социально-инфраструктурного потенциала регионов России / Вестник НГУ. Серия: Социально-экономические науки. Том 11, выпуск 3. – Новосибирск, 2011. – С. 156 – 166.
9. Кочетов, А. Н. Современный взгляд на роль инфраструктуры в социальном развитии общества [Электронный ресурс] / А. Н. Кочетов, Д. А. Харитонов. - Электрон. журн. - Поволжский гуманитарный журнал, 2001 [http://journal.seun.ru/j2000\\_2r/Socio/kochet.htm](http://journal.seun.ru/j2000_2r/Socio/kochet.htm)
10. Маллаев Х. Н., Аврамчикова Н. Т. Теоретические основы формирования институциональной инфраструктуры региона // Менеджмент социальных и экономических систем. - 2017. № 1. С. 39–46.
11. Морозова Т.Г., Победина М.П., Шишов С.Г. Экономическая география России. Учебное пособие для вузов.- М.: ЮНИТИ, 2000. - 527 с.
12. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [www.gks.ru](http://www.gks.ru)
13. Сибукаев Э.Ш. Узнавание регионов России посредством иерархического метода кластерного анализа и данных о населении / Евразийский союз ученых // Ежемесячный научный журнал № 8 (65) / 2019, 3 часть – Москва. – С. 11-18. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2019.3.65.270
14. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: Пер. с англ. / Дж.-О. Ким, Ч.У. Мьюллер, У.Р. Клекка и др.: Под ред. И.С. Енюкова. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 215 с.
15. Чепалыга А.Л., Чепалыга Г.И. Регионы России: Справочник. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2004. – 100 с.

#### REFERENCES

1. Bol'shoj novejšij spravocnik neobhodimyh znanij /Avt.-sost. A.P. Kondrashov. - М.: RИPOL klassik, 2007. – 1088 s.
2. Vukolov E.A. Osnovy statističeskogo analiza. Praktikum po statističeskim metodam i issledovaniju operacij s ispol'zovaniem paketov STATISTICA i EXCEL. uchebnoe posobie / E.A. Vukolov. – М.: FORUM: INFRA-M, 2010. – 464 s.
3. Gladkij YU.N., CHistobaev A.I. Regionovedenie: Uchebnik. – М.: Gardariki, 2000. – 384 s.
4. Edinyj portal «Obshchestvoznaniye» <http://humanitar.ru/>
5. Ignatov V.G., Butov V.I. Regionovedenie (ekonomika i upravlenie). Uchebnoe posobie. – Moskva: «Tessa», Rostov n/D: izdatel'skij centr «MarT», 2000. – 416 s.

6. Kel'bah S.V. Razvitie regional'noj institucional'noj infrastruktury / Ekonomicheskie problemy regionov i otraslevykh kompleksov // Problemy sovremennoj ekonomiki. - 2011. - № 4. – S. 252-255.
7. Kozlovskaya O.V. Metodologiya issledovaniya strategii razvitiya regiona. Pod red. YU. A. ZHuravskogo / M-vo obrazovaniya Ros. Federacii. - Tomsk: Izd-vo Tomsk. un-ta, 2003. - 132 s.
8. Korneeva A. S. Ocenka social'no-infrastrukturnogo potentsiala regionov Rossii / Vestnik NGU. Seriya: Social'no-ekonomicheskie nauki. Tom 11, vypusk 3. – Novosibirsk, 2011. – S. 156 – 166.
9. Kochetov, A. N. Sovremennyy vzglyad na rol' infrastruktury v social'nom razvitiі obshchestva [Elektronnyy resurs] / A. N. Kochetov, D. A. Haritonov. - Elektron. zhurn. - Povolzhskij gumanitarnyy zhurnal, 2001 [http://journal.seun.ru/j2000\\_2r/Socio/kochet.htm](http://journal.seun.ru/j2000_2r/Socio/kochet.htm)
10. Mallaev H. N., Avramchikova N. T. Teoreticheskie osnovy formirovaniya institucional'noj infrastruktury regiona // Menedzhment social'nyh i ekonomicheskikh sistem. - 2017. № 1. S. 39–46.
11. Morozova T.G., Pobedina M.P., SHishov S.G. Ekonomicheskaya geografiya Rossii. Uchebnoe posobie dlya vuzov.- M.: YUNITI, 2000. - 527 s.
12. Oficial'nyj sayt Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki [www.gks.ru](http://www.gks.ru)
13. Sibukaev E.SH. Uznovanie regionov Rossii posredstvom ierarhicheskogo metoda klaster'nogo analiza i dannyh o naselenii / Evrazijskij soyuz uchenykh // Ezhemesyachnyj na-uchnyj zhurnal № 8 (65) / 2019, 3 chast' – Moskva. – S. 11-18. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2019.3.65.270
14. Faktornyy, diskriminantnyj i klaster'nyj analiz: Per. s angl. / Dzh.-O. Kim, CH.U. M'yuller, U.R. Klekka i dr.: Pod red. I.S. Enyukova. – M.: Finansy i statistika, 1989. – 215 s.
15. СНepalyga A.L., СНepalyga G.I. Regiony Rossii: Spravochnik. – 2-e izd., ispr. i dop. – M.: Izdatel'sko-torgovaya korporaciya «Dashkov i K°», 2004. – 100 s.

#### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Бойко Наталья Александровна** – заведующий кафедрой конституционного и административного права юридического факультета Пятигорского института (филиал) СКФУ, кандидат юридических наук, доцент. 357500, Россия, Ставропольский край, г. Пятигорск, ул. Партизанская 1Б. Моб. Тел.: 8-928-373-68-24, E-mail: [boikonatali@mail.ru](mailto:boikonatali@mail.ru)

**Boyko Natalya Aleksandrovna** - head of the department of constitutional and administrative law of the law faculty of the Pyatigorsk Institute (branch) of the NCFU, Candidate of Legal Sciences, Associate Professor. 357500, Russia, Stavropol Territory, Pyatigorsk, st. Partisan 1B. Mob. Tel. : 8-928-373-68-24, E-mail: [boikonatali@mail.ru](mailto:boikonatali@mail.ru)

**Сибукаев Эмиль Шамильевич** – старший научный сотрудник Пятигорского научно-исследовательского института курортологии, кандидат технических наук, доцент. 357501, Россия, Ставропольский край, г. Пятигорск, пр. Кирова, 30. Моб. Тел.: 8-928-010-03-36, E-mail: [43em@list.ru](mailto:43em@list.ru)

**Sibukaev Emil Shamilevich** - senior researcher research institute of Balneology, candidate of technical sciences, associate Professor. 357501, Russia, Stavropol region, Pyatigorsk, Kirov Avenue, 30. Mobil phone: 8-928-010-03-36, E-mail: [43em@list.ru](mailto:43em@list.ru)

Дата поступления в редакцию: 12.05.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 13.06.2021



М.М. Абазалиева [M.M. Abazalieva]<sup>1</sup>  
 А.К. Боташева [A.K. Botasheva]<sup>2</sup>

УДК 32.019.5

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.3.20.

## БЛОГГИНГ, КАК СОВРЕМЕННАЯ ФОРМА ПОЛИТИЧЕСКОЙ КОММУНИКАЦИИ

## BLOGGING AS A MODERN FORM OF POLITICAL COMMUNICATION

<sup>1</sup>Северо-Кавказская государственная академия, e-mail: [abazalieva@mail.ru](mailto:abazalieva@mail.ru)/ North Caucasus State Academy, e-mail: [abazalieva@mail.ru](mailto:abazalieva@mail.ru)

<sup>2</sup>Пятигорский государственный университет, Пятигорск, Россия, e-mail: [ab-ww@mail.ru](mailto:ab-ww@mail.ru)// Pyatigorsk State University, e-mail: [ab-ww@mail.ru](mailto:ab-ww@mail.ru)

### Аннотация

Статья посвящена исследованию блоггинга как современной формы политической коммуникации. Актуальность подобных исследований обусловлена слабой разработанностью проблем влияния на общественно-политическую ситуацию лидеров мнений – блогеров, способных активно вмешиваться в формирование политической повестки дня, выступая механизмом консолидации и мобилизации граждан. Сформулирован ряд положений и выводов, свидетельствующих о том, что 1) блоггинг объективно стал средством трансляции общественно значимых смыслов; 2) политический дискурс будет все больше зависеть от целенаправленного генерирования определенной информации лидерами общественного мнения.

**Ключевые слова:** блог, блогер, блоггинг, политическая коммуникация, лидеры общественного мнения, политический дискурс, политика, политическая элита, формирование общественного мнения

**Abstract.** The article is devoted to the study of blogging as a modern form of political communication. The relevance of such studies is due to the weak development of the problems of influence on the socio-political situation of opinion leaders – bloggers who are able to actively interfere in the formation of the political agenda, acting as a mechanism for consolidating and mobilizing citizens. A number of provisions and conclusions are formulated, indicating that 1) blogging has objectively become a means of broadcasting socially significant meanings; 2) political discourse will increasingly depend on the purposeful generation of certain information by public opinion leaders.

**Key words:** blog, blogger, blogging, political communication, public opinion leaders, political discourse, politics, political elite, public opinion formation

### Introduction

The modern political space demonstrates the growing influence of bloggers on politics, which allows us to talk about blogging as a significant phenomenon in the field of political communication. Moreover, information coming from bloggers is in demand, as it is usually relevant. Today, “the most popular Russian-language blogs are read by over 200,000 other bloggers. The topic, which will be written in the most popular blogs, “has a chance to be replicated in the blogs of their readers and, therefore, reach about 75% of the netizens” [6]. As a result, traditional media have firmly given way to a tool of influence in the information space (and not only on the youth audience) for bloggers, since the latter are not limited by formal frameworks, and blogging information is constantly updated and mobile in nature.

The purpose of this article is to identify the mechanisms for the formation of value attitudes through the use of blogging as a form of political communication. It is about the increased influence of bloggers as opinion leaders, who are now involved in the construction of the political agenda.

The level of elaboration of the discussed problem, despite its relevance, in domestic and foreign science is not high and is at the stage of formation. Thus, Russian scientists S.Yu. Volkov and V.A. Nikitenko in his research emphasize that blogging is a new phenomenon in the field of political communication [7, 7], and the first studies of blogging as a new technology of identity formation belong to such famous Russian scientists as D.I. Gigauri, V.A. Gutorov, A.A. Shirinyants [10]. The research of R.Z. Bliznyak, I.A. Gerasimov [1] and Yu.I. Nesterenok [13]. Foreign researchers K. Wallsten [20], S. Herring [19] and others focus on the influence of political bloggers on the development of public opinion and point to the growing political significance of blogging.

**Research methods.** 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 method of axiomatization, the hypothetical-deductive method, the method of formalization (referring to the typologization and classification of the phenomenon), etc. From the specific scientific research methods, the authors turned to the method of theoretical pluralism, content -analysis.

**Research materials.** The blogging process involves verbal and written communication of a blogger with an unlimited number of people, sometimes with a multimillion audience, where free access of subjects of information interaction to information channels plays an important role. In our opinion, these same characteristics are quite applicable to online television and political journalism. Then the question remains: why are bloggers' pages so attractive to young people? The answer is simple: it is a blogger who fully demonstrates his talent when he is a director, stage director and artist all rolled into one. These are people who can express themselves creatively and playfully present any information. The blogger's desire to make money on his popularity also plays an important role.

Today, a blog is most often a page on a social network, where Instagram and YouTube are especially popular. It does not matter yet where the blogger operates - has his own website or is on social networks: in most cases, it is the pages on social networks that bring bloggers fame, allowing them to demonstrate expertise, including in the political field. At the same time, it is no longer a secret for anyone that a blogger is a market player in the information space, sometimes with a multimillion audience, whose task is to make money on a civil position and a certain trend. Therefore, it would be logical to assume that trust in market players in the information space should be minimal. But, as the polls of S.S. Bodrunova, with the statement that "bloggers are honest, because they care about their reputation," 41% of young people aged 18-24 and 29% aged 25-34 rather agree [8]. In general, in our society, 27% of the population would rather agree with the statement that bloggers are honest. In our opinion, this is a fairly high percentage of trust, when the information presented by bloggers is perceived as truthful by every third member of society. As a result, as D.I. Gigauri, V.A. Gutorov and A.A. Shirinyants, it was bloggers who today began to play "the role of public opinion leaders, capable of shaping the attitude of young people to political events, constructing a civic agenda, which, as a rule, differs from the official one created by state channels and the media" [10, 54].

**Research results and their interpretation.** This provision is confirmed in the results of the survey that we conducted at the Pyatigorsk State University. In particular, the survey was carried out in the 3rd year among students of the direction "Advertising and public relations" and showed that 67% of those who took part in the survey determined the influence of bloggers on their opinion in 5 points on a 5-point scale, and the remaining 33% - in 4 points, which also indicates a high result. When asked how the news of the world and the country is tracked, 51% of students answered that they track the opinion of famous bloggers, and 49% learn from news feeds. Indeed, the blogger plays the role of an opinion leader and is able to create the political agenda.

The political information of bloggers often differs from the official position of the state media. For example, the well-known blog of Valery Solovey, Doctor of Historical Sciences and oppo-

sition-minded political analyst, is devoted to political statements and claims to become a full-fledged media, since in less than a day it gains hundreds of thousands of views and thousands of comments from an engaged audience. The blog is dedicated to criticism of the current government and the United Russia party and has an audience of 331 thousand subscribers [15; 18]. A similar opposition blog belongs to Andrei Karaulov, a veteran journalist who shapes public opinion, raising such sensitive topics as "Where to keep the money? Advice to governors after the arrest of their colleague Belozertsev" [9], "New sentences and new rules. The Ministry of Health about pensioners" [14] and others. We see the effective possession of specific features of communication by political bloggers, and, as Russian scientists rightly assume, "the government seeks to control the production of In communications, such control by the state inevitably weakens" [10, 52].

If the blogs of Valery Solovey and Andrei Karaulov have one thing in common - harsh criticism of the existing government, then the blog of the famous Russian entrepreneur Alexander Bobylev offers its subscribers communication with leaders of public opinion of both the left and right wing, such as Valentin Katasonov, Mikhail Delyagin, Konstantin Semin and others. According to the authors of the article "The Planet of Celebrities" [16], A. Bobylev, as a popular blogger, for several years has become on a par with such influential journalists as Alexander Nevzorov, Maxim Shevchenko, Nikolai Starikov and Mikhail Svetov. Therefore, Viktor Michaelson, founder and CEO of the Communicator group, is absolutely right that "Professional bloggers are becoming full-fledged media right before our eyes. Such one-man-shows will make room for classic media, but will not completely replace them. An influencer will become a profession no less respectable than an editor or a publisher" [5].

The next phenomenon concerns the commercialization of the blogosphere, when different political forces purposefully try to influence the formation of public opinion. This phenomenon is based on the theory of W. Lippmann, who developed the concept of "public opinion". The scientist argued in favor of an elite-technocratic power, which relies on the ability to organize public opinion by influencing public consciousness [12]. Indeed, given the concentration of media ownership in most countries of the world, it is difficult to imagine a situation that there will be no attempts to influence bloggers and through bloggers the population as a new form of political expression and the organization of collective political consciousness. And we are not even talking about the institutional framework of new technologies, but about the commercialization of the blogosphere, for which political opponents at the national and international levels often reproach each other. For example, in September 2018, the Russian BBC service expressed the opinion that Russian government political strategists "bought" posts and publications from famous bloggers and artists on political topics, and with proposals came out to everyone who had more than 100 thousand subscribers [17]. Thus, the existing pragmatic component of the blogosphere is associated with the presence of strategic and tactical goals of power, and in any society, the production of discourse is controlled and aligned in a certain way by the intellectual community.

The next phenomenon of blogging as a political communication reflects such an advantage of blogging over the media as independence. Operative information from first hand and eyewitnesses of events, which is presented without censorship, is a great opportunity for a blogger to attract an audience and form public opinion. As S.Yu. Volkov and V.A. Nikitenko, during the war in Iraq, the propaganda of the US government was seriously damaged by the blogs of American soldiers and their friends and relatives, who reported the truth about the Iraqi war. The most famous blog on the war in Iraq was Colby Buzzel's blog My War: Killing Time in Iraq, which directly described the events of each day in the hot spot [7, 7]. Today, a number of experts are inclined to think that in such conditions, the authorities are deprived of building an information monopoly on the political (and social in general) agenda [4, 23].

Blogs of famous politicians are an independent multifaceted phenomenon. First, the interest in a famous person makes people subscribe and follow the posts of politicians; secondly, quite often such blogs really act as a channel of exclusive information. Thus, during the seizure of the school

and the House of Press in Grozny by terrorists, the head of Chechnya R. Kadyrov at night reported on the operation to neutralize the militants to his subscribers in his blog on the social network Instagram. The information appeared in the media only in the morning, after the end of the operation to vacate the buildings. Thus, only subscribers to the blog of the head of the region owned the most up-to-date information online.

The blog on the social network Instagram of the Governor of the Stavropol Territory V. Vladimirov is also very popular (462 thousand subscribers). The blog is perceived by the population of the region as the main source of news, contributes to decision-making and the rallying of people, acting as a kind of mechanism for interaction between the authorities and society, constructing a political agenda. At the same time, traditional media remain in the role of a source of information.

An important facet of modern blogging, which has become an independent and effective mechanism of political communication, is the ability to consolidate the electorate during party or other elections. The 2004 US presidential election is believed to be the first election in world history to be influenced by bloggers. Among the famous politicians, the first blogger was Democrat Howard Dean, whose activities on the network provoked a response from bloggers from the opposing camp. As a result, both the Republican and Democratic parties created special sites that collected feedback from bloggers. For the first time in political practice, some of the authors of online diaries were issued journalistic accreditations with official permission to cover the main events of the pre-election race [2].

Barack Obama also actively used blogging on the social network Facebook and the video channel on YouTube, he went down in history as the first president-blogger. Undoubtedly, the blogs of B. Obama played a consolidating role among the supporters of his party and helped to increase the target audience of the electorate. Until now, the former US president continues to actively communicate with citizens-subscribers through the social network Twitter [3].

Science approached the realization of the reality of systems with complete uncertainty and complete unpredictability [21, 585]: in 2007, the American company Ipsos-Reid, which devoted its research to the functioning of political blogs, came to the conclusion that "blogging is a special force", the development of which "subject to the laws of uncertainty." Also, the company's specialists emphasized that the overwhelming majority of US Congress employees recognize political blogs as more useful than traditional media as a mechanism for constructing a political agenda [2].

### **Conclusions.**

1) Blogging has firmly taken its place in political communication, as bloggers become the spokesmen for public opinion. As a result, it becomes more and more difficult to rely on the usual mechanisms for the formation of collective identity in modern information societies.

2) The political opposition actively uses blogging as an effective mechanism to influence the mass audience. In response, the political elite is trying to control blogging by legislatively limiting some of the routing of Internet traffic: in 2019, a law on the "sovereign Internet" was adopted [11].

3) The political elite is trying to use "pocket" bloggers during election campaigns to attract voters and create the desired political image.

4) Representatives of political power are increasingly practicing involving the electorate in political communication through their own blogs, which serves as a dialogue between the authorities and society in terms of common interests.

In conclusion, we note that the time has come to use blogging more effectively and at the level of state authorities to implement a project of collective agenda development involving informal leaders of public opinion in the discussion, which will contribute to solving various problems: socio-economic, environmental and political.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Близняк Р.З., Герасимов И.А. Блоггинг как технология социальной и политической коммуникации: уточнение понятия и характеристика эвристических возможностей // Вест-

ник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология. 2017. № 40. С. 222-231.

2. Блогосфера глобальной политики. URL: <https://www.zakon.kz/4465146-blogosfera-globalnoj-politiki.html> (дата обращения 14.07.2021)

3. Блог Барака Обамы. URL: <https://twitter.com/barackobama> (дата обращения 14.07.2021)

4. Васильев М.С., Игнатовский Я.Р. Цифровизация современной публичной политики: специфика и социальные риски // Известия Тульского государственного университета. Гуманитарные науки. 2021. Выпуск 1. С. 15-27.

5. Виктор Майклсон, основатель и генеральный директор группы «Коммуникатор». URL: <https://old.wciom.ru/index.php?id=236&uid=10560> (дата обращения 14.07.2021)

6. Волков С. Ю., Никитенко В. А. Блоггинг как форма политической коммуникации. URL: [http://journal.mrsu.ru/wp-content/uploads/2015/06/volkov\\_nikitenko1.pdf](http://journal.mrsu.ru/wp-content/uploads/2015/06/volkov_nikitenko1.pdf) (дата обращения: 06. 07.2021)

7. Волков С. Ю., Никитенко В. А. Блоггинг как форма политической коммуникации // Огарев-Онлайн. 2015. № 17 (58). С. 7.

8. ВЦИОМ. Данные опросов. Совместный аналитический доклад ВЦИОМ и Центра социального проектирования «Платформа». URL: <https://old.wciom.ru/index.php?id=236&uid=10560> (дата обращения 15.07.2021)

9. Где хранить бабки? Советы губернаторам после ареста их коллеги Белозерцева. URL: <https://youtube.com/watch?v=xhjTSaGVSK0&feature=share> (дата обращения 15.07.2021)

10. Гигаури Д.И., Гуторов В.А., Ширинянц А.А. Youtube-блогеры как лидеры общественного мнения молодёжи: новые технологии формирования идентичности в виртуальном пространстве // // Каспийский регион: политика, экономика, культура. 2019. № 3(60). С. 51-58.

11. Государственная Дума. Принят закон о «суверенном интернете». URL: <http://duma.gov.ru/news/44551/> (дата обращения 15.07.2021)

12. Липпман У. Общественное мнение / Пер. с англ. Т.В. Барчуновой; Фонд "Обществ. мнение". М. : Ин-т Фонда "Обществ. мнение", 2004. 382 с.

13. Нестеренок Ю.И. Политический блоггинг в политико-коммуникативных процессах современной России: автореф. дис. ... канд. полит. наук. Ростов-на-Дону., 2013. 22 с.

14. Новые приговоры и новые правила. Минздрав о пенсионерах. URL: <https://youtube.com/watch?v=Sn9tEk9h2qY&feature=share> (дата обращения 15.07.2021)

15. Об уходе Путина, магических обрядах и тайнах. URL: [https://youtube.com/watch?v=Y\\_tiYnB66Xg&feature=share](https://youtube.com/watch?v=Y_tiYnB66Xg&feature=share) (дата обращения 15.07.2021)

16. Планета Знаменитостей. Все о знаменитых людях 2020. URL: <https://planeta-znamenitistei.blogspot.com/2021/04/aleksander-bobylev-biography.html> (дата обращения 14.07.2021)

17. СМИ рассказали, сколько российские власти платят блогерам за политические ролики. URL: <https://www.business-gazeta.ru/news/394414> (дата обращения 14.07.2021)

18. Стрим Валерия Соловья с участием генерала СВР. Ответы на вопросы... URL: <https://www.youtube.com/watch?v=hIRIF6-RIPs> (дата обращения 15.07.2021)

19. Herring S.C. et al. Conversations in the Blogosphere: An Analysis «From the Bottom Up», Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2005. PP. 107b. Doi: 10.1109/HICSS.2005.167.

20. Wallsten K. Political Blogs and the Bloggers Who Blog Them: Is the Political Blogosphere and Echo Chamber? URL: [https://www.researchgate.net/publication/268298430\\_Political\\_Blogs\\_and\\_the\\_Bloggers\\_Who\\_Blog\\_Them\\_Is\\_the\\_Political\\_Blogosphere\\_and\\_Echo\\_Chamber](https://www.researchgate.net/publication/268298430_Political_Blogs_and_the_Bloggers_Who_Blog_Them_Is_the_Political_Blogosphere_and_Echo_Chamber)

21. Botasheva A.K., Miller I.S., Rumachik I.A. The theory of chaos in political analysis: the third paradigm in the age of globalization // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2019. Т. 726. С. 585-592.

## REFERENCES

1. Bliznyak R.Z., Gerasimov I.A. Blogging kak tekhnologiya social'noj i politicheskoy kommunikacii: utochnenie ponyatiya i harakteristika evristicheskikh vozmozhnostej // *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Filosofiya. Sociologiya. Politologiya*. 2017. № 40. S. 222-231.

2. Blogosfera global'noj politiki. URL: <https://www.zakon.kz/4465146-blogosfera-globalnoj-politiki.html> (data obrashcheniya 14.07.2021)

3. Blog Baraka Obamy. URL: <https://twitter.com/barackobama> (data obrashcheniya 14.07.2021)

4. Viktor Majklson, osnovatel' i general'nyj direktor gruppy «Kommunikator». URL: <https://old.wciom.ru/index.php?id=236&uid=10560> (data obrashcheniya 14.07.2021)

5. Volkov S. YU., Nikitenko V. A. Blogging kak forma politicheskoy kommunikacii. URL: [http://journal.mrsu.ru/wp-content/uploads/2015/06/volkov\\_nikitenko1.pdf](http://journal.mrsu.ru/wp-content/uploads/2015/06/volkov_nikitenko1.pdf) (data obrashcheniya: 06.07.2021)

6. Volkov S. YU., Nikitenko V. A. Blogging kak forma politicheskoy kommunikacii // *Ogarev-Onlajn*. 2015. № 17 (58). S. 7.

7. VCIOM. Dannye oprosov. Sovmestnyj analiticheskij doklad VCIOM i Centra social'nogo proektirovaniya «Platforma». URL: <https://old.wciom.ru/index.php?id=236&uid=10560> (data obrashcheniya 15.07.2021)

8. Gde hranit' babki? Sovety gubernatoram posle aresta ih kollegi Belozerceva. URL: <https://youtube.com/watch?v=xhjTSaGVSK0&feature=share> (data obrashcheniya 15.07.2021)

9. Gigauri D.I., Gutorov V.A., SHirinyanc A.A. Youtube-blogery kak lidery obshchestvennogo mneniya molodyozhi: novye tekhnologii formirovaniya identichnosti v virtual'nom prostanstve // *Kaspijskij region: politika, ekonomika, kul'tura*. 2019. № 3(60). S. 51-58.

10. Gosudarstvennaya Duma. Prinyat zakon o «suverennom internete». URL: <http://duma.gov.ru/news/44551/> (data obrashcheniya 15.07.2021)

11. Lippman U. Obshchestvennoe mnenie / Per. s angl. T.V. Barchunovoj; Fond "Obshchestv. mnenie". M. : In-t Fonda "Obshchestv. mnenie", 2004. 382 s.

12. Nesterenok YU.I. Politicheskij blogging v politiko-kommunikativnyh processah sovremennoj Rossii: avtoref. dis. ... kand. polit. nauk. Rostov-na-Donu., 2013. 22 s.

13. Novye prigovory i novye pravila. Minzdrav o pensionerah. URL: <https://youtube.com/watch?v=Sn9tEk9h2qY&feature=share> (data obrashcheniya 15.07.2021)

14. Ob uhode Putina, magicheskikh obryadah i tajnah. URL: [https://youtube.com/watch?v=Y\\_tiYnB66Xg&feature=share](https://youtube.com/watch?v=Y_tiYnB66Xg&feature=share) (data obrashcheniya 15.07.2021)

15. Planeta Znamenitostej. Vse o znamenityh lyudyah 2020. URL: <https://planeta-znamenitostei.blogspot.com/2021/04/aleksander-bobylev-biography.html> (data obrashcheniya 14.07.2021)

16. SMI rasskazali, skol'ko rossijskie vlasti platyat blogeram za politicheskie roliki. URL: <https://www.business-gazeta.ru/news/394414> (data obrashcheniya 14.07.2021)

17. Strim Valeriya Solov'ya s uchastiem generala SVR. Otvety na voprosy... URL: <https://www.youtube.com/watch?v=hIRIF6-RIPs> (data obrashcheniya 15.07.2021)

18. Herring S.C. et al. Conversations in the Blogosphere: An Analysis «From the Bottom Up», *Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 2005. RR. 107b. Doi: 10.1109/HICSS.2005.167.

19. Wallsten K. Political Blogs and the Bloggers Who Blog Them: Is the Political Blogosphere and Echo Chamber? URL: [https://www.researchgate.net/publication/268298430\\_Political\\_Blogs\\_and\\_the\\_Bloggers\\_Who\\_Blog\\_Them\\_Is\\_the\\_Political\\_Blogosphere\\_and\\_Echo\\_Chamber](https://www.researchgate.net/publication/268298430_Political_Blogs_and_the_Bloggers_Who_Blog_Them_Is_the_Political_Blogosphere_and_Echo_Chamber)

20. Botasheva A.K., Miller I.S., Rumachik I.A. THE THEORY OF CHAOS IN POLITICAL ANALYSIS: THE THIRD PARADIGM IN THE AGE OF GLOBALIZATION // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2019. Т. 726. S. 585-592.

#### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Абазалиева Мадина Мухтаровна**, кандидат политических наук, доцент, доцент кафедры философии и гуманитарных дисциплин Северо-Кавказской государственной академии; тел.: 89283921456; E-mail: [abazalieva@mail.ru](mailto:abazalieva@mail.ru)

**Abazalieva Madina Mukhtarovna**, candidate of political Sciences, associate Professor, Professor of philosophy and humanitarian disciplines of North Caucasian state Academy; Phone: 89614833806; E-mail: [abazalieva@mail.ru](mailto:abazalieva@mail.ru)

**Боташева Асият Казиевна**, доктор политических наук, доцент, профессор кафедры журналистики, медиакоммуникаций и связей с общественностью Института международных отношений Пятигорского государственного университета; тел.: 89614833806; E-mail: [ab-ww@mail.ru](mailto:ab-ww@mail.ru)

**Botasheva Asiyat Kazievna**, doctor of political science, associate Professor, Professor of the Department of journalism, media communications and public relations Of the Institute of international relations of Pyatigorsk state University; Phone: 89614833806; E-mail: [ab-ww@mail.ru](mailto:ab-ww@mail.ru)

Дата поступления в редакцию: 12.05.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 13.06.2021



Д.И. Узнародов [D. I. Uznarodov]

УДК 323.1  
DOI: 10.37493/2307-910X.2021.3.21.**ЭТНОПОЛИТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В  
РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ ПОСЛЕ 2014  
ГОДА****ETHNOPOLITICAL PROCESSES IN THE  
REPUBLIC OF CRIMEA AFTER 2014**

*Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук, г. Ростов-на-Дону, Россия, e-mail: [uzn-dmitrij@yandex.ru](mailto:uzn-dmitrij@yandex.ru) / Federal Research Center Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia, e-mail: [uzn-dmitrij@yandex.ru](mailto:uzn-dmitrij@yandex.ru)*

**Аннотация**

*В статье рассматривается состояние этнополитических процессов в Республике Крым после 2014 года. Обозначаются ключевые факторы и субъекты этнополитического процесса Республики Крым. Отмечается, что после 2014 года основным фактором в этнополитическом процессе Республики Крым является крымскотатарский фактор. Также раскрывается специфика проявления крымскотатарского фактора в системе этнополитических процессов Республики Крым.*

**Ключевые слова.** Республика Крым, этнополитический процесс, крымские татары, земельно-имущественные отношения, социальная конфликтогенность.

**Abstract**

*The article discusses the state of ethno-political processes in the Republic of Crimea after 2014. The key factors and subjects of the ethno-political process of the Republic of Crimea are identified. It is noted that after 2014, the main factor in the ethno-political process of the Republic of Crimea is the Crimean Tatar factor. The article also reveals the specifics of the Crimean Tatar factor in the system of ethno-political processes of the Republic of Crimea.*

**Key words:** Republic of Crimea, ethno-political process, Crimean Tatars, land and property relations, social conflict.

*Работа подготовлена в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН, № зр. проекта АААА-А19-11901190184-2. /The work was prepared within the framework of the implementation of the State Scientific Research Center of the Russian Academy of Sciences, project no. АААА19-11901190184-2.*

**Введение.** В научном дискурсе исследованию этнополитических процессов в Республике Крым посвящены работы ряда специалистов, в частности, В.Э. Абдураимова [1], К.Н. Ахмадеева [2], А.В. Баранова [3], Д.К. Григоряна [4], Е.Н. Кондратенко [4], Т.К. Фарапоновой [4], Н.В. Киселевой [5], А.В. Мальгина [5], В.П. Петрова [5], А.А. Форманчука [5], В.Э. Григорьянца [6], Е.А. Корнеевой [7], А.В. Левина [8], А.Р. Никифорова [9], Т.С. Симоновой [10]. Несмотря на то, что по данной теме уже сформирована значительная научно-исследовательская база, определенные моменты, в частности, связанные с изучением пространственной динамики возникновения этнических противоречий, по-прежнему остаются нераскрытыми. Этим и обусловлена одна из целей данной работы, которая состоит в том, чтобы показать существующее в настоящее время соотношение между возникающими этнополитическими противоречиями и различными частями Крымского полуострова. Помимо этого, в статье будет проведен обзор основных субъектов этнополитического процесса Республики Крым.



**Основная часть исследования.** В настоящее время в зависимости от специфики этнической структуры в Республике Крым можно выделить сразу несколько типов муниципальных образований: районы с ярко выраженной «русской» компонентой, районы с существенной «украинской» компонентой, а также районы с большим влиянием «крымскотатарского» фактора.

Большинство муниципальных образований с преобладающей «русской» составляющей располагаются на юге Республики Крым. К ним относятся городские округа Алушта (72,85% русского населения), Евпатория (73,76%), Ялта (74,04%), Феодосия (79,69%), Керчь (87,34%), а также Ленинский район (64,05%) [11]. Одновременно с этим, несколько муниципальных образований с ярко выраженной «русской» компонентой находятся в северной (городской округ Джанкой, Черноморский район) и центральной (городской округ Симферополь, городской округ Саки) частях Республики Крым. В них доля русского этноса составляет 68, 63, 72,37 и 72,17 % соответственно [11].

К муниципальным образованиям с существенной «украинской» составляющей относятся городские округа Армянск (29,52%), городские округа Красноперекоевск (30,52%), Джанкойский район (23,52%), Красноперекоевский район (32,54%), Нижнегорский район (19,54%), Первомайский район (28,63%), Раздольненский район (30,29%), Сакский район (21,51%) [11]. За исключением Нижнегорского и Сакского районов все остальные муниципальные образования с существенной «украинской» компонентой находятся на севере Крымского полуострова.

Что касается муниципальных образований с большим влиянием «крымскотатарского» фактора, то в настоящее время подобные районы находятся, преимущественно, в центральной части республики. К ним относятся Белогорский (31,32%), Кировский (28,84%), Красногвардейский (20,62%), Симферопольский (22,81%) и Советский районы (25,94%) [11]. Также два района с наибольшей долей крымскотатарского населения находятся в южной части республики (Городской округ Судак, Бахчисарайский район). В этих районах доля крымскотатарского этноса составляет 21,48 и 23,63% [11].

Крымскотатарский фактор в настоящее время является ключевым в системе этнополитических процессов Республики Крым. Если в период с 1991 до 2014 года значимую роль также играл и «русский» фактор, субъектами которого являлись такие организации как «Русская община Крыма» и «Русское единство», сыгравшие определяющую роль во время событий 2014 года, то после 2014 года существенно актуализируется крымскотатарский фактор. О значительном влиянии крымскотатарской компоненты в системе этнополитического процесса Республики Крым свидетельствует многочисленное количество субъектов политического процесса, представляющих интересы крымскотатарского этноса. После 2014 года характер деятельности крымскотатарских этнополитических организаций, как и всего этнополитического процесса на полуострове, подвергся определенным трансформациям. До 2014 года одним из наиболее влиятельных субъектов этнополитического процесса Республики Крым являлся созданный в начале 90-х годов Меджлис крымскотатарского народа, формируемый национальным съездом (Курултаем) [12, с. 103-104]. В апреле 2016 года по решению Министерства юстиции Российской Федерации «Меджлис крымскотатарского народа» получил статус организации экстремистского характера.

После вхождения Крыма в состав России в качестве альтернативы запрещенному «Меджлису» появилось несколько альтернативных организаций, взявших на себя функции по представлению интересов крымских татар, в частности, к таким структурам относится общественная организация «Единство Крыма» («Къырым бирлиги»), лидером которого стал политик Сейтумер Ниметуллаев. Именно это движение в настоящее время признано властями республики в качестве официального представителя интересов крымских татар [4, с. 179]. Также к движениям, направленным на представление в социально-политическом пространстве интересов крымскотатарского населения, относится «Милли Фирка», возглавляемое по-

литиком В.А. Абдураимовым. Несмотря на то, что в названии организации содержится слово «партия» (крым. «фьырка» - «партия»), данная структура имеет статус именно общественной организации, так как в соответствии с законодательством Российской Федерации, партии, основанные по этническому принципу, не могут быть зарегистрированы официально. Существуют и другие крымскотатарские движения, функционирующие в Республике Крым, в частности, «Поколение Крым» (основатель- Р. Бальбек), «Себат» (основатель- С. Гемерджи) [12, с. 137].

Следует отметить, что степень политизации конфликтогенности социума в Республике Крым является довольно высокой, что, во многом, обусловлено исторически присущей для него полиэтничностью, в системе которой каждая этническая группа занимает свое особое место в истории, имеет свою уникальную историю происхождения. По мнению исследователя А.Б. Швеца, еще в период пребывания Крымского полуострова в составе Украины в пределах ряда районов успел оформиться определенный ареал устойчивого проявления конфликтности [14, с. 9]. В рамках ареала устойчивого проявления конфликтности А.Б. Швец также выделяет предгорную и приморскую части. К предгорной части относятся Бахчисарайский, Белогорский и Симферопольский районы, а также города Симферополь и Старый Крым. В приморскую часть ученый включает города Алушта, Судак, Феодосия, Ялта. Если для приморской части свойственна конфликтогенность социально-экономического характера, то для предгорной части свойственен межэтнический тип конфликтогенности [14, с. 9].

Конфликтогенность социально-экономического характера, свойственная для приморской части Республики Крым, представляет собой значительный фактор, способный оказать влияние на дестабилизацию этнополитического процесса в республике. Ключевым направлением среди проблем социально-экономического характера является земельно-имущественный вопрос. Определяющую роль здесь играет крымскотатарский фактор.

Исторические корни данной проблемы лежат в событиях депортации крымских татар 1944 года, которая впоследствии привела к полной трансформации ареала исторического проживания крымскотатарского этноса. Следует отметить, что до этих трагических событий расселение крымских татар по районам Крыма было неравномерным. Например, в степных районах республики процент крымскотатарского населения достигал 10%, а в южных и прибрежных районах крымские татары являлись большинством [15]. Несмотря на то, что формально восстановление в правах крымскотатарского этноса произошло еще в 1968 году, крымские татары, вследствие установленных властями страны запретов, не могли вернуться на свою историческую родину вплоть до 1989 года. Изначально возвращение носило массовый и при этом стихийный характер. Репатрианты сталкивались с ситуацией, когда в принадлежащих им ранее землях и домах проживали уже новые граждане, главным образом, русские и украинцы, многие из которых были переселены в Крым после окончания Великой Отечественной войны. Массовый приток крымскотатарских репатриантов актуализировал вопрос организации их размещения и предоставления им жилья. Однако принятия эффективных решений со стороны властей так и не последовало. Земельный вопрос по-прежнему остается одной из наиболее актуальных тем в социально-политической повестке Республики Крым.

Вследствие того, что крымскотатарские репатрианты не были готовы смириться с невозможностью возвратиться на свои бывшие места проживания, при активной поддержке политической организации «Меджлис крымскотатарского народа» была взята на вооружение практика самовольного занятия земель, которая заключалась в неправомерном возведении участков на незанятых территориях близ курортов и крупных прибрежных городов. В результате, подобные действия в совокупности с отсутствием принятия со стороны украинских властей эффективных мер по обеспечению жильем крымскотатарских репатриантов привели к тому, что с 1991 по 2007 гг. в республике оказались незаконно занято более 40 000 гектаров

земли. На этих землях образовалось порядка 300 крымскотатарских поселений с населением около 200 000 человек (например, поселения «Дубки», «Каменка», «Фонтаны» в Симферополе, «Исмаил-бей» в Евпатории) [16]. До 2006 года в Украине существовал закон об устройстве депортированных, но после его отмены проблема самозахватов актуализировалась с новой силой. В период действия закона на решение жилищной проблемы крымских татар власти Украины выделяли порядка 900 миллионов гривен, но до адресатов большая часть этих средств не доходила. Одновременно с этим, число желающих получить землю только росло. Причиной стало то, что многие из представителей репатриантов «первой волны» так и не получили жилья, при этом, к середине 2000-х годов выросло новое поколение крымских татар (дети и внуки репатриантов начала 90-х годов), стремящееся улучшить свои жилищные условия [17].

После «крымской весны» российскими властями был разработан новый вариант решения земельного вопроса в республике. Подобным вариантом стало принятие Государственным Советом республики закона «О регулировании вопросов, связанных с самовольным занятием земель на территории Республики Крым» [18]. Помимо этого, при Совете министров Крыма была создана особая комиссия, задача которой состояла в мониторинге ситуации с выделением земли участникам незаконных застроек («полян протеста»). Ключевым условием выделения жилья является снос возведенных застроек на незаконно занятых землях. Одновременно с этим, в соответствии с законом, любому гражданину Российской Федерации может быть бесплатно единожды выделена в собственность незаконно занятая земля площадью от пяти до десяти соток. На протяжении пяти лет эту землю выставлять на продажу запрещено. В рамках проекта планируется предоставление 8-9 тыс. земельных участков в различных муниципальных образованиях Республики Крым [18].

Что касается предгорной части Республики Крым, то истоки свойственного для нее межэтнического типа конфликтности также тесно связаны с трагической депортацией крымскотатарского населения в 1944 году. Необходимо подчеркнуть, что на данный момент ареал проживания крымскотатарского этноса располагается, преимущественно, в предгорных и степных районах республики. Однако, было так не всегда. Например, в начале прошлого века основным ареалом проживания крымских татар являлись, преимущественно, районы в прибрежной части полуострова [14, с. 14]. Изменения происходят после массовой депортации крымскотатарского населения в 1944 году (на территорию Узбекистана, Казахстана и Таджикистана), а в 90-е годы после запуска процесса репатриации крымских татар оказалось, что их бывшие места проживания уже заняты представителями иных национальностей, вследствие чего крымские татары стали заселять предгорные районы республики, преимущественно, в его центральной части. Подобные трансформации ареала исторического проживания крымскотатарского населения стали впоследствии источником многих проблем, в том числе и этнополитического характера.

Немаловажное место в системе крымскотатарского фактора этнополитического процесса Республики Крым исторически занимает также влияние Турецкой Республики [12, с. 120]. Как отмечает ученый А.Г. Шевчук, Турция занимается продвижением интересов крымскотатарского этноса и уделяет этому вопросу существенное внимание при выстраивании геополитической стратегии в Причерноморском регионе во многом потому, что воспринимает крымскотатарский этнос как неотъемлемую часть современного тюркского мира, в котором Турецкая Республика играет центральную роль [19, с. 281].

Каналами влияния Турецкой Республики на крымскотатарский этнос являются различные гуманитарные организации. К таковым относятся Агентство по международному развитию и сотрудничеству при Совете министров Турции (Türkiye İşbirliği ve Kalkınma İdaresi; сокр.- ТІКА) и «Союз культуры и взаимопомощи крымских тюрков». Деятельность Союза культуры и взаимопомощи крымских тюрков направлена на различную помощь со-

отечественникам в Республике Крым, в особенности, на поддержку культуры и этнической идентичности крымских татар.

Что касается Агентства по международному развитию и сотрудничеству при Совете министров Турции, то его деятельность ориентирована на выработку механизма взаимодействия между высшими учебными заведениями, государственными учреждениями и неправительственными организациями [20]. Помимо Крымского полуострова данная организация имеет влияние и осуществляет свою деятельность также на территориях ряда государств Балканского полуострова, Ближнего и Среднего Востока, Центральной Азии, Южного Кавказа, а также Северной Африки [21, с. 94].

Немаловажное значение для воплощения внешней политики Турецкой Республики имеет политика «мягкой силы», основу которой составляют несколько основных принципов. В сфере культуры и просвещения подобная политика ориентирована на создание специальных школ, в которых преподается турецкий язык, история и культура, а также на открытие в высших учебных заведениях кафедр преподавания турецкого языка. В Республике Крым до 2014 года Агентством по международному развитию и сотрудничеству при Совете министров Турции функционировали проекты (например, проект «1000 домов» для крымскотатарского населения), финансирование которых доходило до 25 млн. долларов [22, с. 147]. Также распространенной практикой являлось заключение соглашений между высшими учебными заведениями Турецкой Республики и Крыма с целью организации совместных проектов в области науки и инноваций. Осуществлялось сотрудничество и в области развития предпринимательства и улучшения инвестиционного климата, которое заключалось в создании советов различных уровней, упрощающих деятельность бизнес-структур [22, с. 147].

**Заключение.** Итак, переходя к выводам, следует отметить, что в настоящее время центральным фактором в этнополитическом процессе Республики Крым является крымскотатарский фактор. Его влияние проявляется в функционировании в республике ряда общественных организаций, деятельность которых направлена на представление интересов крымских татар. В частности, это такие организации, как «Къырым бирлиги», «Милли Фирка», «Поколение Крым» и «Себат». Кроме того, крымскотатарский фактор играет центральную роль в системе ареала устойчивого проявления конфликтности в Республике Крым. В настоящее время ареал устойчивого проявления конфликтности в Республике Крым распространяется на предгорную и приморскую части. Для предгорной части характерна конфликтность межэтнического характера, а для приморской – конфликтность социально-экономического характера, центральным аспектом которой является вопрос незаконного занятия земель крымскотатарским населением. Существенное воздействие на крымскотатарский фактор в Крыму исторически оказывает Турция, однако после 2014 года подобное влияние существенно пошло на спад. Фактически, единственным субъектом, посредством которого Турецкая Республика осуществляет свое влияние в Республике Крым, является Агентство по международному развитию и сотрудничеству при Совете министров Турции, деятельность которого ориентирована на выработку механизма взаимодействия между высшими учебными заведениями, государственными учреждениями и неправительственными организациями.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абдураимов В.Э. Некоторые особенности этнических процессов в современном Крыму / Этнография Крыма XIX–XX вв. и современные этнокультурные процессы: материалы и исследования первой научно-практической конференции, посвященной 10-летию Крымского этнографического музея (Симферополь, 20-21 декабря 2002 г.). Симферополь, 2002. С. 1–4.
2. Ахмадеев К.Н. Теоретико-методологические основания исследования крымскотатарского этнополитического процесса // Ислам в современном мире. 2019. № 2. С. 151-166.

3. Баранов А.В. Этнополитические процессы в Крыму и Севастополе (на материалах социологических опросов) / Причерноморье в контексте российской цивилизации: история, политика, культура: материалы международной научно-практической конференции. Отв. ред. А.В. Баранов, В.В. Касьянов. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2019. С. 14-22.
4. Григорян Д.К., Кондратенко Е.Н., Фарапонова Т.К. Этнополитическая мобилизация крымских татар в контексте интересов турецкой элиты // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. 2020. № 2. С. 178-182.
5. Киселёва Н. В., Мальгин А. В., Петров В. П., Форманчук А. А. Этнополитические процессы в Крыму: исторический опыт, современные проблемы и перспективы решения. Симферополь: Салта, 2015. 352 с.
6. Григорьянц В.Э. О некоторых особенностях развития социокультурной ситуации в Крыму / Пилигримы Крыма: сб. науч. статей и материалов. Вып. 2 (7). Новая и новейшая история Крыма. Симферополь: «Крымский Архив», 2003. С. 28–35.
7. Корнеева Е.А. Этнополитический конфликт в Крыму: путь к легитимации власти крымских татар // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Гуманитарные и общественные науки. 2012. № 1. С. 158-162.
8. Левин А.В. Мониторинг этнополитических процессов в Крыму // Инновации в науке. 2017. № 13. С. 23-25.
9. Никифоров А.Р. Этнические процессы в современном Крыму / Этнография Крыма XIX–XX вв. и современные этнокультурные процессы: материалы и исследования первой научно-практической конференции, посвященной 10-летию Крымского этнографического музея (Симферополь, 20-21 декабря 2002 г.). Симферополь, 2002. С. 94–99.
10. Симонова Т.С. Особенности разрешения этнических конфликтов на территории Республики Крым после вхождения в состав Российской Федерации // Молодой ученый. Международный научный журнал. 2019. № 21. С. 454-456.
11. Национальный состав населения Республики Крым. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://web.archive.org/web/20150925112720/http://crimea.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/crimea/resources/1f72198049859f4b9205f22d12c3261e/pub-04-01.pdf](https://web.archive.org/web/20150925112720/http://crimea.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/crimea/resources/1f72198049859f4b9205f22d12c3261e/pub-04-01.pdf) (дата обращения: 21.01.2021).
12. Ахмадеев К.Н. Крымскотатарское сообщество современной России: проблема самоопределения: дис. ... канд. полит. наук. СПб., 2019. 187 с.
13. Левкович О. Съедобная политика: что стоит за блокадой Крыма // Forbes Украина. 2015. 21 сент. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://forbes.net.ua/nation/1402327-sedobnayapolitika-hto-stoit-za-blokadoj-kryma> (дата обращения: 21.01.2021).
14. Швец А.Б. Риск политизации этничности в Крыму // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2017. № 3. С. 5-21.
15. Всесоюзная перепись населения 1939 года. Национальный состав населения районов, городов и крупных сел РСФСР. Крымская АССР. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.demoscope.ru/weekly/ssp/rus\\_nac\\_39\\_ra.php?reg=2257](http://www.demoscope.ru/weekly/ssp/rus_nac_39_ra.php?reg=2257) (дата обращения: 26.01.2021).
16. Обзор СМИ Автономной Республики Крым за 13-19 ноября // Информационное агентство REGNUM. 2006. 20 нояб. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://regnum.ru/news/polit/742224.html> (дата обращения: 26.01.2021).
17. Поляны протеста. Как крымские татары возвращали утерянные земли // Еженедельник «Аргументы и факты». 2015. 27 янв. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://krym.aif.ru/society/persona/1433478> (дата обращения: 03.02.2021).

18. Законопроект Республики Крым «О регулировании вопросов, связанных с самовольным занятием земель на территории Республики Крым» // Российская газета. 2014. 30 июл. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rg.ru/2014/07/30/krim-proekt-zemlya-reg-dok.html> (дата обращения: 03.02.2021).

19. Шевчук А.Г. Обзорно-аналитическая оценка текущей социокультурной и этноконфессиональной ситуации в циркумпонтийском геополитическом пространстве / Вопросы развития Крыма. Научно-практический дискуссионно-аналитический сборник. Симферополь: СОНАТ, 2012. Вып. 16. Крымское региональное сообщество: генезис, современное состояние, перспективы. С. 275-282.

20. Турецкое агентство по сотрудничеству и координации (Türk İşbirliği ve Koordinasyon Ajansı Başkanlığı). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tika.gov.tr/tr/sayfa/hakkimizda-14649> (дата обращения: 03.02.2021).

21. Рябцев О.В. Сетевой принцип деятельности организаций закрытого типа в контексте угроз национальной и региональной безопасности России : на примере крымско-татарского национального движения: дис. ... канд. полит. наук. Ростов н/Д, 2008. 182 с.

22. Сафонкина Е.А. Турция как новый фактор политики «Мягкой силы» // Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. 2014. № 2. С. 145-166.

#### REFERENCES

1. Abduraimov V. E. Some features of ethnic processes in the modern Crimea / Ethnography of Crimea of the XIX-XX centuries and modern ethnocultural processes: materials and researches of the first scientific and practical conference dedicated to the 10th anniversary of the Crimean Ethnographic Museum (Simferopol, December 20-21, 2002). Simferopol, 2002. P. 1-4.

2. Akhmadeev K. N. Theoretical-methodological bases of research of Crimean Tatar ethno-political process // Islam in the modern world. 2019. No. 2. P. 151-166.

3. Baranov A. V. Ethno-political processes in Crimea and Sevastopol (on materials of sociological surveys) / The black sea region in the context of Russian civilization: history, politics, culture: materials of the international scientific-practical conference. Resp. edited by A. V. Baranov, V. V. Kasyanov. Krasnodar: Kuban State University, 2019. P. 14-22.

4. Grigoryan D. K., Kondratenko E. N., Faraponova T. K. Ethno-political mobilization of Crimean Tatars in the context of interests of the Turkish elite. Scientific notes. 2020. No. 2. P. 178-182.

5. Kiseleva N. V., Malgin A.V., Petrov V. P., Formanchuk A. A. Ethnopolitical processes in the Crimea: historical experience, modern problems and prospects of solution. Simferopol: Salta, 2015. 352 p.

6. Grigoryants V. E. On some features of the development of the socio-cultural situation in Crimea / Pilgrims of Crimea: collection of scientific articles and materials. Issue 2 (7). New and recent history of Crimea. Simferopol: "Crimean Archive", 2003. P. 28-35.

7. Korneeva E. A. Ethnopolitical conflict in Crimea: the road to legitimacy of the Crimean Tatars authority // Nauchno-tehnicheskie Vedomosti SPbGPU. Humanities and social Sciences. 2012. No. 1. P. 158-162.

8. Levin A.V. Monitoring of ethnopolitical processes in Crimea // Innovations in science. 2017. No. 13. P. 23-25.

9. Nikiforov A. R. Ethnic processes in the modern Crimea / Ethnography of Crimea of the XIX-XX centuries and modern ethnocultural processes: materials and researches of the first scientific and practical conference dedicated to the 10th anniversary of the Crimean Ethnographic Museum (Simferopol, December 20-21, 2002). Simferopol, 2002. P. 94-99.

10. Simonova T. S. Features of the resolution of ethnic conflicts on the territory of the Republic of Crimea after joining the Russian Federation // Young Scientist. International scientific journal. 2019. No. 21. P. 454-456.
11. National composition of the population of the Republic of Crimea [Electronic resource]. – Mode of access: [mea/resources/1f](http://mea/resources/1f) (date accessed: 21.01.2021).
12. Akhmadeev K. N. The Crimean Tatar community of modern Russia: the problem of self-determination: dis. ... kand. polit. nauk. SPb., 2019. 187 p.
13. Levkovich O. Edible politics: what is behind the blockade of Crimea // Forbes Ukraine. 2015. 21 Sept. [Electronic resource]. – Mode of access: <http://forbes.net.ua/nation/1402327-sedobnayapolitika-cto-stoit-za-blokadoj-kryma> (date accessed: 21.01.2021).
14. Shvets A. B. Risk of politicization of ethnicity in the Crimea // Geopolitics and Ecogedynamics of Regions. 2017. No. 3. P. 5-21.
15. The All-Union Population Census of 1939. The national composition of the population of districts, cities and large villages of the RSFSR. Crimean Autonomous Soviet Socialist Republic [Electronic resource]. – Mode of access: [http://www.demoscope.ru/weekly/ssp/rus\\_nac\\_39\\_ra.php?reg=2257](http://www.demoscope.ru/weekly/ssp/rus_nac_39_ra.php?reg=2257) (date accessed: 26.01.2021).
16. Media review of the Autonomous Republic of Crimea for November 13-19 // News Agency REGNUM. 2006. 20 Nov. [Electronic resource]. – Mode of access: <https://regnum.ru/news/polit/742224.html> (date accessed: 26.01.2021).
17. Glades of the protest. How the Crimean Tatars returned the lost lands // Weekly Magazine "Argumenty i fakty". 2015. 27 Jan. [Electronic resource]. – Mode of access: <https://krym.aif.ru/society/persona/1433478> (date accessed: 03.02.2021).
18. Draft law of the Republic of Crimea "On regulation of issues related to the unauthorized occupation of lands in the territory of the Republic of Crimea" // Rossiyskaya Gazeta. 2014. 30 Jul. [Electronic resource]. – Mode of access: <https://rg.ru/2014/07/30/krim-proekt-zemlya-reg-dok.html> (date accessed: 03.02.2021).
19. Shevchuk A. G. Overview and analytical assessment of the current socio-cultural and ethno-confessional situation in the Circumpont geopolitical space / Questions of the development of Crimea. Scientific and practical discussion and analytical collection. Simferopol: SONAT, 2012. Vol. 16. Crimean regional community: genesis, current state, prospects. P. 275-282.
20. Turkish Agency for Cooperation and Coordination (Türk İşbirliği ve Koordinasyon Ajansı Başkanlığı) [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.tika.gov.tr/tr/sayfa/hakkimizda-14649> (date accessed: 03.02.2021).
21. Ryabtsev O. V. Network principle of activity of closed organizations in the context of threats to national and regional security of Russia: on the example of the Crimean Tatar national movement: dis. ... cand. polit. sciences. Rostov-on-Don, 2008. 182 p.
22. Safonkina E. A. Turkey as a new factor in the policy of "Soft power" // Vestnik mezhdunarodnykh organizatsii: obrazovanie, nauka, novaya ekonomika. 2014. No. 2. P. 145-166.

#### ОБ АВТОРЕ / ABOUT THE AUTHOR

**Узнародов Дмитрий Игоревич**, кандидат политических наук, Южный научный центр РАН, Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук, г. Ростов-на-Дону, Россия, e-mail: [uzn-dmitrij@yandex.ru](mailto:uzn-dmitrij@yandex.ru)

**Uznarodov Dmitry Igorevich**, Candidate of Political Sciences, Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Federal Research Center Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia, e-mail: [uzn-dmitrij@yandex.ru](mailto:uzn-dmitrij@yandex.ru)

Дата поступления в редакцию: 12.05.2021

После рецензирования: 23.05.2021

Дата принятия к публикации: 13.06.2021



А. М.Ерохин [A. M. Erokhin],  
С. М. Воробьев [S. M. Vorobev],  
Е. А. Авдеев [E. A. Avdeev]

УДК 323

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.3.22.

**РОЛЬ СОВЕТСКОГО  
ИСТОРИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЕ В  
ФОРМИРОВАНИИ ОСНОВ  
РОССИЙСКОГО ПАТРИОТИЗМА У  
МОЛОДЕЖИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА**

**ROLE OF THE SOVIET HISTORICAL  
LEGACY IN SHAPING OF RUSSIAN'S  
PATRIOTISM OF THE NORTH  
CAUCASUS YOUTH**

*ФГАОУ ВО Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, Россия/ North Caucasus Federal University", Stavropol, Russia, e-mail: [a\\_erohin@mail.ru](mailto:a_erohin@mail.ru)*

**Аннотация**

*Патриотизм является идеей-символом, с которой может отождествлять себя любой гражданин страны, не зависимо от национальной и социальной принадлежности, способствует консолидации российского общества и выступает основой ценностно-смыслового наполнения российской идентичности.*

**Материалы и методы, результаты и обсуждения**

*Цель исследования — выявление роли советского культурно-исторического наследия в формировании основ современного российского патриотизма. Авторы анализируют представления молодежи Северного Кавказа о значении советской эпохи, основных составляющих советского и российского патриотизма, памяти о сложившейся в СССР наднациональной общности — советском народе. Теоретической основой стали современные концептуально-теоретические подходы к феномену патриотизма, проблемам формирования политики памяти и символических основ конструирования идентичности. Эмпирическим базисом являются обобщенные результаты социологических исследований, отражающие представления молодежи Северного Кавказа о советской эпохе и советском патриотизме. У молодежи Северного Кавказ, независимо от национальности сохраняется интерес к советской эпохе. У молодых людей, в целом, сложился позитивный образ достижений этого периода в области государственного строительства, культуры и социальной политики. Интерес к СССР имеет преимущественно историко-культурный, а не политико-идеологический характер. Сохраняется память и о советском народе, как о новой гражданско-политической общности, интегрирующей разрозненные социальные и этнические группы. Такие ценностные составляющие советского патриотизма, как уважение к труду, дружба всех наций и народов, гордость за величие страны важны для современных молодых людей и вызывают у них в основном позитивные чувства. Сохраняется определенная преемственность традиционных историко-культурных составляющих советского и российского патриотизма. Для молодежи значимы как историко-культурная, так и гражданская составляющие современного российского патриотизма.*

**Заключение**

*Можно утверждать, что ведущую роль в формировании основ современного российского патриотизма по-прежнему играет советское культурно-историческое наследие.*



**Ключевые слова:** советское эпоха, историческая память, молодежь, Северный Кавказ, советский патриотизм, российский патриотизм, ценности

### **Abstract**

*Patriotism is an idea-symbol with which any citizen of the country can identify himself, regardless of national and social affiliation, contributes to the consolidation of Russian society and acts as the basis for the value-semantic content of Russian identity.*

### **Materials and methods, results and discussions**

*The goal of this research is to identify the role of the Soviet cultural and historical heritage in the formation of the foundations of modern Russian patriotism. The authors analyze the notions of the North Caucasus youth about the significance of the Soviet era, the main components of Soviet and Russian patriotism, and the memory of the supranational community that has developed in the USSR - the Soviet people. The theoretical basis is modern conceptual and theoretical approaches to the phenomenon of patriotism, the problems of the formation of the politics of memory and the symbolic foundations of the construction of identity. The empirical basis is the generalized results of sociological research, reflecting the ideas of young people in the North Caucasus about the Soviet era and Soviet patriotism. The North Caucasus youth, regardless of nationality, retains an interest in the Soviet era. Young people, in general, have a positive image of the achievements of this period in the field of state building, culture and social policy. Interest in the USSR is predominantly of a historical and cultural rather than political and ideological nature. The memory of the Soviet people will also be preserved as a new civil-political community integrating disparate social and ethnic groups. Such value components of Soviet patriotism as respect for work, friendship of all nations and peoples, pride in the greatness of the country are important for modern young people and cause them mostly positive feelings. There is a certain continuity of traditional historical and cultural components of Soviet and Russian patriotism. For young people, both the historical, cultural and civic components of Russian Russian patriotism are significant.*

### **Conclusion**

*We argue that the leading role in the formation of the foundations of modern Russian patriotism is still played by the Soviet cultural and historical heritage.*

**Key words:** soviet era, historical memory, youth, North Caucasus, Soviet patriotism, Russian patriotism, values

*Статья подготовлена в рамках научного проекта «№ 21-09-43018 «Национальная политика СССР и ее влияние на современную этнополитическую ситуацию в представлениях молодежи Северного Кавказа»/ The article was prepared within the framework of the scientific project "No. 21-09-43018 "The national policy of the USSR and its impact on the modern ethno-political situation in the views of the youth of the North Caucasus*

### **Introduction**

Patriotism is one of the main elements of political culture and a resource for symbolic politics. Modern nation-states have made a lot of efforts aimed at the formation of national pride and patriotic feelings among citizens [21; 3; 19; twenty]. In the context of the political and ideological realities of the XXI century, when the very patriotic idea of Western social science is declared obsolete, the reliance of the Russian state on patriotism to consolidate society and conduct an independent domestic and foreign policy leads to the formation of new dividing lines and value-ideological confrontation. In this regard, the formation of Russian patriotism among young people is not only of great theoretical and practical significance, but also becomes the subject of ideological and political struggle.

In the modern domestic scientific community, there is a further understanding of the theoretical and ideological foundations of Russian patriotism, the methodology of its formation among

young people. The country's leadership has formed an understanding that patriotism should be a unifying national idea, a value-symbolic resource for preserving and strengthening Russian identity: "if we want to preserve our identity as a whole, then, of course, we must cultivate a healthy sense of patriotism." The country will not exist without this."<sup>1</sup> In the Russian scientific and political discourse, the recognition and support of patriotic ideology as an integrating national idea is taking shape [17, p. 252].

Patriotism can become one of the foundations for the consolidation of Russian society for solving complex problems of further socio-economic development of the country, modernization of all spheres of public life in the context of international confrontation and the global crisis. In this regard, it is necessary to rely on the Soviet historical heritage in the process of the formation of Russian patriotism among modern youth.

The aim of the study is to identify the role of the Soviet cultural and historical heritage in the formation of the foundations of modern Russian patriotism.

The objectives of the study were to determine the ideas of the youth of the North Caucasus about the role and significance of the Soviet era, the main components of Soviet and Russian patriotism, and the memory of the supranational community formed in the USSR - the Soviet people.

### **Review of research on this issue**

The Soviet period in the history of Russia was marked by the formation of a new national-state structure based on socialist ideology and was accompanied by considerable difficulties and heroic achievements, accompanied by the ideological mobilization of society. At the initial stage of the formation of the USSR, patriotism was not the basis of ideological unity, the defining ideologue was proletarian internationalism. Theorists of Marxism in the pre-revolutionary period rejected the idea of patriotism, ignoring its mobilization potential in connection with the need to destroy the imperial capitalist Russian state. Thus, V. I. Lenin in 1915 wrote that "the revolutionary class in a reactionary war cannot but wish defeat to its government" [8, p. 286]. Relying on this Marxist-Leninist idea of abandoning traditional patriotism, Soviet science strove to form Soviet patriotism on the basis of communist ideology.

In the 30s. XX century an understanding of the role of patriotism in the mobilization and unification of the peoples of the USSR begins to emerge, along with the ideological basis, its understanding also includes the values of the Motherland, Fatherland, the heroic historical past of the country, which are of a traditional nature. AN Ivanov noted that this approach tried on the majority of the country's population with the regime that existed in the country and contributed to the consolidation of Soviet society [5, p. 56]. During this period, the concept of "Soviet patriotism" is filled with a certain cultural and historical continuity, a number of outstanding commanders and rulers of Russia begin to be glorified in science and culture, and the country's leadership appeals to a number of pre-Soviet military-patriotic traditions, neo-imperial values and the idea of great power are introduced into public discourse. At the same time, according to V. A. Tishkov's remarks, "the ideology of Soviet patriotism had not an ethnic ... but a state-paternalistic character" [16, p. 38.]. Soviet patriotism became a powerful mobilizing force during the Great Patriotic War, made it possible to withstand the hardest trials and led to mass heroism at the front and in the rear. The mobilization foundations of patriotism allowed the Soviet state to restore the country in the shortest possible time after the war and make it a superpower. In the 60s. such a component of Soviet and Russian patriotism is taking shape as a heroic discourse about the Great Victory, which perpetuated the memory of the people about the heroic deeds and sacrifices in the name of the Motherland. In subsequent years, the process of inhibition of socio-economic development began, stagnation in all spheres of life of Soviet society and patriotism acquired negative administrative bureaucratic forms, which was accompanied by disappointment in its ideological foundations. This led to the loss of a sense of belonging to the Motherland and the state on the part of the majority of the population.

<sup>1</sup> Putin V.V. Vstrecha so studentami yuridicheskikh vuzov Moskvy 2013 g. – Oficial'nyj sajt Prezidenta Rossii. 03.12.2013. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/19778> (accessed 07.07.2021).

With the collapse of the USSR, Soviet patriotism did not completely disappear from the collective memory of the people, but it did not become the basis for the formation of a new state. M.K. Gorshkov identifies such main factors that influenced the formation of Russian identity in the 90s. XX century as external influence, conflict and convergence of cultures, the surge of ethno-nationalism and separatism in the regions [4, p. ten]. During this period, there was no state policy for the formation of Russian patriotism, there was a process of rejection of the spiritual and moral foundations of Soviet patriotism. Subsequently, a smooth transition began to occur to the continuity of the imperial and Soviet historical heritage as the basis for the formation of Russian patriotism and the value-semantic content of identity. V.A.Tishkov points to the need to form the continuity of the Russian (before 1917) / Soviet (until 1991) / Russian people (after 1991) as a solidary community that has gone through many dramas and geopolitical cataclysms, but has preserved its diverse unity [15, p. 16].

Contemporary Russian patriotism is one of the foundations of Russian identity, forms a single civil nation, unites the country's population regardless of social, ethnic and confessional affiliation, preserves the unity of the country. According to R.D. Khunagov, "Love for the Fatherland, history, culture, respect for the country and the desire to do good are the semantic constants of Russian identity" [17, p. 8]. In the domestic scientific community, when considering patriotism, there is an analysis of such socio-cultural processes as the transformation of mass consciousness, the formation of the politics of memory and the symbolic foundations of the construction of identity [11]. In modern Russian political discourse, there are three main approaches to the phenomenon of patriotism. The first approach considers patriotism as the value basis of citizenship and statism [1; 9]. The second approach involves analyzing the historical aspects of the role of patriotism in the formation of Russian identity and defining its historical transformations [10]. Within the framework of the third approach, based on the results of empirical research, interpretations of patriotism in scientific and public discourse, as well as in the mass consciousness of Russians are analyzed [12; 7]. When considering the role of various actors in the formation of patriotism as the basis of political identity, the greatest importance is given to the state [6]. The State Program "Patriotic Education of Citizens of the Russian Federation for 2001-2005" emphasized "the basic moral and ethical values developed by the people of Russia for more than a thousand years of its history" in order to form "readiness to fulfill civic duty and constitutional obligations to protect interests of the land<sup>2</sup>". From this moment, patriotism from an auxiliary means of working with the population turns into one of the foundations of the state policy of memory and identity, becomes the main ideological trend and an instrument of consolidation of Russian society. In February 2016, during a speech by the President of the Russian Federation at a meeting of the Leaders' Club, a provision was formulated that patriotism is the national idea that unites Russian society: "We have no and cannot have any other unifying idea except patriotism". One of the main symbols of patriotism, consolidating society and shaping Russian identity, was the victory in the Great Patriotic War.

Two main approaches to the consideration of the semantic content of patriotism are being formed in Russian political science. Within the framework of the first approach, the content of the concept is identified with love for the Motherland, which is a priori present in every person, to a greater extent associated with an emotional attitude to political processes [13]. In the second approach, patriotism is considered in the focus of the symbolic policy of the state, the symbols and meanings it forms. According to a number of researchers, a number of constants of the Soviet era are being transferred to modern socio-political reality. "Post-Soviet patriotism" from these positions is considered as a contradictory "mixture of the pre-Soviet autocratic, Soviet militarized and new civil democratic forms" [10, p. 145].

The authors of the article proceed from the understanding of patriotism as a special value setting of political consciousness that forms the foundations of political and civic identity, as well

<sup>2</sup> О государственной программе "Патриотическое воспитание граждан Российской Федерации на 2001-2005 годы". URL: <http://docs.cntd.ru/document/901781482> (accessed 08.07.2021).

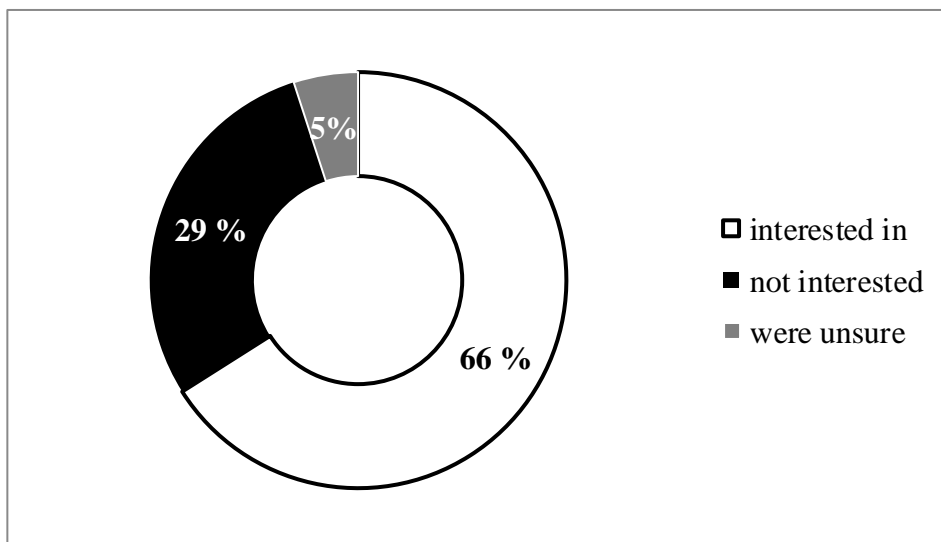
as the spiritual and moral foundations of a young person's personality, based on a sense of belonging with the country, which is often called "love for the Motherland." Patriotism is inseparable from public policy, because it is one of the foundations of the state's existence. According to V. A. Tishkov, "patriotism is an important component of national identity, and the very process of nation-building (in its civil-political sense) is an assertion of a common understanding of one's own people as a nation and ties with it at the personal and collective levels" [15, with. 7]. It can serve either to strengthen state power, or become an instrument of its delegitimization, which took place in Russia in the pre-revolutionary and, subsequently, in the perestroika periods, reaching its apogee in the course of revolutionary transformations. Civil conflicts are conflicts of different identities and different patriotisms. Due to the fact that patriotism serves to legitimize or delegitimize political power, it becomes an instrument of the struggle for power, especially during the aggravation of the political situation in the country, associated with a drop in the standard of living of the population and the growing discontent of people in this regard. Most modern Russians still share paternalistic attitudes and see the state as the basis of their existence. The consequences of the socio-economic crisis and the associated decline in social well-being, as well as the decline in spiritual and moral values, can trigger the growth of protest sentiments, especially among young people. There are attempts to use these sentiments with the use of patriotic rhetoric and the actualization of patriotic feelings. Thus, the importance of patriotic discourse and historical heritage does not diminish and continues to be an object of political struggle.

#### **Description and analysis**

The relevance of the study is associated with the growing interest in the problem of integrating the Soviet cultural and historical heritage into the life of modern Russian society, ensuring the preservation of historical memory, the continuity of generations and the restoration of the "connection of times". Consequently, the ideas of young people about the Soviet era and Soviet and Russian patriotism are important and significant for the formation and implementation of modern national, youth and educational policies in the North Caucasus.

The object of the sociological survey was undergraduate and graduate students at the age of 18-24 from leading universities in the North Caucasus. The formation of quotas for the sample of students by sex and specialties was carried out on the basis of the data published by the Federal State Statistics Service of the Ministry of Education on the number of students and areas of training in 2018-2019. The sample included 60% of students Russian by nationality and 40% of students - representatives of the peoples of the Caucasus, 46% of boys and 54% of girls. A total of 1,025 respondents were interviewed. The survey was conducted online, questions and test items were generated using cloud-based tools. The use of modern information technologies made it possible to make the survey procedure more accessible to young people and to expand the geography of the project.

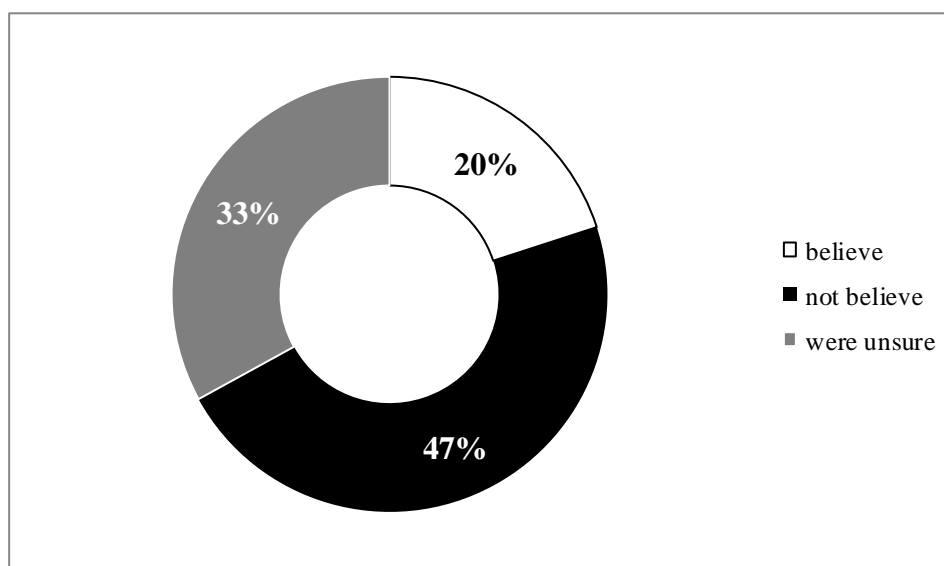
The results of a sociological study conducted in 2021 by the authors of the article showed that the vast majority of young people surveyed show an interest in the Soviet period of our country (see Fig. 1).



**Figure 1. Distribution of respondents' answers to the question "Are you interested in the Soviet period of our country?"**

(North Caucasus Federal District, May 2021. N = 1025,% of the number of respondents)

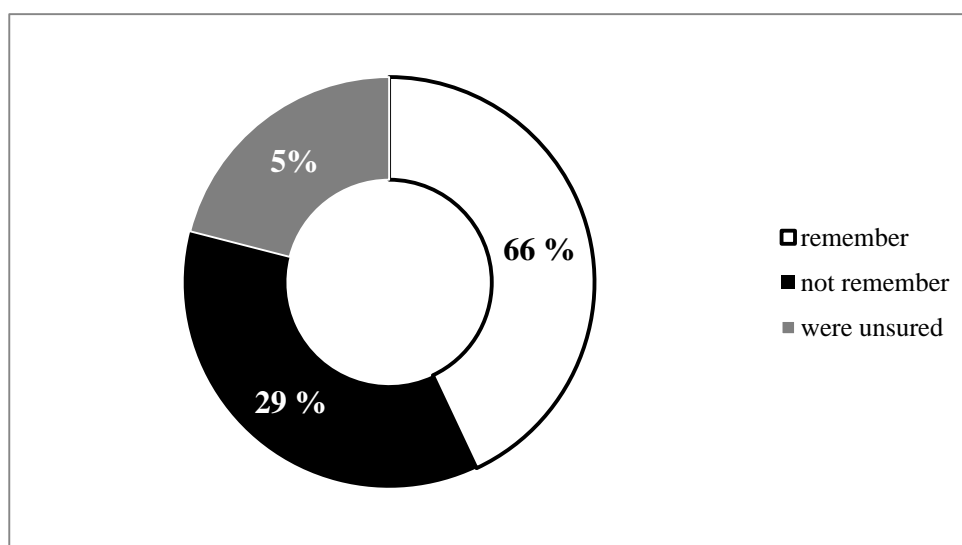
At the same time, only a fifth of the respondents believe that it is necessary to return to the Soviet socioeconomic path of development. About half of young people disagree with this, and a third found it difficult to answer (see Figure 2). It can be argued that the interest of the younger generation in the USSR is primarily of a historical and cultural, rather than a political and ideological nature. These feelings, in our opinion, are associated with the ideas about the achievements of the Soviet era in the field of state building, culture, art and science, as well as about the Great Patriotic War, which are preserved in the collective memory and transmitted to young people about the achievements of the Soviet era in the field of state building, culture, art and science, the respect that the Soviet Union enjoyed as a superpower, a guarantor of peace. and global security.



**Figure 2. Distribution of respondents' answers to the question "Do you think that it is necessary to return to the Soviet socioeconomic path of development?"**

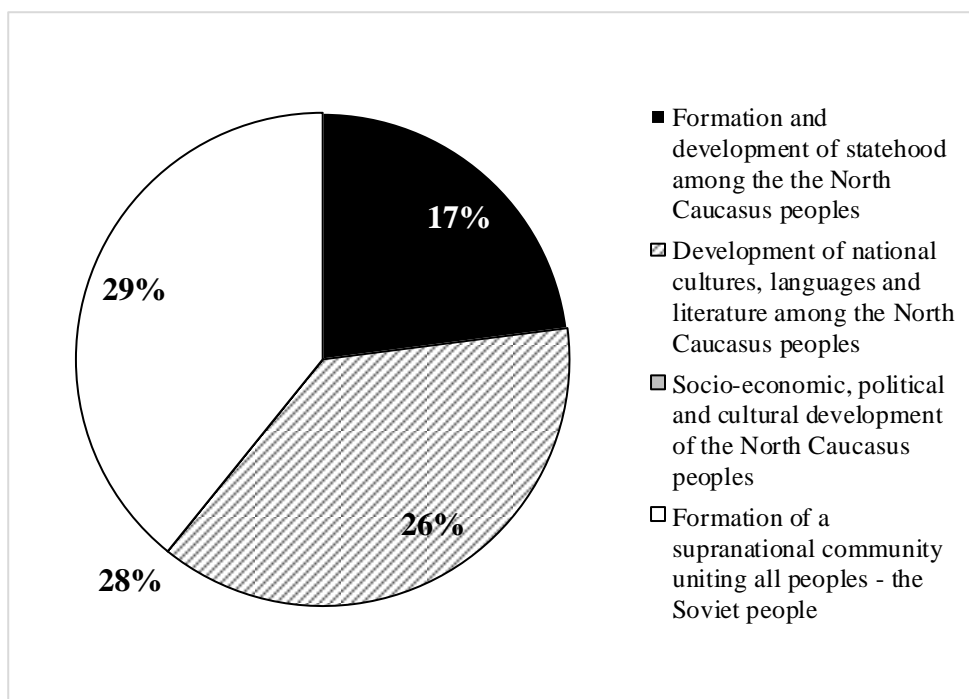
(North Caucasus Federal District, May 2021. N = 1025,% of the number of respondents)

"A new type of historical community of people" - the Soviet people was formed as a common identity uniting all ethnic communities of the USSR. In addition to its political and ideological content, it was based on Soviet patriotism, a certain historical continuity, common spiritual and cultural values, which made it possible to integrate disparate social and ethnic groups into a new civic community - most citizens felt like Soviet people, placing this form of identity above ethnic, regional and religious. The memory of the Soviet people as a common identity has a certain significance for the value-semantic filling of the foundations of Russian identity and the formation of a historical continuity of the traditions of statehood and patriotism among young people, an understanding that the modern Russian people are a continuation of the historical Russian and Soviet peoples. The results of the study showed that the absolute majority of respondents remember the Soviet people as a supranational community uniting all peoples (Fig. 3).



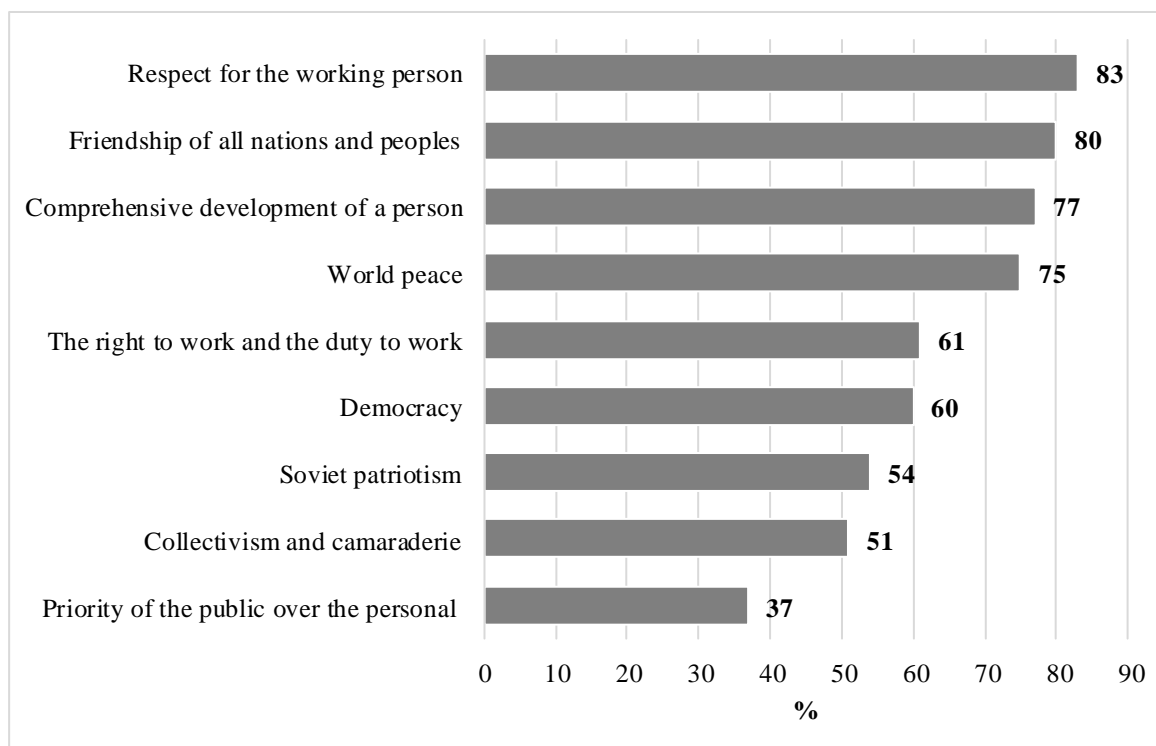
**Figure 3. Distribution of respondents' answers to the question "Do you remember the formation of a supranational community uniting all peoples - the Soviet people?"**  
 (North Caucasus Federal District, May 2021. N = 1025, % of the number of respondents)

Most of the respondents indicated that the formation of a supranational community uniting all peoples - the Soviet people - is the most important achievement of Soviet nationality policy. The achievements of the Soviet era, such as the socio-economic, political and cultural development of the peoples of the Caucasus, as well as the development of the national cultures, languages and literature of the Caucasian peoples, are also important for young people. The building of national statehood among the peoples of the North Caucasus during the Soviet period is less significant for the respondents (Fig. 4).



**Figure 4. Distribution of respondents' answers to the question "What, in your opinion, is the most important achievement of the Soviet ethnic policy in the North Caucasus?"**  
 (North Caucasus Federal District, May 2021. N = 1025, % of the number of respondents)

For the absolute majority of modern young people, such values of the Soviet era as respect for the working man, friendship of all nations and peoples, all-round human development and world peace are important. Somewhat less important are values such as the right to work and the obligation to work, as well as democracy. About half of the respondents pointed to the importance of Soviet patriotism, collectivism and camaraderie. The value of the priority of the public over the personal is important only for a third of the respondents (Fig. 5).



**Figure 5. Distribution of respondents' answers to the question "Are the following values of the Soviet era important to you?"**

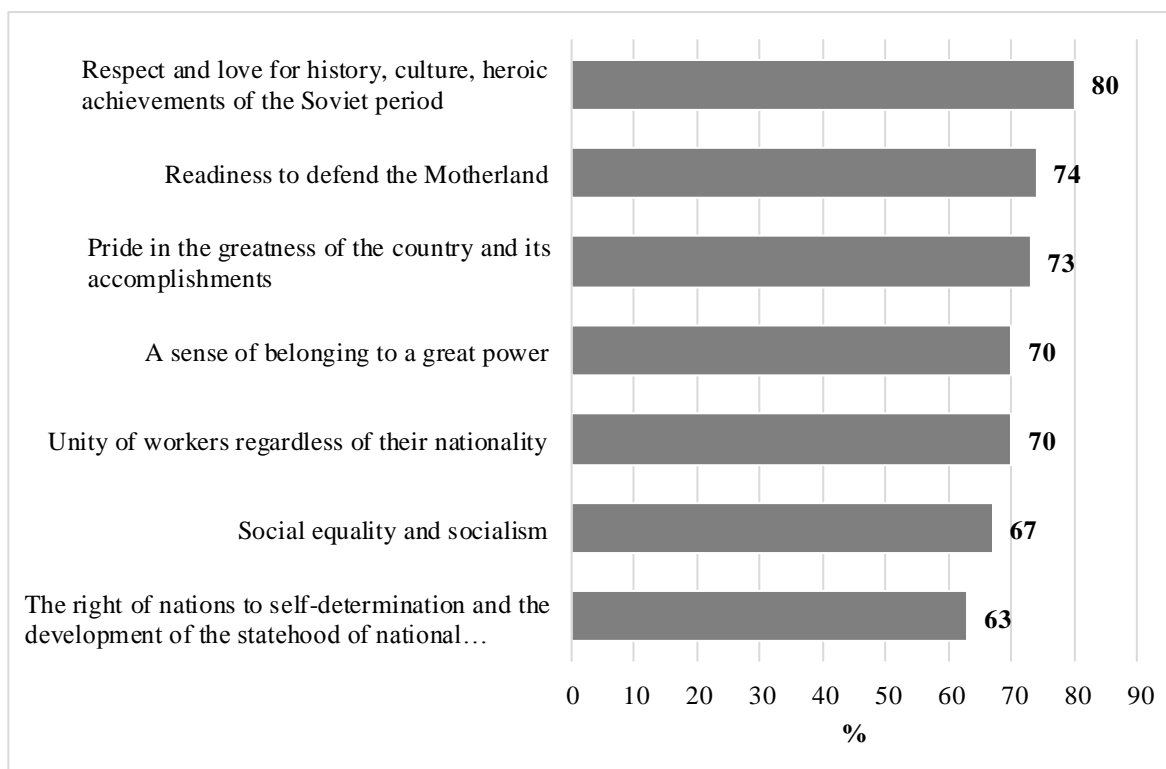
(NCFD, May 2021. N = 1025, % of the number of respondents, answers according to the criterion "Important")

Answering the open question "If the values of the Soviet era are important to you, then why?," Respondents noted that: "patriotism, civic responsibility are built on them, and as a result a cohesive and strong state is built on them," "these values together can lead to a friendly and conscientious society, which will understand why labor is needed and will respect it," "thanks to a number of these values, State integrity is maintained and these values ensure the normal development of the country," "Respect for work, for the working person of, create the basis of social justice," "this is important for the high and high quality of life of the population, for national self-knowledge; these values unite people, make them equal, "" these values are important to me, since they allow a person to develop independently, but successfully with some help from the state, "" this is something that modern society cannot exist without, in our time, in my opinion, this is really lacking," "patriotism is one of the strengths of any state, and in the Soviet state patriotism was strong; the friendship of all peoples is important at least because it ensures the absence of interethnic conflicts."

Soviet patriotism acted as an idea-symbol with which any citizen of the country could identify himself, regardless of national and social affiliation. Along with the communist ideology, which rejected the country's past, many traditional Russian cultural and religious components, it was based on the ideas of love for the Fatherland and its protection, friendship of peoples and nations, common pride for all nationalities for a country positioning itself as the "vanguard of humanity. "- no matter what nationality a citizen of the USSR belongs to, he is, first of all, a Soviet person, the son of a socialist fatherland, the creator of a new socialist life "[13, p. 308.]. On the whole, the ideology of Soviet patriotism that developed in the first decades of Soviet power until the collapse of the USSR was one of the "cementing" factors of Soviet society and contributed to civil solidarity. Many of its components have formed the basis of modern Russian patriotism. So the overwhelming majority of modern young people are important such traditional historical and cultural components of Soviet patriotism as respect and love for history, culture, heroic achievements of the conscience period, readiness to defend the Motherland, pride in the greatness of the country and its achieve-

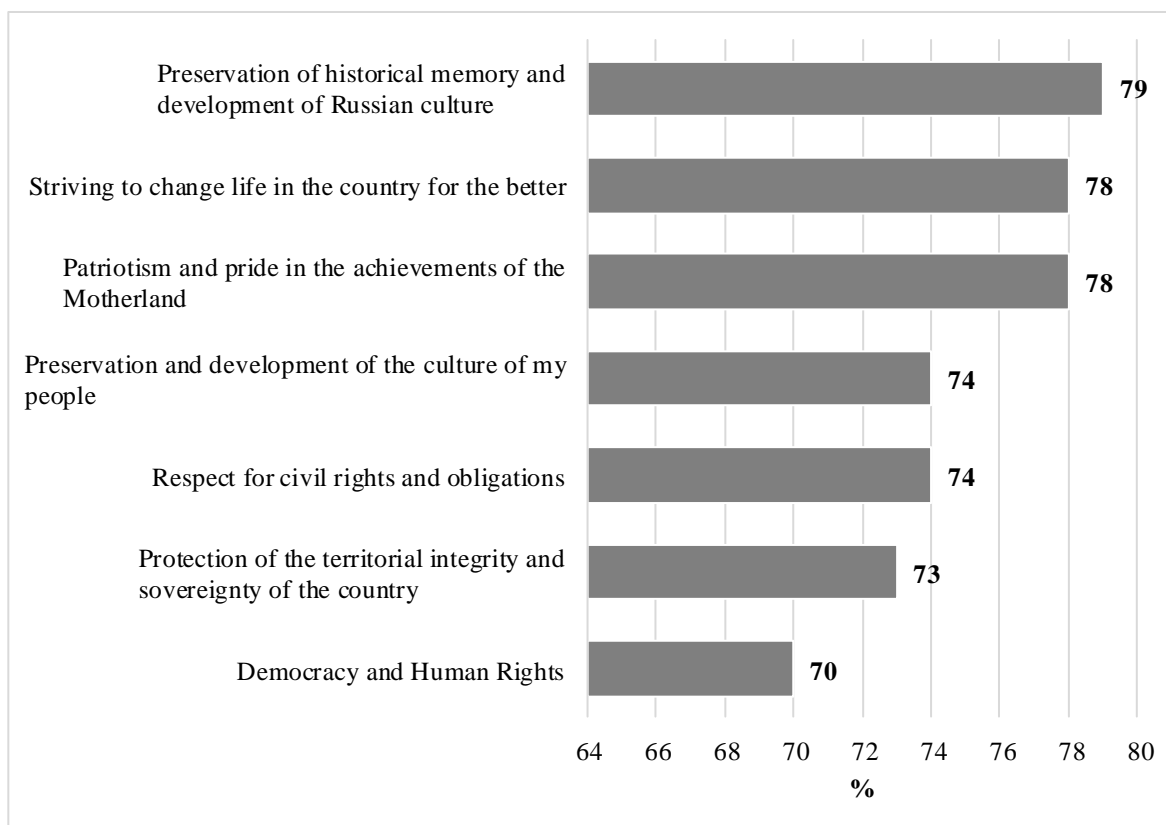


ments and a sense of belonging to a great power. Ideological components of Soviet patriotism associated with "friendship of peoples", social fairness and the right of nations to self-determination are also important for most of the respondents (see Fig. 6).



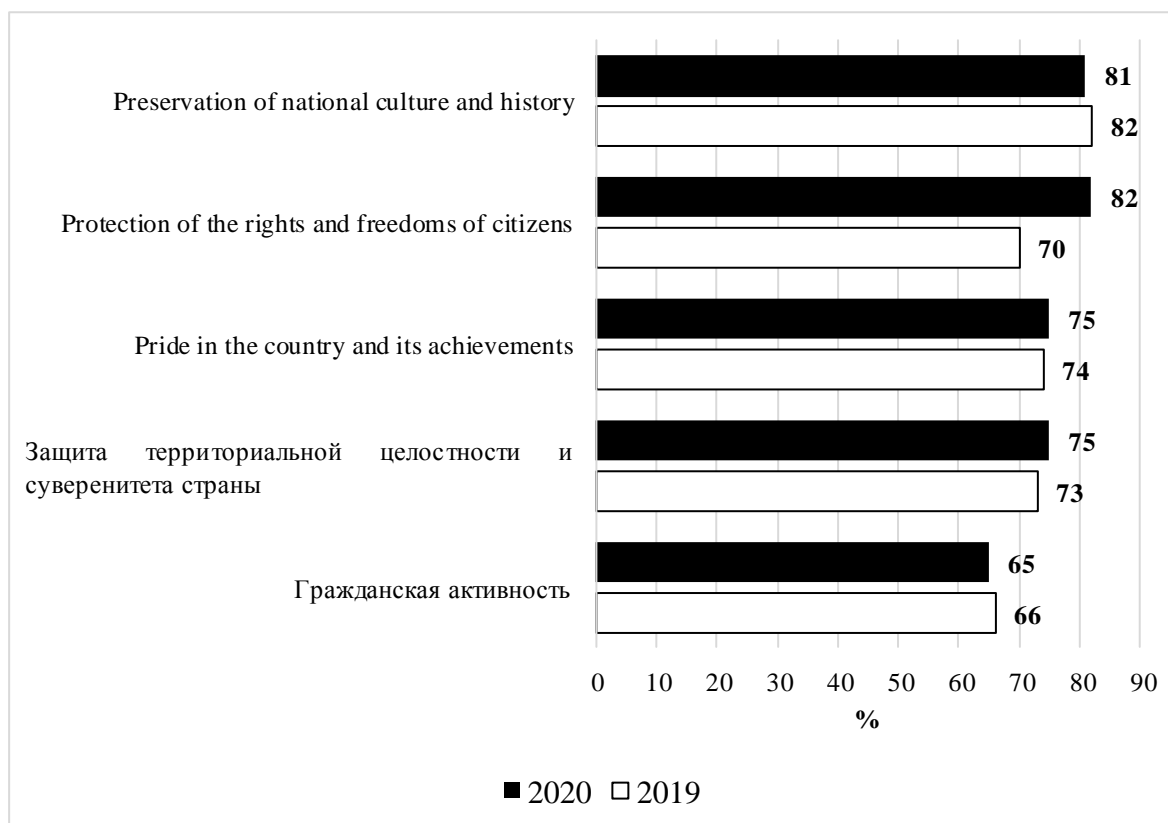
**Figure 6. Distribution of respondents' answers to the question "What does Soviet patriotism mean to you?"**  
(NCFD, May 2021. N = 1025, % of the number of respondents, answers according to the criterion "Important")

The continuity of the traditional historical and cultural components of Soviet and Russian patriotism is clearly visible according to the results of the study. Thus, the most important components of modern Russian patriotism, according to the respondents, are the preservation of historical memory and the development of Russian culture, as well as love for the Motherland and pride in its achievements. At the same time, for the overwhelming majority of young people, the civil and political components of patriotism are also important, such as the desire to change life in the country for the better, the observance of civil rights and obligations, as well as the protection of territorial integrity and sovereignty (Fig. 7).



**Figure 7. Distribution of respondents' answers to the question "What does Russian patriotism mean to you?"**  
 (NCFD, May 2021. N = 1025, % of the number of respondents, answers according to the criterion "Important")

The results of the 2021 survey correlate with the data of studies of assessments and perceptions of young people in the North Caucasus, conducted by the authors of the article in 2019-2020, which showed that such historical, cultural and civic components of patriotism, such as pride in their country and its protection, preservation of national culture and history, civic activity, protection of the rights and freedoms of citizens [2, p. 76]. It can be argued that the historical memory of the Russian people continues to reproduce a number of cultural and patriotic symbols and ideas traditional for our country (Fig. 8).



*Figure 8. Distribution of respondents' answers to the question: "What does patriotism mean to you?" (North Caucasus Federal District. Answers according to the criterion "Important" and "Rather important")*

**Conclusion** The results of the study showed that young people in the North Caucasus, regardless of nationality, retain an interest in the Soviet era. Young people have a generally positive image of the achievements of this period in the field of state building, culture and social policy. The interest of young people in the USSR is predominantly of a historical and cultural rather than political and ideological nature. The overwhelming majority of respondents do not believe that it is necessary to return to the Soviet socioeconomic path of development. The memory of the Soviet people continues to be preserved as well as a new civil-political community integrating disparate social and ethnic groups on the basis of common cultural values and Soviet patriotism. Such value components of Soviet patriotism as respect for work, friendship of all nations and peoples, all-round human development and pride in the greatness of the country are important for today's youth and cause mostly positive feelings in them. The socio-economic difficulties experienced by modern Russian society make the achievements of the Soviet period associated with the declaration and embodiment of socio-humanistic ideals more attractive in the eyes of young people. The continuity of the traditional historical and cultural components of Soviet and Russian patriotism is preserved. For young people, both the historical, cultural and civic components of modern Russian patriotism are important. It can be argued that the leading role in the formation of the foundations of modern Russian patriotism is still played by the Soviet cultural and historical heritage. It is necessary to further form, within the framework of educational and national policy, the historical continuity of the traditions of statehood and patriotism.

**Funding the article**

**The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research within the framework of scientific project No. 21-09-43018 «National policy of the USSR and its impact on the modern ethnopolitical situation in the perceptions of the North Caucasus youth»**

**Contribution of the authors**

**All authors are responsible for the research ideas and equally contributed to the writing of this article.**

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Абрамов А. В. Современный российский патриотизм как маркер гражданской идентичности личности и общества // Электронный журнал «Вестник МГОУ» / [www.evestnik-mgou.ru](http://www.evestnik-mgou.ru). – 2013. – № 4. DOI: 10.18384/2224-0209-2013-4-508
2. Авдеев Е. А., Воробьев С. М. Общероссийская гражданская идентичность молодежи Северного Кавказа: основные вызовы и риски конфликтности // Политическая экспертиза: ПОЛИТЭК. 2021. Т. 17. № 1. С. 69-86. DOI: 10.21638/spbu23.2021.106
3. Андерсон Б. Воображаемые сообщества. Размышления об истоках и распространении национализма. М.: КАНОН-пресс-Ц, Кучково поле, 2001. — 288 с.
4. Горшков М. К. Российская идентичность в контексте западноевропейской культуры // Власть. 2013. Том 21. № 1. С. 9-14.
5. Иванов А. Н. «Возвращение» русского патриотизма в государственную идеологию СССР // Вестник Костромского государственного педагогического университета. 1997. № 2. С. 40-52.
6. Идентичность: Личность, общество, политика. Энциклопедическое издание. Отв. ред. И. С. Семененко. М.: Изд-во «Весь мир», 2017. — 992 с.
7. Кузнецов И. М. Вариативность дискурсов патриотизма в повседневном сознании россиян // Власть. 2016. Том 24. № 7. С. 164-171.
8. Ленин В. И. Полное собрание сочинений. Том 26. М.: Изд-во политической литературы, 1969. — 590 с.
9. Лубский А. В. Патриотизм и гражданственность в российском обществе, или как преодолеть дефицит гражданственности в российском патриотизме // Гуманитарий Юга России. 2019. Том 8. № 2. С. 47-66. DOI: [10.23683/2227-8656.2019.2.3](https://doi.org/10.23683/2227-8656.2019.2.3)
10. Магарил С. А. Смыслы патриотизма — исторические трансформации // Социологические исследования. 2016. № 1. С. 142-151.
11. Малинова О. Ю. Актуальное прошлое: символическая политика властвующей элиты и дилеммы российской идентичности. М.: Политическая энциклопедия, 2015. — 207 с.
12. Мартынов М. Ю., Фадеева Л. А., Габеркорн А. И. Патриотизм как политический дискурс в современной России // Полис. Политические исследования. 2020. № 2. С. 109-121. DOI: 10.17976/jpps/2020.02.08
13. О советском патриотизме: Сборник статей. М.: Госполитиздат, 1950. - 492 с.
14. Патриотизм как идеология возрождения России. Отв. ред. Т. С. Гузенкова М.: РИСИ. — 260 с.
15. Тишков В. А. Великая Победа и советский народ: антропологический анализ // Вопросы философии. 2020. №8. С. 5-19. DOI: 10.21146/0042-8744-2020-8-5-19
16. Тишков В. А. Ярость благородная... Великая победа и советский народ (антропологический подход) / Исследования по прикладной и неотложной этнологии. М., ИЭА РАН, 2015. — Вып. 242. — 44 с.
17. Трифонов Ю. Н. О патриотической идеологии в условиях идеологического многообразия // Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология. 2016. № 3 (35). С. 245-254. DOI: 10.17223/1998863X/35/26
18. Хунагов Р. Д. Множество идентичностей в глобализирующемся мире // Власть. 2015. Том 21. № 2. С. 4-8.
19. Gellner E. Nations and Nationalism. London: Wiley-Blackwell, 2006. 208 p.
20. Hobsbawm, E. Nations and Nationalism since 1780: Programme, Myth, Reality (2nd ed., Canto Classics). Cambridge: Cambridge University Press, 2012. 212 p.

21. Primoratz I., Pavković A. *Patriotism: Philosophical and Political Perspectives*. London and New York: Routledge, 2016. 250 p.

**REFERENCES**

1. Abramov A. V. *Sovremennyy rossijskij patriotizm kak marker grazhdanskoj identichnosti lichnosti i obshchestva* // *Elektronnyj zhurnal «Vestnik MGOU»* / [www.evestnik-mgou.ru](http://www.evestnik-mgou.ru). – 2013. – № 4. DOI: 10.18384/2224-0209-2013-4-508
2. Avdeev E. A., Vorob'ev S. M. *Obshcherossijskaya grazhdanskaya identichnost' molodezhi Severnogo Kavkaza: osnovnye vyzovy i riski konfliktnosti* // *Politicheskaya ekspertiza: POLITEKS*. 2021. T. 17. № 1. S. 69-86. DOI: 10.21638/spbu23.2021.106
3. Anderson B. *Voobrazhaemye soobshchestva. Razmyshleniya ob istokah i rasprostranenii nacionalizma*. M.: KANON-press-C, Kuchkovo pole, 2001. — 288 s.
4. Gorshkov M. K. *Rossijskaya identichnost' v kontekste zapadnoevropejskoj kul'tury* // *Vlast'*. 2013. Tom 21. № 1. S. 9-14.
5. Ivanov A. N. *«Vozvrashchenie» russkogo patriotizma v gosudarstvennyuyu ideologiyu SSSR* // *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*. 1997. № 2. С. 40-52.
6. *Identichnost': Lichnost', obshchestvo, politika*. Enciklopedicheskoe izdanie. Otv. red. I. S. Semenenko. M.: Izd-vo «Ves' mir», 2017. — 992 s.
7. Kuznecov I. M. *Variativnost' diskursov patriotizma v povsednevnom soznanii rossiyan* // *Vlast'*. 2016. Tom 24. № 7. S. 164-171.
8. Lenin V. I. *Polnoe sobranie sochinenij*. Tom 26. M.: Izd-vo politicheskoy literatury, 1969. — 590 s.
9. Lubsij A. V. *Patriotizm i grazhdanstvennost' v rossijskom obshchestve, ili kak preodolet' deficit grazhdanstvennosti v rossijskom patriotizme* // *Gumanitarij YUga Rossii*. 2019. Tom 8. № 2. S. 47-66. DOI: 10.23683/2227-8656.2019.2.3
10. Magaril S. A. *Smysly patriotizma — istoricheskie transformacii* // *Sociologicheskie issledovaniya*. 2016. № 1. S. 142-151.
11. Malinova O. YU. *Aktual'noe proshloe: simvolicheskaya politika vlastvuyushchej elity i dilemmy rossijskoj identichnosti*. M.: Politicheskaya enciklopediya, 2015. — 207 s.
12. Martynov M. YU., Fadeeva L. A., Gaberkorn A. I. *Patriotizm kak politicheskij diskurs v sovremennoj Rossii* // *Polis. Politicheskie issledovaniya*. 2020. № 2. S. 109-121. DOI: 10.17976/jpps/2020.02.08
13. *O sovetskom patriotizme: Sbornik statej*. M.: Gospolitizdat, 1950. - 492 s.
14. *Patriotizm kak ideologiya vozrozhdeniya Rossii*. Otv. red. T. S. Guzenkova M.: RISI. — 260 s.
15. Tishkov V. A. *Velikaya Pobeda i sovetskij narod: antropologicheskij analiz* // *Voprosy filosofii*. 2020. №8. S. 5-19. DOI: 10.21146/0042-8744-2020-8-5-19
16. Tishkov V. A. *YArast' blagorodnaya... Velikaya pobeda i sovetskij narod (antropologicheskij podhod)* / *Issledovaniya po prikladnoj i neotlozhnoj etnologii*. M., IEA RAN, 2015. – Vyp. 242. – 44 s.
17. Trifonov YU. N. *O patrioticheskoy ideologii v usloviyah ideologicheskogo mnogoobraziya* // *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Filosofiya. Sociologiya. Politologiya*. 2016. № 3 (35). S. 245-254. DOI: 10.17223/1998863X/35/26
18. Hunagov R. D. *Mnozhestvo identichnostej v globaliziruyushchemsya mire* // *Vlast'*. 2015. Tom 21. № 2. S. 4-8.
19. Gellner E. *Nations and Nationalism*. London: Wiley-Blackwell, 2006. 208 p.
20. Hobsbawm, E. *Nations and Nationalism since 1780: Programme, Myth, Reality* (2nd ed., Canto Classics). Cambridge: Cambridge University Press, 2012. 212 p.
21. Primoratz I., Pavković A. *Patriotism: Philosophical and Political Perspectives*. London and New York: Routledge, 2016. 250 p.

## ОБ АВТОРАХ

**Ерохин Алексей Михайлович**, д. социол. н., профессор, заведующий кафедрой философии СКФУ ([a\\_erohin@mail.ru](mailto:a_erohin@mail.ru)). Адрес: 55017, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1.

**Erokhin Alexey Mikhailovich**, Doctor of Sociological Sciences, Professor, Head of the Department of Philosophy NSFU ([a\\_erohin@mail.ru](mailto:a_erohin@mail.ru)). Address: 1, Pushkin Street, Stavropol 355017

**Воробьев Сергей Михайлович**, к. полит. н., доцент, доцент кафедры философии СКФУ ([sergey\\_vorobev\\_54@mail.ru](mailto:sergey_vorobev_54@mail.ru)). Адрес: 55017, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1.

**Vorobev Sergey Mikhailovich**, Ph. D. in Political science, associate professor, Department of Philosophy NSFU ([sergey\\_vorobev\\_54@mail.ru](mailto:sergey_vorobev_54@mail.ru)). Address: 1, Pushkin Street, Stavropol

**Авдеев Евгений Александрович**, к. филос. н., старший преподаватель кафедры философии СКФУ ([ewg.avdeev@yandex.ru](mailto:ewg.avdeev@yandex.ru)) Адрес: 55017, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1.

**Avdeev Evgeny Alexandrovich**, Ph. D. in Philosophy, Senior Lecturer, Department of Philosophy NSFU ([ewg.avdeev@yandex.ru](mailto:ewg.avdeev@yandex.ru)). Address: 1, Pushkin Street, Stavropol

### *Финансирование статьи*

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 21-09-43018 «Национальная политика СССР и ее влияние на современную этнополитическую ситуацию в представлениях молодежи Северного Кавказа»*

### *Вклад автора*

*Все авторы ответственны за идеи исследования и в равной степени участвовали в написании данной статьи.*

### *Funding the article*

*The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research within the framework of scientific project No. 21-09-43018 «National policy of the USSR and its impact on the modern ethnopolitical situation in the perceptions of the North Caucasus youth»*

### *Contribution of the authors*

*All authors are responsible for the research ideas and equally contributed to the writing of this article.*

*Благодарности: Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 21-09-43018 «Национальная политика СССР и ее влияние на современную этнополитическую ситуацию в представлениях молодежи Северного Кавказа»/*

*Acknowledgements The research was funded by RFBR according to the project № 21-09-43018 «National policy of the USSR and its impact on the modern ethnopolitical situation in the views of North Caucasus youth»*

Дата поступления в редакцию: 24.07.2021

После рецензирования: 13.08.2021

Дата принятия к публикации: 9.09.2021

К.А.Маркелов [K. Al. Markelov]

УДК 327[32727.5+556+914/919]

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.3.23

**РАЗВИТИЕ КОНЦЕПТА «БОЛЬШОЙ КАСПИЙ» И СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОПОЛИТИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ СЕВЕРО КАВКАЗСКОГО РЕГИОНА****DEVELOPMENT OF THE BIG CASPIAN CONCEPT AND MODERN GEOPOLITICAL RELATIONS**

*Астраханского государственного университета, e-mail: aspu@aspu.edu.ru/ Astrakhan State University, e-mail: aspu@aspu.edu.ru*

**Аннотация**

*Каспийская проблематика в свете природно-ресурсного и транспортно-коммуникационного потенциала, а также геополитической значимости региона представляет особую актуальность.*

**Материалы, методы, результаты и обсуждения**

*Междисциплинарный подход позволяет не только всесторонне изучить такое геополитическое явление, но и перейти к формированию новых моделей исследований с позиций более полного понимания Большого Каспия в системе природно-геополитических координат.*

*Сравнительно недавно в научный оборот введено понятие «Большой Каспий» (БК), хотя известно значительное количество определений Прикаспийского региона, которые исследуются учеными различных дисциплин, что позволяет синхронизировать совокупность полученных результатов в некоторое целостное представление, как геопространство (геополитическое, географическое, геологическое, геостратегическое и иные виды пространств). Большой Каспий как геополитический проект, который является единственным проектом «большого пространства», созданным и реализуемым не «коллективным Западом», а региональными игроками. При чем региональные игроки имеют разные цели, рассматривают друг друга как «попутчика», но на данный момент времени этот проект – жизнеспособная структура, которая имеет все шансы не распасться (что тоже возможно, даже очень), а благополучно эволюционировать и развиваться.*

**Заключение**

*Каспийский юго-восточный евразийский вектор (евразийский разворот), формирующий новое геополитическое пространство Большого Каспия, осуществляется в рамках «Большого Евразийского треугольника РИК» (Россия – Индия – Китай), как устоявшегося формата политического взаимодействия государств. Значимость этого сотрудничества определяется традиционно развивающимися торгово-экономическими отношениями, а также возможностями сопряжения евразийской интеграции при реализации глобальных проектов: Китайского Экономического пояса Шелкового пути и Международного транспортного коридора «Север - Юг», расширяющего доступность Индии к международным транспортным коммуникациям и углеводородным ресурсам.*

**Ключевые слова:** Концепт «Большой Каспий», геополитика, международные отношения, безопасность, вызовы и угрозы.

**Abstracts**

*The Caspian problem in the light of the natural resource and transport and communication potential, as well as the geopolitical significance of the region, is of particular relevance.*

**Materials, methods, results and discussions**

*The interdisciplinary approach makes it possible not only to comprehensively study such a geopolitical phenomenon, but also to proceed to the formation of new research models from the standpoint of a more complete understanding of the Greater Caspian Sea in the system of natural and geopolitical coordinates.*

*Relatively recently, the concept of the "Greater Caspian" (BC) was introduced into scientific circulation, although a significant number of definitions of the Caspian region are known, which are studied by scientists of various disciplines, which allows synchronizing the totality of the results obtained into some holistic representation, as a geospace (geopolitical, geographical, geological, geostrategic and other types of spaces). The Greater Caspian Sea as a geopolitical project, which is the only "large space" project created and implemented not by the "collective West", but by regional players. Moreover, regional players have different goals, see each other as a "fellow traveler", but at this point in time this project is a viable structure, which has every chance not to disintegrate (which is also possible, even very much), but to evolve and develop.*

**Conclusion**

*The Caspian Southeast Eurasian vector (Eurasian turn), forming a new geopolitical space of the Greater Caspian, is carried out within the framework of the "Great Eurasian Triangle RIC" (Russia – India – China), as an established format of political interaction between states. The significance of this cooperation is determined by the traditionally developing trade and economic relations, as well as the possibilities of combining Eurasian integration in the implementation of global projects: the Chinese Silk Road Economic Belt and the North-South International Transport Corridor, expanding India's access to international transport communications and hydrocarbon resources.*

**Key words:** Concept "Big Caspian", geopolitics, international relations, security, challenges and threats.

Термин «Прикаспий» впервые появляется в географических трактатах XVIII века. Это был собирательный историко-географический образ территорий, выходящих к Каспийскому морю. В СССР термин «Прикаспий» был лишен политической окраски и рассматривался как сугубо географический термин. Под Прикаспием понимали территорию с близкой геополитической структурой на которой располагались кроме выходящих к Каспийскому морю территорий СССР и Ирана, так же и Узбекская Советская Социалистическая Республика. Термин «Прикаспийский регион» появился в научном обороте после распада Советского Союза, когда на территории, прилегающей к Каспийскому морю появились совершенно новые государства. «Прикаспий» по своему смысловому значению фактически был совмещен с термином «Прикаспийский регион» [18]. Этот термин обозначал появление новой территории, на которой началась активная борьба новых государств за утверждение своего суверенитета в ситуации общих морских границ, неразведанных и неосвоенных энергетических ресурсов [18]. Да и само море представляло из себя не поделенный и недооцененный ранее ресурс. Можно говорить, что это был период становления ресурсного национализма. [29]

Каспийская проблематика в свете природно-ресурсного и транспортно-коммуникационного потенциала, а также геополитической значимости региона представляет особую актуальность. Междисциплинарный подход позволяет не только всесторонне изучить такое геополитическое явление, но и перейти к формированию новых моделей исследований с позиций более полного понимания Большого Каспия в системе природно-геополитических координат [15, с. 71].



В современных условиях главное внимание геополитики направлено на раскрытие и изучение возможностей активного использования политикой факторов физической среды и воздействия на нее в интересах военно-политической, экономической и экологической безопасности государства. Практическая геополитика изучает все, что связано с территориальными проблемами государства, его границами, с рациональным использованием и распределением ресурсов, включая и людские [19, с. 93]. Соответственно, более сложное понимание указанных процессов связано с многообразием формирования современных интеграционных образований, а также в процессе реализации сложных геополитических и социально-экономических транснациональных и трансконтинентальных систем.

В общем понимании геополитический регион – это часть мирового пространства, которая характеризуется определенным качеством географической среды и отличается устойчивыми политическими, экономическими, торговыми и культурными связями [23, с. 155].

Каспийский регион является составной частью обширного Евразийского пространства, на котором разворачиваются современные глобальные процессы [10], поэтому каспийская проблематика в свете природно-ресурсного и транспортно-коммуникационного потенциалов приобретает особую актуальность.

Геополитическое пространство Каспия также рассматривается как сообщество государств, объединенных географическими, политическими, социально-политическими, культурными, религиозными и этническими ценностями. При этом предлагается учитывать, что Каспийский регион является логическим продолжением Индо-Персидского, Кавказско-Черноморского, Центрально-Азиатского и Волго-Уральского (Центрально-российского) геополитических направлений и регионов [26, с. 95-96]. Однако для подобных предположений необходимы комплексные исследования указанных взаимосвязей, в т.ч. в географическом аспекте.

В геоэкономическом словаре-справочнике «Большой Каспий» определяется как геополитический регион, возникший в Евразии в результате распада Советского Союза. К Каспийскому региону относят пять стран, непосредственно выходящих к озеру-морю (Россия, Казахстан, Туркменистан, Иран и Азербайджан). В расширенном толковании включает Южный Кавказ и Центральную Азию [8, с. 15]. В данном контексте указанное определение БК содержит некоторую историческую геополитическую характеристику, а по содержанию – совокупность геополитических проектов «энергетического и экономического влияния». [29]

Профессор А.К. Магомедов, представляя понятия «Каспий», «Каспийский бассейн», «Прикаспийский регион» как синонимы, дает им расширенное толкование – «Большой Каспий», включающий российский Северный Кавказ, Закавказье и Центральную Азию - ключевые области геополитических и энергетических схваток в современной Северной Евразии», которые объединены в БК логикой и борьбой формирования нефте- и газопроводных коммуникаций и транспортных коридоров [11, с. 11]. По его оценкам, для анализа БК как отдельных геополитических и «пространственных единиц» можно использовать понятие «мезорегион». При этом углеводородный фактор «Большого Каспия» в конструкции ресурсного потенциала Каспия дополнен своими энерготранспортными продолжениями: Каспийско-Черноморский ареал с его Средиземноморским транспортным продолжением и Центральноазиатский ареал с его китайским транспортным продолжением [12, с. 43].

При рассмотрении современного состояния Каспийского геополитического пространства наибольший интерес представляют страны СНГ, политико-правовое пространство которых представляет собой более схожие национальные политики государств. Однако на стабильность Каспийского региона в равной степени влияют положение дел, как на Кавказе, так и в Персидском заливе и Центральной Азии [16]. Следовательно, в определенном контексте сопряжение указанных выводов позволяет вести речь о Большом Каспии, как об определенном целостном геополитическом ареале.

Совокупность природно-географических, геологических и связанных с ними иных факторов в научной литературе также рассматривается как важнейшие приоритетные основания для оценки сложного понятия «Большой Каспий». Особый интерес представляют вопросы однородности физических условий функционирования данного пространства и его физического строения, которым посвящены работы. Это относится к оценкам результатов неотектонических исследований, подземных гидравлических связей вод Арала и Каспия, трансгрессивных процессов в истории Азово-Черноморского и Каспийского бассейнов, которые в широком плане можно признать физическими составляющими географических факторов геополитики.

С позиций географического пространства БК представляет собой бассейны Большого Каспия в виде единой системы крупных внутриконтинентальных водоемов, последовательно эволюционировавших в пределах одного крупного внутриконтинентального Евразийского региона и характеризующих деградацию крупного морского водоема, существовавшего более 3 млн. лет и превратившегося в современный относительно небольшой замкнутый бассейн [22, с. 243-244].

Указанная последовательность эволюционных преобразований обоснована многочисленными научными исследованиями отечественных и зарубежных ученых. В частности, исторические колебания площадей основных трансгрессивно-регрессивных бассейнов Большого Каспия составляли от 968,9 тыс. кв. км до 282,5 тыс. кв. км [11, с. 15-16], а разница между площадью максимального и минимального положения уровня моря достигала 4 - 5 раз [22, с. 200-201].

По оценкам Е.С. Смирновой страны Центральной Евразии (постсоветского мира) следует рассматривать в качестве субрегиона евразийского суперконтинента [23, с. 160], а согласно выводам А.К. Магомедова - новым субрегиональным пространством, [11, с. 23], что, по существу, подтверждает идентичность приведенных утверждений.

В данном контексте указанное пространство характеризуется множеством отличительных параметров:

1) Центральная Азия никогда не существовала как единый геополитический регион и на протяжении весьма длительного времени Туркестан являлся неким внутриконтинентальным коридором между странами Азии и Европы [24, с. 107];

2) регион Центральной Азии является уникальным геополитическим «узлом», связывающим четыре ядерные державы - Россию, Китай, Индию и Пакистан, в котором проблема региональной безопасности приобретает глобальный характер и первостепенное значение [27, с. 166];

3) центральный и южный железнодорожные коридоры Нового шелкового пути пройдут через территорию Центральной и Средней Азии [6, с. 138] с последующим созданием разветвленной транспортной инфраструктуры способствующей существенному росту внутреннего и международного торгово-экономического оборота. А «созданные по проекту дороги сократят продолжительность транспортировки грузов в 3-4 раза» [5, с. 114];

4) китайская инициатива ЭПШП для Центральноазиатских стран является объединяющим фактором в культурно-цивилизационном смысле, т.к. все современные страны региона были причастны к историческому Великому Шёлковому пути [24, с. 108].

Среднеазиатский коридор «Нового шёлкового пути», протяжённостью около 6500 км, пройдет по территориям Казахстана, Узбекистана, Туркменистана, Ирана, Ирака, Сирии Турции, далее в Европу - через Болгарию, Румынию и Чехию в Германию [5, с. 113]. В рамках комбинированных маршрутов могут быть задействованы современные каспийские порты: Туркменбашинский международный морской порт и Бакинский международный морской торговый порт, включающий новый Бакинский порт Алят.

В данном проекте Китай концентрирует свои усилия «исключительно на экономических вопросах и не охватывает измерения безопасности и политического развития» [5, с.

114], что позволяет говорить о возможности сопряжения евразийской интеграции между ведущими геополитическими игроками – РФ и КНР. При этом каждая сторона находит паритетное и равноценное участие в реализации трансконтинентального проекта: финансово-экономическое обеспечение и технологическое развитие с китайской стороны; военно-политическое сдерживание в мире и обеспечение региональной безопасности на пространстве Большого Каспия (российский компонент) [29].

В частности, на базе строительства Евразийского экономического союза и Экономического пояса Шелкового пути обеспечивается формирование транзитного пространства между Китаем и Европой по различным вариантам (по Транссибирской магистрали на всем ее протяжении; перевозка китайских грузов в Россию через Казахстан; транзит из Китая в Европу в обход России – через Казахстан и Иран) [13, с. 46-47].

В соответствии с геополитическими реалиями создается новое теоретическое представление о динамично развивающемся регионе Большой Каспий, который может трансформироваться в системе природно-геополитических координат: от узкого понимания «Прикаспийский регион», к «Большому Каспию», как переходной модели - «мезорегион» и новой пространственной единице – Большой Каспий как «мегарегион», формирующей многомерную модель геополитического центра региональных и глобальных интересов, меняющего пространственное сопряжение разно векторных сил международного влияния. Повышенная геополитическая значимость международного транснационального и трансконтинентального мегарегиона также позволяет оценивать его как современную форму нового цивилизационного пространства и миропорядка [15, с. 68-69].

**«Большой Каспий» как геополитически проект.** Можно говорить о том, что, условно, до 1991 г. не существовало единого Каспийского (Прикаспийского) геополитического пространства, так как Каспийское море являлось своеобразной линией разлома на уровне «север» и «юг». «Север», при этом находился под геополитическим давлением и контролем Советского Союза и «юг», который находился под влиянием одного из центров региональной безопасности на Ближнем Востоке – Ирана. Появление на этой территории в 1990-х гг. новых, стремящихся найти свое место в мировом раскладе сил государств, изменение роли России и потеря ею статуса глобального игрока, появление интереса в этом регионе внерегиональных акторов (США, ЕС) привело к тому, что в этом регионе возникает переформатированное геополитическое пространство, уже без четкого деления по оси «Север» - «Юг» по Каспийскому морю, а пространство объединяющееся вокруг этого водоема, пространство, стабильность которого связана с поиском точек идентичности, с общим пониманием того, что регион в свете геоэкономических процессов приобретает статус геостратегического, так как это регион оптимальных транзитных коммуникационных коридоров, регион с достаточно большими запасами углеводородов и иных стратегических ресурсов. Именно это и позволило ряду исследователей говорить уже не о Прикаспийском регионе, а именно о *Каспийском регионе*, как о некоем едином геополитическом пространстве, потенциально объединенным транспортными коридорами «суша - вода» и нефтегазовым фактором [15, с. 72].

Н.Н. Миллер считает, что «системообразующим ядром Каспийского региона выступают территории южных постсоветских государств» [17]. Это не только те государства, что имеют выход к Каспийскому морю, но и Таджикистан, Киргизия, Армения, Грузия. По его мнению, такое расширение связано, со стремлением внерегиональных, да и региональных акторов снизить влияние РФ в этом регионе, что в итоге приводит в начале 1990 гг., при попустительстве России, к конструированию Каспийского региона как «региона – транспортного коридора».

На наш взгляд, появление в начале 1990-х гг. *Каспийского региона по сути стал политическим (геополитическим) проектом*, служившим прикрытием/инструментом экономической и политической экспансии, как правило, европейских стран и США, на

стратегически важном и ресурснозначимом направлении, где только что сформировались «новые» государства, не обладающие совсем или имеющие слабые институты стратегического планирования, развития, обеспечения безопасности и контроля, раздираемые внутриэлитными противоречиями, негативно относящиеся к России и совместному с Россией прошлому.

Мы видим, что происходит расширение количества стран-участников, входящих в так называемый Каспийский регион. Это вхождение обосновывается не только степенью владения/выхода к Каспийскому морю, но и иными факторами, такими как стремление максимально дистанцироваться от России как «старшей сестры», вписаться в западноконструируемый вектор мирового развития, придать статусность за счет встраивания в глобальные транспортно-логистические и иные экономические проекты посредством использования геостратегического потенциала Каспия. Хотя при этом, многие американские аналитики отмечали, что сам по себе Каспийский регион для решения внешнеполитических задач на постсоветском пространстве не является ключевым. Еще в 2004 г. Ж. Дейвис и М. Свини, презентуя в американском Институте анализа внешней политики свой доклад «Центральная Азия в стратегии США и оперативном планировании: Куда мы направляемся?», подчеркивали, что Каспий, во-первых, не является главным местом для безопасности всей Евразии, во-вторых, местные углеводороды не являются ни конкурентами, ни альтернативой арабским нефти и газу. Вследствие этому «Каспийский регион не должен рассматриваться как ось стратегии США в отношении и Кавказа, и Центральной Азии» [25]. Именно поэтому не стоит заикливаться только на Каспии, а необходимо иррадиировать проектные импульсы на другие территории, что в итоге и привело к появлению таких конструкторов как Черноморско-Каспийский, Средиземноморско-Каспийский, Кавказско-Каспийский и т.п. регионы. То есть можно говорить о том, что в сознании западных аналитиков постепенно формировался проект «Большой Каспий», хотя самого названия и четкого оформления западного варианта проекта нет до сих пор, но попытки под разными предлогами обосновать расширение Каспийского региона были и раньше, и есть в современной и аналитической, и научной литературе [15, с. 72-73].

О том, что для Каспийского региона большое значение имеет и особенно будут иметь проблема безопасности писал в своей работе «Великая шахматная доска» З. Бжезинский. По аналогии с Балканами, как пороховой бочкой Европы, Бжезинский говорит о Евразийских Балканах, ядром которых выступает именно Каспийский регион. Он пишет, что «Евразийские Балканы» включают девять стран, еще две страны являются потенциальными кандидатами. К числу этих девяти стран принадлежат Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Узбекистан, Туркменистан, Азербайджан, Армения и Грузия (прежде все они входили в состав бывшего Советского Союза), а также Афганистан. Потенциальными кандидатами для включения в этот список являются Турция и Иран» [7, с. 124]. По мнению З. Бжезинского, Каспийский регион может выступить в роли пороховой бочки Евразии вследствие высокой степени вероятности обострения внутриэлитных, межэтнических и иного рода конфликтов, вследствие политизации ряда неполитических факторов, вследствие слабости новых государств. Отметим, что Бжезинский понимает Каспийский регион достаточно расширенно, приближая его, по сути, к Большому Каспию. [29]

Проект «Большой Каспий» создан и существует под влиянием как объективных, так и субъективных причин, но не «коллективным» Западом. Страны, входящие в Каспийский регион, начиная с 1990 гг. были своего рода объектами геополитического воздействия и манипуляции со стороны «коллективного» Запада. Стремление региональных игроков перейти в ранг акторов геополитического воздействия или возможно в ранг коллективного субъекта, возникшего после 11 сентября 2001 г., привело к тому, что появился единственный проект с приставкой «большой», инициированный не коллективным Западом, а региональными игроками – это проект Большой Каспий.

Расширенное толкование Каспийского региона заложило, с одной стороны, понимание сущности Большого Каспия, а с другой, потенцировало появление нового геополитического проекта «Большой Каспий», проекта без явно выраженного ведущего регионального субъекта, проекта, в котором силовая, экономическая, демографическая и ресурсная составляющая находятся у разных региональных игроков проекта, рассредоточены по региональным центрам влияния, а главная цель его существования как единого геополитического пространства/проекта: противостояние гегемонии «коллективного» Запада, обеспечение региональной безопасности и посредством приобретения статуса логистически-транспортного региона влияние на мировые экономические и политические процессы.

Отметим, что поиску баланса интересов в регионе Большого Каспия мешали разные позиции России, КНР, ИРИ и Индии по вопросу степени открытости региона и опасения активизации в регионе традиционных соперников РФ (Великобритания, США). Россия, обладая военной мощью, стремится стать региональным центром силы и «закрывать» Каспийский регион от влияния внерегиональных игроков, гарантировать как общую региональную безопасность, так и устойчивость политических режимов в Прикаспийских государствах. При этом ни Иран, ни Китай, ни Индия не могут противопоставить глобальным игрокам и ведущим геополитическим центрам свою военную мощь, что в итоге приводит, с одной стороны, к стремлению реализовать в масштабах Большого Каспия принципы «открытости региона», «открытых дверей», «равных возможностей», а с другой, к поискам реперных точек будущего сотрудничества с Россией по противодействию расширению влияния в регионе Большого Каспия европейских стран, США, Турецкой Республики и Исламской Республики Пакистан.

В проекте Большой Каспий большое значение, как ни странно бы звучало, играет Турция, которая, с одной стороны, являясь частью американского проекта Большой Кавказ, да и реализуя свои национальные интересы, встраивается в реализацию сухопутных и морских новых транспортных потоков и коммуникаций с выходом и в средиземноморье, и Европу и с, другой, стремящаяся реализовать проект Великого Турана. Реализовать доктрину пантюркизма [2] планируется через так называемый тюркский фактор, через общность тюркоговорящих азербайджанцев, туркмен, казахов, кумыков, татар, ногайцев, карачаевцев и балкарцев, которые живут и в Азербайджане, и Иране, и Казахстане, и Туркменистане, и на российских прикаспийских (и шире, кавказско-каспийских) территориях.

Несомненно, что в создании и реализации проекта «Большой Каспий» большую роль играл и играет такой внерегиональный игрок, как Китайская Народная Республика. Участие в проекте «Большой Каспий» отвечает его стратегическим интересам: это сами энергоресурсы и их импорт; интеграция со старыми и активное строительство новых транспортно-коммуникационных систем; реализация принципов «тихой/ползучей» экспансии [15, с. 80-81].

В новых геополитических реалиях Каспийский регион рассматривается как: часть обширной территории «Евразийских Балкан»; составная часть обширной территории – Евразии; связующее звено между Центрально-Азиатским и Причерноморским пространствами или связующее звено направления Север – Юг (Россия – Персидский залив). В данном контексте определенный интерес представляет точка зрения С.А. Проскурина и К.Г. Ланда, рассматривающая Каспийский регион в качестве логического продолжения Индо-Персидского, Кавказско-Черноморского, Центральноазиатского и Волго-Уральского геополитических регионов [21, с. 192].

По нашему мнению, понятие «Каспийский регион», активно используемое в периодической печати и научной литературе в большей степени основано на интуитивном понимании, нежели на четком определении, в основе которого лежали бы определенные характеристики, до сих пор трактуется неоднозначно, а порой и противоречиво. В последнее время в качестве идеологического обоснования интеграции стран СНГ заговорили о новом понима-

нии евразийства. Каспийский регион является центром Евразии, поэтому именно здесь эти идеи всегда встречали самый непосредственный живой интерес. Именно поэтому этот регион особенно подвержен для различного рода геополитических экспериментов, связанными с «цветными революциями» [14].

Многообразие переплетения указанных взаимосвязей как между странами Каспия, так и опосредованное их политическое и торгово-экономические участие с третьими государствами посредством двухсторонних или многосторонних отношений через международные организации, формируют новую конфигурацию пространственного развития Евразийского континента [15, с. 90-91].

Так, например, Иран является важным государством, посредством которого обеспечивается реализация евразийской интеграционной политики России и Китая; России и Индии. Ресурсный потенциал углеводородов, проходящий через Ормузский пролив достигает 40% мировой торговли и 20% торговли нефтью, его географическое положение связывает Кавказ и Центральную Азию с Аравийским полуостровом, Индию со Швецией, Афганистан с Турцией и т.д. [20].

Сопряжение евразийской интеграции на базе строительства Евразийского экономического союза и Экономического пояса Шелкового пути обеспечивают формирование транзитного пространства между Китаем и Европой по различным вариантам (по Транссибирской магистрали на всем ее протяжении; перевозка китайских грузов в Россию через Казахстан; транзит из Китая в Европу в обход России – через Казахстан и Иран) [13, с. 46-47].

Одновременно с формированием огромного пространства Большой Евразии (от стран АСЕАН и Кореи на востоке, Индии на юге до Закавказья на западе) создаются новые геополитические и геоэкономические системы «взаимосвязей – транспортных, торгово-инвестиционных, человеческих, политических», а также зоны свободной торговли, единство норм и стандартов. При этом экономический потенциал «Китая и Индии обеспечивают новому пространству соразвития подушку безопасности» [11, с. 54].

Учитывая особое современное геополитическое и геоэкономическое стратегическое значение, Каспийский регион превратился в эпицентр международных процессов. Единообразие большинства точек зрения состоит в его признании трансграничным макрорегионом, в формировании которого «участвуют свыше 30 региональных, внерегиональных и глобальных политических, экономических, военных акторов в лице государств, организаций и компаний» [4, с. 53]. Трансграничный статус региона представляет собой институциональную форму организации трансграничного сотрудничества [28], который можно характеризовать как «естественную экономическую зону» [3] регионального развития.

По совокупности указанных факторов и условий Каспийский регион как «субъект» – представляется более сложной конфигурацией геополитических отношений, требующий уточнения современного понятия. Первоначально он не был таким единым и не имел общего правового поля и определенного правового статуса. Поэтому выделялось несколько уровней «вызревания» сущности субъекта геополитических характеристик: (а) единства и целостности культурного, исторического и географического пространства; (б) кооперация политико-хозяйственной деятельности всех субъектов; (в) общность стратегических интересов и приоритетов; (г) формирование или наличие «территориальной (региональной) идеи»; (д) единого правового поля [9, с. 35-36].

В результате институциональных преобразований может поэтапно формироваться физико-географическое пространство Большого Каспия, которое представлено большим количеством разнообразных государств практически всех материков Земли, отличающихся уровнем развития: производительных сил и производственных отношений; политических систем и политического устройства, внешней и внутренней политики, а также иными историческими, социально-экономическими и культурными особенностями. Одновременно создается базовая основа построения многомерной модели Большого Каспия, динамично

изменяющаяся пространственное сопряжение различных сил международного влияния. В рамках указанного пространства формируется совокупность двух и - трехсторонних связей и отношений, как наиболее устойчивых геополитических и «пространственных единиц».

Так, сирийские события (начиная с 30.09.2015 г. по настоящее время) способствовали созданию наиболее действенной военно-политической коалиции государств (Россия – Иран – Турция), которая фактически трансформируется в юго-западный вектор «Большой Каспийский треугольник» - зону коллективной безопасности на юге прикаспийского пространства. Стратегический треугольник также охватывает наиболее «взрывоопасные регионы» мира: Каспийский и Черноморский бассейны – Средиземноморье - Персидский залив - Аравийское море.

Каспийский юго-восточный евразийский вектор (евразийский разворот), формирующий новое геополитическое пространство Большого Каспия, осуществляется в рамках «Большого Евразийского треугольника РИК» (Россия – Индия – Китай), как устоявшегося формата политического взаимодействия государств. Значимость этого сотрудничества определяется традиционно развивающимися торгово-экономическими отношениями, а также возможностями сопряжения евразийской интеграции при реализации глобальных проектов: Китайского Экономического пояса Шелкового пути и Международного транспортного коридора «Север - Юг», расширяющего доступность Индии к международным транспортным коммуникациям и углеводородным ресурсам [15, с. 94-95].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Aladin N.V., Plotnikov I.S. How changing of the Caspian Sea level makes influence on biodiversity of fishes and free-living aquatic invertebrates // 4th International Conference of UNESCO programme 481 «Dating Caspian Sea Level Change». Almaty, 2006. P. 15–16.
2. Landau Jacob M. Pan-Turkism: From Irredentism to Cooperation. Indiana University Press, 1995. 261 p.
3. Ohmae, K. The Rise of the Region State // International Affairs. 1993. Vol. 72. № 2. P. 78–87.
4. Алиев Ш.М., Магомедова А.И. Кавказско-Каспийский регион: новая евразийская реальность // Известия ДГПУ, 2017. Т. 11. № 2. С. 50-57.
5. Базаров В.Б. Центральноеазиатские логистические проекты XI века и Новый Шелковый путь // Наука и образование сегодня. 2018. № 12(35). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsentralnoaziatskie-logisticheskie-proekty-xxi-veka-i-novyy-shelkovyy-put>
6. Базаров В.Б., Атанов А.А. Евразийские центральноеазиатские логистические проекты XXI столетия // Власть, 2017. № 08. С. 137-142.
7. Бжезинский З. Великая шахматная доска (Господство Америки и его геостратегические императивы). М.: Международные отношения, 1998. 256 с.
8. Дергачев В.А. Геоэкономический словарь-справочник. Одесса: ИПРЭИНАНУ, 2004. 177 с.
9. Дмитриев А.В, Карабущенко П.Л., Усманов Р.Х. Геополитика Каспийского региона (Взгляд из России). Астрахань: Изд-во АГУ, 2004. 317 с.
10. Гукасов А. В., Косов Г. В. Технологии формирования нового мирового порядка в период «interregnum»: к вопросу формирования новых элитарных зон и территорий распада (кейс Большого Средиземноморья) // Вопросы элитологии. Том 1. №4, 2020. С.82-103.
11. Магомедов А.К. Каспий – Кавказ – Причерноморье: пути нефти, пути торговли, пути войны (история и современность). Ульяновск: УлГТУ, 2018. 251 с.
12. Магомедов А.К. Энергетический и транспортный аспекты геополитической идентификации Каспийского региона в постсоветский период // Каспийский регион: Политика, экономика, культура, 2014. № 1(38). С. 40-45.

13. Макаров И.А., Соколова А.К. Сопряжение евразийской интеграции и Экономического пояса Шелкового пути: возможности для России // Вестник международных организаций. 2016. Т. 11. № 2. С. 40-54.
14. Максимова Е. Н. Политические элиты как ведущий фактор цветных революций на постсоветском пространстве // Вопросы элитологии. Том 1. №2, 2020. С.116-129.
15. Маркелов К.А. Большой Каспий в геополитическом измерении. Монография. М.: Изд. «Экон-Информ», 2020. 198с.
16. Маркелов К. А. Современные геостратегические концепции политических элит прикаспийских государств // Вопросы элитологии. Том 1. №1, 2020. С.147-170.
17. Миллер Н.Н. Каспийский регион как геополитическая конструкция. URL: [https://superinf.ru/view\\_helpstud.php?id=2109](https://superinf.ru/view_helpstud.php?id=2109)
18. Нурша А. Прикаспийский регион: стратегическое значение пространства и нефти //Центральная Азия и Кавказ URL:[https://ca-c.org/journal/2001/journal\\_rus/cac-02/09.nursru.shtml](https://ca-c.org/journal/2001/journal_rus/cac-02/09.nursru.shtml)
19. Поздняков Э.А. Геополитика. М.: Прогресс, Культура, 1995. 96 с.
20. Попова В. Геополитические причины ирано-американского кризиса и Большая Евразия, 08.01.2020. URL:<https://www.ritmeurasia.org/news--2020-01-08--geopoliticheskie-prichiny-irano-amerikanskogo-krizisa-i-bolshaja-evrazija-46848>
21. Проскурин С.А., Ланда К.Г. Каспийский регион и геополитика России // Геополитические вызовы и внешнеполитическая деятельность России, 2002. №5. С. 190-213.
22. Свиточ А.А. Большой Каспий: строение и история развития. М.: Изд-во МГУ, 2014.272 с.
23. Смирнова Е.С. Проблема определения границ Евразии как геополитического региона на современном историческом этапе //Ученые Записки Санкт-Петербургского имени В.Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии. 2015. № 1(53). С. 155-161.
24. Сыроежкин К.Л. Проект «Экономический пояс Шёлкового пути» в сложном пространстве Центральной Азии // Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право. 2016. Т. 9. № 6. С. 104-121.
25. Улуян А. «Большая Центральная Азия»: Геополитический проект или внешнеполитический инструмент? URL:<http://www.geopolitics.ru/2012/10/bolshaya-centralnaya-aziya-geopoliticheskij-proekt-ili-vneshnepoliticheskij-instrument/>
26. Усманов Р.Х. Международное взаимодействие и перспективы Каспийского региона – предварительный анализ итогов Астраханского саммита // Каспийский регион: политика, экономика, культура. 2014.№ (4). С.93-102.
27. Чжоу Цз. Значение государств Центральной Азии в мировой политической системе // Управленческое консультирование. 2017. № 3. С. 164-171.
28. Яровой Г., Белокурова Е. Европейский союз для регионов: что можно и нужно знать российским регионам о ЕС. СПб.: Норма, 2012. 368 с.

## REFERENCES

1. Aladin N.V., Plotnikov I.S. How changing of the Caspian Sea level makes influence on biodiversity of fishes and free-living aquatic invertebrates. 4th International Conference of UNESCO programme 481 «Dating Caspian Sea Level Change». Almaty, 2006. P. 15–16.
2. Landau Jacob M. Pan-Turkism: From Irredentism to Cooperation. Indiana University Press, 1995. 261 p.
3. Ohmae, K. The Rise of the Region State. International Affairs.1993. Vol. 72. № 2. P. 78–87.
4. Aliev Sh.M., Magomedova A.I. The Caucasus-Caspian region: a new Eurasian reality. Izvestiya DGPU, 2017. Т. 11. Vol. 2. P. 50-57.



5. Bazarov V.B. Central Asian logistics projects of the 11th century and the New Silk Road. *Science and Education Today*. 2018. Vol. 12 (35). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsentralnoaziatskie-logisticheskie-proekty-xxi-veka-i-novyy-shelkovyy-put>
6. Bazarov V.B., Atanov A.A. Eurasian Central Asian Logistic Projects of the XXI Century. *Power*, 2017. Vol. 08. P. 137-142.
7. Brzezinski Z. *The Great Chessboard (American Domination and its Geostrategic Imperatives)*. М.: International relations, 1998. 256 p.
8. Dergachev V.A. *Geoeconomic dictionary-reference*. Odessa: IPREEINANU, 2004. 177 p.
9. Dmitriev A.V., Karabuschenko P.L., Usmanov R.Kh. *Geopolitics of the Caspian Region (View from Russia)*. Astrakhan: ASU Publishing House, 2004. 317 p.
10. Gukasov AV, Kosov GV *Technologies for the formation of a new world order in the period of "interregnum": on the issue of the formation of new elite zones and territories of disintegration (the case of the Greater Mediterranean) // Issues of elitology. Volume 1. No. 4, 2020. P.82-103.*
11. Magomedov A.K. *Caspian - Caucasus - Black Sea region: oil routes, trade routes, war routes (history and modernity)*. Ulyanovsk: USTU, 2018. 251 p.
12. Magomedov A.K. *Energy and transport aspects of geopolitical identification of the Caspian region in the post-Soviet period. Caspian region: Politics, economics, culture, 2014. Vol. 1 (38). P. 40-45.*
13. Makarov I.A., Sokolova A.K. *Conjugation of Eurasian integration and the Silk Road Economic Belt: Opportunities for Russia. Bulletin of International Organizations. 2016. Vol. 11. P. 40-54.*
14. Maksimova EN *Political elites as a leading factor of color revolutions in the post-Soviet space // Issues of elitology. Volume 1. No. 2, 2020. P.116-129.*
15. Markelov K.A. *The Greater Caspian Sea in the Geopolitical Dimension. Monograph. Moscow: Ed. Econ-Inform, 2020. 198 p.*
16. Markelov KA *Modern geostrategic concepts of political elites of the Caspian states // Issues of elitology. Volume 1. No. 1, 2020. P.147-170.*
17. Miller N.N. *The Caspian region as a geopolitical structure*. URL: [https://superinf.ru/view\\_helpstud.php?id=2109](https://superinf.ru/view_helpstud.php?id=2109)
18. Nursha A. *The Caspian region: the strategic importance of space and oil. Central Asia and the Caucasus* URL: [https://ca-c.org/journal/2001/journal\\_rus/cac-02/09.nursru.shtml](https://ca-c.org/journal/2001/journal_rus/cac-02/09.nursru.shtml)
19. Pozdnyakov E.A. *Geopolitics*. Moscow: Progress, Culture, 1995. 96 p.
20. Popova V. *Geopolitical causes of the Iranian-American crisis and Greater Eurasia, 08.01.2020*. URL: <https://www.ritmeurasia.org/news--2020-01-08--geopoliticheskie-prichiny-irano-amerikanskogo-krizisa-i-bolshaja-evrazija-46848>
21. Proskurin S.A., Landa K.G. *The Caspian Region and the Geopolitics of Russia. Geopolitical Challenges and Foreign Policy Activity of Russia, 2002. Vol. 5. P. 190-213.*
22. Svitoch A.A. *The Big Caspian: structure and history of development*. Moscow: Moscow State University Publishing House, 2014. 272 p.
23. Smirnova E.S. *The problem of defining the boundaries of Eurasia as a geopolitical region at the modern historical stage. Bobkov branch of the Russian Customs Academy. 2015. Vol. 1 (53). P. 155-161.*
24. Syroezhkin K.L. *The Silk Road Economic Belt Project in the Complex Space of Central Asia. Contours of Global Transformations: Politics, Economics, Law. 2016. Vol. 9. P. 104-121.*
25. Uluyan A. *"Greater Central Asia": Geopolitical Project or Foreign Policy Instrument?* URL: <http://www.geopolitics.ru/2012/10/bolshaya-centralnaya-aziya-geopoliticheskij-proekt-ili-vneshnepoliticheskij-instrument/>

26. Usmanov R.Kh. International cooperation and prospects of the Caspian region - a preliminary analysis of the results of the Astrakhan summit. Caspian region: politics, economics, culture. 2014. Vol. (4). P.93-102.

27. Zhou Tsz. The importance of the states of Central Asia in the world political system. Management consulting. 2017. Vol. 3. P. 164-171.

28. Yarovoy G., Belokurova E. The European Union for the Regions: What Russian Regions Can and Should Know About the EU. SPb: Norma, 2012.368 p.

#### ОБ АВТОРЕ

**Маркелов Константин Алексеевич**, кандидат экономических наук, профессор кафедры политологии и международных отношений, ректор Астраханского государственного университета, e-mail: [aspu@aspu.edu.ru](mailto:aspu@aspu.edu.ru), ORCID <http://orcid.org/0000-0001-8218-4496>

**Markelov Konstantin Alekseevich**, Candidate of Economic Sciences, Professor of the Department of Political Science and International Relations, Rector of Astrakhan State University, E-mail: [aspu@aspu.edu.ru](mailto:aspu@aspu.edu.ru), ORCID <http://orcid.org/0000-0001-8218-4496>

Дата поступления в редакцию: 24.07.2021

После рецензирования: 13.08.2021

Дата принятия к публикации: 9.09.2021

## ДИСКУССИОННЫЕ СТАТЬИ | DISCUSSION PAPERS

А. В. Батуров [A. V. Baturov]  
В. Ф. Кшишневская [V. F. Kshishnevskaya]

УДК 338.484.6  
DOI: 10.37493/2307-910X.2021.3.24

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ  
ИНДУСТРИИ ГОСТЕПРИИМСТВА В  
УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ НА ПРИМЕРЕ  
СЕВЕРО КАВКАЗСКОГО РЕГИОНА**

**PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT  
OF THE HOSPITALITY INDUSTRY IN  
THE CONTEXT OF THE PANDEMIC ON  
THE EXAMPLE OF THE NORTH  
CAUCASUS REGION**

*Пятигорский институт (филиал) СКФУ, г. Пятигорск, Россия, Пятигорск, [andreybatur-ow@yandex.ru](mailto:andreybatur-ow@yandex.ru)/ Pyatigorsk Institute (branch) of NCFU, Pyatigorsk, Russia, Pyatigorsk, [andreybatur-ow@yandex.ru](mailto:andreybatur-ow@yandex.ru)*

**Аннотация**

*Статья посвящена исследованию устойчивости локального рынка индустрии туризма и гостеприимства в условиях экономического кризиса вызванного пандемией, падения доходов населения и как следствие спроса на товары и услуги. Пандемия коронавируса в значительной мере изменила не только психологию потребления туристских услуг, но и сервис гостеприимства в целом. Этот тренд будет способствовать росту спроса на дешевые туры и дестинации, и одновременно к росту требований к качеству сервиса.*

*Вероятно, более востребованными могут стать другие специфические виды туризма, такие как медицинский и рекреационный туризм (санаторно-оздоровительные услуги) среди молодого поколения. Курортные регионы Северного Кавказа (географический регион КМВ) в этом направлении находятся в выигрышном положении, так как имеют развитую рекреационную инфраструктуру и квалифицированный персонал.*

**Ключевые слова:** туризм, индустрия гостеприимства, экономика впечатлений, рекреационный потенциал.

**Abstract**

*The article is devoted to the study of the stability of the local market of the tourism and hospitality industry in the conditions of the economic crisis caused by the pandemic, falling incomes of the population and, as a result, demand for goods and services. The coronavirus pandemic has significantly changed not only the psychology of consumption of tourist services, but also the service of hospitality in general. This trend will contribute to the growth of demand for cheap tours and destinations, and at the same time to the growth of requirements for the quality of service.*

*Other specific types of tourism, such as medical and recreational tourism (health and wellness services), may become more popular among the younger generation. The resort regions of the North Caucasus (the geographical region of the CMS) are in a favorable position in this direction, as they have a developed recreational infrastructure and qualified personnel*

**Key words:** tourism, hospitality industry, experience economy, recreational potential

## Introduction

The tourism and hospitality industry is among the industries most affected by the covid-19 pandemic globally, with global GDP falling by about 4.3% in 2020. During the 2009 recession, global production fell by only 1.7%. It is assumed that the recovery of the global economy in 2021. will reach 4.7%. In 2019, tourism accounted for 10% of global GDP (\$ 8.9 trillion). In 2019. the contribution of tourism to Russia's GDP was 4% and in the amount of 5.5 trn rubles. According to the World Tourism Organization, export revenues from inbound tourism decreased by \$ 1.3 trillion. This is about eleven times higher than the losses from the 2008-2009 crisis. Small and medium-sized businesses were affected, with up to 100 million job losses, in Russia up to 3 million jobs. It is assumed that it will take 2 to 4 years for the industry to recover. [8,11].

According to Rosstat data, the growth of the Russian economy at the end of 2020. decreased by 3.1% under the influence of pandemic restrictions and a decline in demand for products of the primary industries. Under the influence of the pandemic restrictions, the service sector suffered the most, the value added decreased: by 24.1% for hotels and restaurants, by 11.4% for cultural and sports establishments, and for 10.3% for transport enterprises.

In 2020. the main directions of development of the tourism and hospitality industry in Russia focused on the budgetary, individual segment of domestic tourism, taking into account the sanitary and epidemiological situation of the location, ecological tourism in small groups, living in the private sector (renting apartments), using motor transport, digitalization of the industry [1].

**Results and discussions.** Some domestic researchers consider the tourism industry as part of the hospitality industry, which is considered as a whole due to the inextricable commonality of its goals and objectives. It can be viewed as a part of the post-industrial creative economy, which is aimed at meeting the needs of the population [10].

With the growth of incomes of the population, the demand for services that increase human capital (education and healthcare), for products and services in the field of emotions and impressions (the sphere of recreation and entertainment) increases. The creative economy is often called the experience economy. Tourists often travel hundreds and thousands of kilometers for impressions. And impressions are created precisely by culture: both cultural and historical heritage and attractive cultural events. When buying a tour, the consumer buys not tickets, not a hotel, not insurance, but an impression and a memory that will allow him to either return for them in the future, or find a new territory to get even more vivid impressions. The term "experience economy" was coined in the book "The Experience Economy. Work is a theater, and every business is a stage. " From the point of view of consumption, four areas of impressions are distinguished: entertainment, learning, escape from reality, aesthetics [3,5,7].

The experience economy (hospitality industry), which includes culture, tourism, restaurants, museums, exhibitions and other areas of employment, has replaced the traditional one. Products and services are no longer just sold, but promoted on the market with the help of emotions that arise in connection with interaction with them. People cannot live without emotions and are willing to pay for their experiences [6].

The most traditional sectors of the globally competitive creative industries in Russia are culture and recreational tourism. Due to the reduction in inbound tourism due to the coronavirus pandemic, the Russian tourism and hospitality industry lost about 600 billion rubles in 2020. According to some estimates, the flow of domestic tourism in 2020. decreased by 40%, from 68 million trips in 2019. up to 40 million trips in 2020. Most of all, the tourism and hospitality industry was hit in large cities, due to the decline in business tourism. The most popular destinations for domestic tourism in 2020 were: Krasnodar Territory (26% of tourists), Crimea (17%), Caucasian Mineral Waters (7%), St. Petersburg and Kaliningrad region (5%) [8].

Key problems of the current state of the tourism sector in the Russian Federation: uncomfortable environment for making tourist trips, unsatisfactory state of the tourism and transport infrastructure, low efficiency of tourism management at the federal and regional levels [9] ..

**The purpose of our study** is the stability of the local market for the tourism and hospitality industry in the context of the economic crisis caused by anti-pandemic measures, falling incomes of the population and, as a consequence, the demand for goods and services. We investigated the indirect inertial influence of the economy of impressions on the development potential of this sector of the North Caucasus Federal District.

**Research methods and objects.** To accomplish this task, indicators have been identified that characterize the development of the tourism and hospitality industry in the region. Indicators of regional development of the industry were calculated on the basis of primary indicators. The sources of information are official statistical data, as well as mass media, scientific publications, data of opinion polls, etc. Indicators are presented by us in the form of structure indicators, which are more stable over time. To analyze statistical data, we used the methods of content analysis, comparison, grouping [2].

The indicators are grouped into two blocks that were used to determine the sustainability of the regional tourism market:

- entrepreneurial activity (share of the sector in GDP, GRP%, investments in fixed assets, distribution of organizations and the average annual number of employees by type of economic activity),

- the standard of living of the population (real monetary incomes of the population, the structure of consumer expenditures of households, the distribution of paid services to the population by type). Development institutions serve to eliminate the elimination of regional imbalances in the development of the national economy. Development institutions are instruments of state policy to stimulate innovation, develop economic and social infrastructure, support small and medium-sized businesses using public-private partnership mechanisms. The regions of the North Caucasus Federal District, in terms of their geographical location, have significant potential for the development of the tourism sector. These are various types of tourist resources: natural, climatic, historical, socio-cultural, etc. However, an insufficiently developed economic and social infrastructure reduces the contribution of tourism to the region's GRP to 1-3%. To attract investment to the region, the government of the Russian Federation in 2010. established development institutions of the North Caucasus Development Corporation JSC and the North Caucasus Resorts JSC, and in 2014. a federal ministry for the affairs of the North Caucasus was created. The state program "Development of the North Caucasian Federal District for the period up to 2025" and the subprogram "Development of the tourist cluster in the North Caucasian Federal District" were adopted. Over the past five years, more than 2 trillion rubles have been allocated to the region to solve social and economic problems. rub. However, not all planned socio-economic indicators were met, some values of indicators lag behind the national average: the unemployment rate in the regions is 11.1% (in the Russian Federation - 4.6%), the average per capita money income of the population is 69%. In 2020. the government of the Russian Federation reorganized these institutions: JSC "Corporation for the Development of the North Caucasus" and "Resort Elbrus" were abolished, their functions were transferred to the development institute on the basis of JSC "Resorts of the North Caucasus"

The amount of funds for the development of tourism infrastructure in the North Caucasus Federal District in 2021 is planned over 9.1 billion rubles. (8.2 billion rubles in 2022; 8.6 billion rubles - in 2023) [4] ..

Tables 1 and 2 show the dynamics and geography of tourist traffic in the regions of the North Caucasus Federal District. In the crisis of 2020, the tourist flow to these resort regions decreased by 10 - 67% compared to 2019. CMS suffered the most in 2020. The fall was 67% compared to the favorable 2019.

Table 1. - Dynamics of tourist traffic by regions of the North Caucasus Federal District

Indicators mln, people	2018	2019	2020	% к 2019
Stavropol region	1,5	1,6	0,57	35,6
Caucasian Mineral Waters	1,1	1,2	0,4	33,3
Kabardino Balkar Republic	0,55	0,6	0,54	90
Karachay Cherkess Republic	1,4	1,5	1,2	80
Republic of North Ossetia	0,27	0,28	0,25	89

the tourist republics of the North Caucasus, the decline was not so critical 10 - 20%. The main reasons were anti-pandemic measures and falling incomes of the population.

Table 2. - Geography of tourist traffic KMV

Indicators (as a percentage of the total)	2019	2020
Moscow	15,6	18
Moscow region	8,7	13
Stavropol region	25	14
Krasnodar region	9,5	6,3
Rostov region	12,6	9,5

Geography of tourist traffic KMV in 2020 did not change significantly, mainly vacationers arrived from the European part of the Russian Federation. These are the nearby regions of the Southern Federal District and the North Caucasus Federal District, as well as the Moscow agglomeration. In 2020. the share of the regions of the Southern Federal District and the North Caucasus Federal District decreased by 1.5 - 2 times. Residents of the Moscow agglomeration have increased their presence by 1.5 times. According to the All-Russian Classifier of Economic Activities, the hospitality industry includes: the activities of hotels and catering establishments, activities in the field of health care and social services, activities in the field of culture, sports, leisure and entertainment.

Table 3: - GDP (GRP) structure of output by sectors of the economy

Indicators (as a percentage of the total)	RF				Moscow			Stavropol region			KBR			KChR			RNO		
	2017	2018	2019	2020	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
– hotels and catering establishments activities;	1,1	1,0	0,9	0,7	0,8	0,9	0,8	2,4	2,1	2,3	1,6	1,8	1,7	0,8	0,9	0,8	1,6	1,5	1,4
–health care and social services;	3,9	4,1	3,5	3,9	2,8	3,0	3,0	8,1	8,8	8,3	6,5	7,4	6,7	6,1	7,2	6,9	7,6	7,4	6,9
–culture, sports, leisure and entertainment activities.	0,9	0,9	1,0	0,9	1,2	1,1	1,3	0,9	0,8	0,7	0,9	1,0	1,0	1,7	1,8	1,8	1,2	1,4	1,6

Table 3 shows the structure of output by branches of the Russian economy. Gross domestic product is the value of all goods and services produced during the reporting period in all sectors of the economy on the territory of the country for consumption, accumulation, and export. The structure of GDP (Gross Domestic Product) by industry gives a clear idea of the share of a particular in-

dustry in the economy and the prospects for its development. Gross regional product is the value of all goods and services that are produced in a particular region during the reporting period. However, the sum of the GRP (Gross Regional Product) of all regions of Russia is not identical to the country's GDP. This is due to the extraterritoriality of some industries.

The gross regional product helps to assess the economic situation and highlight the leading industries in a particular region. The indicator of the activity of hotels and catering establishments in the RF GDP is stably in the region of 1% with a downward trend to 0.7% by 2020. The share of this indicator in the GRP of Moscow does not differ significantly from the all-Russian one.

The all-Russian indicator of activity in the field of health care and social services in dynamics is within 4%, in Moscow – 3%. The indicator of activity in the field of culture, sports, organization of leisure and entertainment in the Russian Federation in dynamics is within 1%, in Moscow it is more from 1.1 to 1.3%. In the regions of the North Caucasus Federal District, the indicators of the hospitality industry occupy a large share in the GRP structure. For example, in terms of the indicator, the activities of hotels and public catering enterprises, activities in the field of health care and social services, the Stavropol Territory, KBR, and the Republic of North Ossetia differ from the all-Russian ones by 1.5-2 times. The share of the indicator activity in the field of culture, sports, organization of leisure and entertainment in the KBR and North Ossetia exceeds the national average by 1.5 times. The structure of the GRP is influenced by the specialization of regions in the field of tourism and recreation.

Table 4. - Investments in fixed assets by type of economic activity

Indicators (as a percentage of the total)	RF			Moscow			Stavropol region			KBR			KChR			RNO		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
–hotels and catering establishments activities;	0,15	0,2	0,3	1,3	0,38	0,5	0,1	0,1	0,1	0,05	0,01	0,3	0,1	0,1	–	0,01	0,03	–
–health care and social services;	0,2	0,19	7,1	0,01	1,4	2,6	7,3	4,5	5,5	10,6	4,9	9,3	7,3	5,6	6,8	10,8	9,7	11,3
–culture, sports, leisure and entertainment activities.	0,15	0,18	1,9	1,9	1,7	1,5	2,6	2,2	1,2	1,4	1,8	1,2	2,6	3,3	3,2	1,5	4,5	2,5

Table 4. shows the dynamics of investment in fixed assets by type of economic activity. Real investments are the driver of the development of any economy. One of the forms of real investment is investment in fixed assets (in production, in machinery, equipment, raw materials, real estate, etc.), which lay the foundation for the stable development of an organization of any type of economic activity. Investments in fixed assets of hotels and public catering enterprises for the period 2018-2020 at the all-Russian and regional levels are within 1%. Health investment reflects the extent to which infectious diseases will be tackled in 2020. they increased sharply from 1.5 to 7 times. Investments in the development of culture, sports, leisure and entertainment at the all-Russian level also increased significantly from 0.18% to 1.9%. In the regions of the North Caucasus Federal District, investments in this industry in 2020 decreased by 1.5 - 2 times. The distribution of organizations by type of economic activity, the dynamics of changes in their number allow us to analyze the directions of economic development of the country as a whole, as well as its individual regions.

Table 5. - Distribution of organizations by type of economic activity

Indicators (as a percentage of the total)	РФ			Г.Москва			Ставропольский край			КБР			КЧР			РСО		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
– hotels and catering establishments activities;	2,3	2,3	2,5	2,4	2,8	2,3	2,4	2,4	2,4	2,7	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,3	2,2	2,1
–health care and social services;	2	1,8	1,8	1,3	1,3	1,5	3,0	3,9	3,9	3,1	3,6	3,9	3,6	3,1	3,3	4,2	4,1	4,2
–culture, sports, leisure and entertainment activities.	1,8	1,8	1,6	1,2	1,4	1,6	1,7	2,3	2,3	2,5	2,6	2,9	1,6	1,5	1,7	2,6	2,8	2,6

On the example of the regions of the North Caucasus Federal District (Table 5), the dynamics of changes in the structure in terms of hotels and catering establishments is monotonous and does not differ from the all-Russian ones. By indicators of activities in the field of health and social services; in the field of culture, sports, organization of leisure and entertainment exceeds the all-Russian indicators in 2020. 1.3–1.6 times.

Table 6. - Average annual number of employed by type of economic activity

Indicators (as a percentage of the total)	RF			Moscow			Stavropol region			KBR			KChR			RNO		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
– hotels and catering establishments activities;	2,4	2,5	1,0	2,2	2,3	1,5	2,7	2,8	0,4	2,7	2,8	1,0	2,1	2,0	1,0	3,4	3,4	0,7
–health care and social services;	6,2	6,2	12	3,6	3,7	8,4	7,4	7,3	18,6	6,4	6,7	19	6,6	6,7	17,0	7,2	7,5	20,5
–culture, sports, leisure and entertainment activities.	1,6	1,6	2,4	2,2	1,9	2,3	1,7	1,6	2,1	1,6	1,5	3	1,8	1,5	2,0	1,6	1,7	2,1

The indicator reflecting the structural changes taking place in the economy is the structure of employment, which is shown in Table 6. This indicator reacts to any changes in the socio-economic development of the region. It allows you to judge which phase of the cycle the economic system is in: growth or recession. Employment in terms of activity of hotels and catering enterprises by country and regions in 2020 shows a decline from 1.5 to 7 times compared to 2019. On the contrary, an increase of 2-3 times is observed in terms of activities in the field of health care and social services. Also, an increase of 1.5-2 times is recorded according to the indicator of activity in the field of culture, sports, organization of leisure and entertainment. The growth in employment in terms of activities in the field of health care and social services is associated with anti-anemic measures. The growth in terms of activity in the field of culture, sports, leisure and entertainment is likely associated with the outflow of the economically active population from other sectors of the economy.



Table 7 - Real cash income of the population

	РФ			Moscow			Stavropol region			KBR			KChR			RNO		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Real cash income (% of the previous year)	101,1	101,7	97,4	101,8	104,3	98	100,7	99,6	94,0	99,7	98,6	97,7	98,5	99,7	95,1	100	101,2	94,5

Table 7 shows the real incomes of the population reflecting the standard of living in the country. The higher the standard of living, the more goods and services you can buy with your income. Since 2018 to 2019 real incomes of the population of the Russian Federation grew slightly within 1%, then in 2020 incomes fall by 4.3%, in Moscow – by 6.3%. In the regions of the North Caucasus Federal District, a decrease in real incomes of the population was noted throughout the entire period from 2018. to 2020 The sharp drop in real incomes of the population is due to anti-pandemic measures and the economic recession.

Table 8: - The structure of household consumption expenditures:

Indicators (as a percentage of the total)	RF				Moscow				Stavropol region				KBR				KChR				RNO			
	2018	2019	9мес 2020	2020	2018	2019	9мес 2020	2020	2018	2019	9мес 2020	2020	2018	2019	9мес 2020	2020	2018	2019	9мес 2020	2020	2018	2019	9мес 2020	2020
- food costs	35,2	34,6	36,0	30,2	26	32,8	34,5	34,7	34,0	45,5	45,5	45,4	37,5	34,9	31,5	39,3	41,3	41,8						
- expenses for non-food items	36	35,8	36,6	35,8	38,4	26,4	31,7	33	39,3	35,1	34,3	36,8	37,2	38,2	46,7	38	35,3	36,2						
- service costs:	27	27,8	25,5	32,1	33,6	37,6	32,3	30,8	25,2	19,0	19,2	17,4	25,1	26,5	21,3	22	22,7	21,5						
- hotels, cafes and restaurants	3,4	3,4	2,7	5,7	5,2	5,5	3,3	2,8	2,4	0,6	1,0	1,5	2,4	1,7	1,9	2,0	1,4	1,3						
- organization of recreation and cultural events	7,5	8,1	6,2	11,0	13,5	6,1	7,2	5,9	7,6	2,8	3,0	3,4	3,2	3,4	4,0	4,4	2,9	3,2						
- healthcare	3,6	3,7	3,8	3,1	3,4	3,3	6,3	4,8	4,5	2,3	2,2	3,0	5,3	4,9	4,9	2,6	3,3	3,2						

The income level of the population is a significant indicator of the well-being of society. The data are shown in Table 8. This indicator plays an important role in the accumulation of human capital (quality of life, recreation, education, health). Household consumption level directly depends on income level:

- the less income, the more food costs, the less remains for the accumulation of human capital,
- a moderate increase in the population's income leads to the fact that the cost of non-food products is growing faster than the cost of food,
- high incomes of the population lead to the fact that expenditures on services begin to grow faster than expenditures on non-food products.

For the period from 2018 to 2020 the overall Russian structure of household consumer spending reflected moderate income growth: spending on non-food products grew slightly faster than spending on food, while spending on services declined. In Moscow for 9 months 2020 spending on services grew faster than food and non-food items, with real cash incomes falling. In the

Stavropol Territory and KChR for 9 months 2020 with a fall in the real money income of the population, expenditures on non-food products grew faster than expenditures on food, and expenditures on services declined. In KBR and North Ossetia, food expenditures exceeded expenditures on non-food items, and service costs declined.

Table 9 Distribution of paid services to the population by types

Indicators (as a percentage of the total)	RF			Moscow			Stavropol region			KBR			KChR			RNO		
	2018	2019	9мес 2020	2018	2019	9мес 2020	2018	2019	9мес 2020	2018	2019	9мес 2020	2018	2019	9мес 2020	2018	2019	9мес 2020
- hotels and accommodation facilities;	3,3	3,2	1,9	3,6	4,7	2,4	13,9	13,4	8,3	3,5	2,9	2,1	3,6	4,0	3,8	1,5	1,9	0,7
- culture; physical education and sports;	16,1	19,1	9,0	24,7	33,1	6,0	12,3	10,1	11,8	2,9	5,1	3,0	4,3	5,3	7,0	11,1	5,9	3,8
- medical services	4,9	5,3	5,2	5,2	6,1	3,9	8,9	7,9	8,0	4,3	4,3	6,5	7,4	6,8	6,9	3,4	4,8	5,2
- sanatorium and health services	2,3	1,5	3,5	0,7	1,1	0,6	4,3	1,7	5,6	3,3	0,2	0,0	0,5	0,0	0,0	2,6	1,3	4,8

Consumption of paid services by households with different income levels in terms of the nomenclature is approximately the same: housing and communal services, medical, sanatorium and health services and educational services, transport and communications, culture; physical education and sports. However, the structure of consumption of paid services by the volume of certain types of services, their quality is significantly different (table 9).

And even if the demand for non-food products and services as a whole falls under the conditions of an economic recession, the demand for medical, sanatorium and health services. and educational services remain stable. This growth is mainly driven by the upper middle class, while the poor and relatively poor will reduce it. The cost of services reacts to crises in the economy with a time lag than the cost of goods; however, when the economy recovers, their outstripping growth may occur. For 9 months 2020 in the Russian Federation there was a decrease in demand for services of hotels and accommodation facilities, culture, physical education and sports, for medical, sanatorium and health services, it remained stable. This trend continues in the regions of the North Caucasus Federal District. In Moscow For 9 months 2020 there was a drop in demand for all of the above services due to a more developed service sector and a higher settlement base.

**Conclusions**

In the context of the economic crisis, the behavioral consumption model stops working, households rationally approach the choice of goods and services. The decrease in the population's income due to the pandemic will inevitably lead to a decrease in the share of the middle class in social stratification, as the main participant and consumer of the experience economy. This trend will contribute to an increase in demand for cheap tours and destinations, and at the same time to an increase in requirements for the quality of service, since people accustomed to privileged services abroad will come to domestic resorts. The local infrastructure of the hospitality industry may not be able to cope with their exaggerated requirements. It is assumed that most of the country's citizens will not travel less, but the industry itself could change significantly. Probably, other specific types of tourism, such as medical tourism, may become more in demand due to the difference in prices in the regions for medical services (including dental and cosmetic). Recreational tourism (sanatorium and health services) will become more popular among the younger generation. The resort regions of the North Caucasus Federal District (the geographic region of KMV) are in an advantageous position in this direction, as they have a developed recreational infrastructure and qualified personnel.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1.Афанасьев О.Е., Афанасьева А.В. Инновационные тренды в контексте глобальных угроз пандемии COVID-19: механизмы для туристской отрасли России // Современные проблемы сервиса и туризма, 2020.– №4. – С. 7–26.
- 2.Батуров А. В., Кшишневская В. Ф. Совершенствование методов оценки устойчивости предприятий туристической индустрии на региональном уровне // Современная наука и инновации.– Ставрополь – Пятигорск: Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г.Пятигорске, 2020. – №2 (30). – С.158 – 166.
- 3.Зайнуллина Т. Г. Использование инструментария экономики впечатлений для продвижения гостиничного продукта // Вопросы регулирования экономики, 2017. – Том 8, № 3. – С.71-76.
- 4.Корпорацию по туризму создадут на базе «Курортов Северного Кавказа» // URL: <https://kavkaz.rbc.ru/kavkaz/18/12/2020/>
- 5.Новичков Н.В. О некоторых аспектах развития туризма как части креативной экономики и экономики впечатлений// Сервис в России и за рубежом, 2013 – №8.– С.113-121.
- 6.Осокин В.М. Концепция экономики впечатлений в развитии туризма и гостеприимства //Сервис в России и за рубежом, 2014 – №3.– С.54-51.
- 7.Пайн Б. Джозеф II, Гилмор Джеймс Х. Экономика впечатлений. Работа – это театр, а каждый бизнес – сцена. – М.: Изд-во «Вильямс», 2005.
- 8.Ростуризм раскрыл потери отрасли из-за пандемии и отсутствия туристов URL: <https://www.rbc.ru/society/19/10/2020/>
- 9.Российский постиндустриальный экспорт: вызовы и перспективы: докл. к XVIII Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 11–14 апр. 2017 г. / рук. авт. кол. Н. В. Акиндинова, Л. И. Якобсон ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2017. — 41с.
- 10.Скобкин С.С. Индустрия гостеприимства или туризма? Кто прав? // Российское предпринимательство, 2012.– №21. – С.130 – 135.
- 11.UNWTO World Tourism Barometer and Statistical Annex, December 2020: UNWTO World Tourism Barometer (English version): Vol 18, No 7 (e-unwto.org)

## REFERENCES

- 1.Afanas'ev O.E., Afanas'eva A.V. Innovacionnyye trendy v kontekste global'nyh ugroz pandemii COVID-19: mekhanizmy dlya turistskoj otrasli Rossii // Sovremennyye problemy servisa i turizma, 2020.– №4. – S. 7–26.
- 2.Baturov A. V., Kshishnevskaya V. F. Sovershenstvovanie metodov ocenki ustojchivosti predpriyatij turisticheskoy industrii na regional'nom urovne // Sovremennaya nauka i innovacii.– Stavropol' – Pyatigorsk: Institut servisa, turizma i dizajna (filial) SKFU v g.Pyatigorske, 2020. – №2 (30). – S.158 – 166.
- 3.Zajnullina T. G. Ispol'zovanie instrumentariya ekonomiki vpechatlenij dlya prodvizheniya gostinichnogo produkta // Voprosy regulirovaniya ekonomiki, 2017. – Tom 8, № 3. – S.71-76.
- 4.Korporaciyu po turizmu sozhdadut na baze «Kurortov Severnogo Kavkaza» // URL: <https://kavkaz.rbc.ru/kavkaz/18/12/2020/>
- 5.Novichkov N.V. O nekotoryh aspektah razvitiya turizma kak chasti kreativnoj ekonomiki i ekonomiki vpechatlenij// Servis v Rossii i za rubezhom, 2013 – №8.– S.113-121.
- 6.Osokin V.M. Konceptsiya ekonomiki vpechatlenij v razvitii turizma i gostepriimstva //Servis v Rossii i za rubezhom, 2014 – №3.– S.54-51.
- 7.Pajnb B. Dzhozef II, Gilmor Dzhejms H. Ekonomika vpechatlenij. Rabota – eto teatr, a kazhdyj biznes – scena. – M.: Izd-vo «Vil'yams», 2005.
- 8.Rosturizm raskryl poteri otrasli iz-za pandemii i otsutstviya turistov URL: <https://www.rbc.ru/society/19/10/2020/>

9. Rossijskij postindustrial'nyj eksport: vyzovy i perspektivy: dokl. k XVIII Apr. mezhdunar. nauch. konf. po problemam razvitiya ekonomiki i obshchestva, Moskva, 11–14 apr. 2017 g. / ruk. avt. kol. N. V. Akindinova, L. I. YAkobson ; Nac. issled. un-t «Vysshaya shkola ekonomiki». — M. : Izd. dom Vysshej shkoly ekonomiki, 2017. — 41s.

10. Skobkin S.S. Industriya gostepriimstva ili turizma? Kto prav? // Rossijskoe predprinimatel'stvo, 2012. — №21. — S.130 – 135.

11. UNWTO World Tourism Barometer and Statistical Annex, December 2020: UNWTO World Tourism Barometer (English version): Vol 18, No 7 (e-unwto.org)

#### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Батуров Андрей Вадимович**, доцент кафедры «Технологии продуктов питания и товароведения», Пятигорский институт (филиал) СКФУ, канд. фармац. наук, тел.: 89054970310, E-mail: andreybaturow@yandex.ru.

**Baturov Andrey Vadimovich**, Associate Professor of Department of «Technology of food and merchandizing», Pyatigorsk Institute (branch) of NCFU, Ph.D., of Pharm.Sc., associate Professor, phone: 89054970310, E-mail: andreybaturow@yandex.ru.

**Кшишневская Валентина Федоровна**, главный бухгалтер, Пятигорский институт (филиал) СКФУ, канд. экономич. наук, доцент, тел.: 8(8793)337769, E-mail: Buh-pf@pfil.ncstu.ru.

**Kshishnevskaya Valentina Fedorovna**, chief accountant, Pyatigorsk Institute (branch) of NCFU, Ph.D., of Economics Sc., associate Professor, phone: 8(8793)337769, E-mail: Buh-pf@pfil.ncstu.ru.

Дата поступления в редакцию: 24.11.2020

После рецензирования: 13.12.2020

Дата принятия к публикации: 9.02.2021



**Требования к оформлению и сдаче рукописей в редакцию журнала  
«СОВРЕМЕННАЯ НАУКА И ИННОВАЦИИ»**

**Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-51370**

*от 10 октября 2012г.*

**ISSN: 2307-910X**

**Редакция журнала сотрудничает с авторами – преподавателями вузов, научными работниками, аспирантами, докторантами и соискателями ученых степеней**

**Журнал публикует материалы в разделах:**

**Технические науки: классические исследования и инновации**

Информатика, вычислительная техника и управление

Технология продовольственных продуктов

**Дискуссионные статьи**

**Краткие сообщения**

**Политические науки**

Политология

Материалы в редакцию журнала принимаются в соответствии с требованиями к оформлению и сдаче рукописей постоянно и публикуются после обязательного внутреннего рецензирования и решения редакционной коллегии в порядке очередности поступления с учётом рубрикации номера.

1. Для оптимизации редакционно-издательской подготовки редакция принимает от авторов рукописи и сопутствующие им необходимые документы в следующей комплектации:

1.1. В печатном варианте:

**Отпечатанный экземпляр рукописи**

Объем статьи: 6–12 страниц (оригинальная статья), 15–20 стр. (обзорная статья), 2–3 стр. краткое сообщение. Требования к компьютерному набору: формат А4; кегль 12; шрифт TimesNewRoman; межстрочный интервал 1,15; нумерация страниц внизу по центру; поля все 2 см; абзацный отступ 1,25 см.

**Сведения об авторе (на русском и английском языках)**

Сведения должны включать следующую информацию: ФИО (полностью), ученая степень, ученое звание, должность, место и адрес работы, адрес электронной почты и телефоны для связи.

1.2. На электронном носителе в отдельных файлах (CD-DVD диск или флеш-карта): Электронный вариант рукописи в текстовом редакторе Word (название файла: «Фамилия\_И.О.\_статья»); Сведения об авторе (название файла: «Фамилия\_И.О.\_сведения об авторе»).

1.3. Отзыв научного руководителя (для аспирантов, адъюнктов и соискателей). Подписывается научным руководителем собственноручно.

1.4. Рецензия специалиста в данной научной сфере, имеющего ученую степень. Подпись рецензента должна быть заверена соответствующей кадровой структурой (рецензия должна быть внешней по отношению к кафедре или другому структурному подразделению, в котором работает автор).

1.5. Экспертное заключение (для технических наук). Во всех институтах созданы экспертные комиссии, которые подписывают экспертные заключения о возможности опубликования статьи в открытой печати.

2. Статья должна содержать следующие элементы оформления:

индекс УДК (на русском и английском языках);

фамилию, имя, отчество автора (авторов) (имя и отчество полностью) (на русском и английском языках);

название; (на русском и английском языках);

место работы автора (авторов) (в скобках в именительном падеже) (на русском и английском языках);

краткую аннотацию содержания рукописи (3–4 строчки, не должны повторять название) (на русском и английском языках);

список ключевых слов или словосочетаний (5–7) (на русском и английском языках);

в конце статьи реферат на английском языке;

### 3. Оформление рисунков, формул и таблиц:

**Рисунки и таблицы** вставляются в тексте в нужное место. Ссылки в тексте на таблицы и рисунки обязательны. За качество рисунков или фотографий редакция ответственности не несет.

#### 3.1. Оформление рисунков (графиков, диаграмм):

все надписи на рисунках должны читаться;

рисунки должны быть оформлены с учетом особенности черно-белой печати (рекомендуется использовать в качестве заливки различные виды штриховки и узоров, в графиках различные виды линий – пунктирные, сплошные и т. д., разное оформление точек, по которым строится график – кружочки, квадраты, ромбы, треугольники); цветные и полутонные рисунки исключаются;

рисунки должны читаться отдельно от текста, поэтому оси должны иметь название и единицы измерения;

рисунки нумеруются снизу (Рисунок 1 – Название) и выполняются в графическом редакторе **10 кеглем** (шрифтом).

3.2. Оформление формул: формулы выполняются в программе редактор формул **MathType; 12 шрифтом**, выравниваются по центру, их номера ставятся при помощи табулятора в круглых скобках по правому краю.

3.3. Оформление таблиц: таблицы должны иметь название. **Таблицы** нумеруются сверху (Таблица 1 – Название) и выполняются **10 кеглем (шрифтом)**, междустрочное расстояние – одинарное.

4. Библиографический список. Размещается в конце статьи. В нем перечисляются все источники, на которые ссылается автор, с полным библиографическим аппаратом издания (в соответствии с ГОСТР 7.0.5-2008).

#### 5. Авторское визирование:

автор несет ответственность за точность приводимых в его рукописи сведений, цитат и правильность указания названий книг в списке литературы;

автор на последней странице пишет: «Объем статьи составляет ... (указать количество страниц)», ставит дату и подпись.

**Адрес редакции:** г. Пятигорск, ул. 40 лет Октября, 56

Статьи с комплектом документов в журнал «Современная наука и инновации» сдавать:

г. Пятигорск, ул. 40 лет Октября, 56, каб. № 45 ОПО НИР,

ответственному секретарю журнала: Оробинской Валерии Николаевне

**Контактные телефоны:** (8793)33-34-21; 8-928-351-93-25

**e-mail:** nauka-pf@yandex.ru, orobinskaya.val@yandex.ru

Научное издание

# СОВРЕМЕННАЯ НАУКА И ИННОВАЦИИ

Научный журнал

Выпуск №3 (35), 2021

Научное редактирование, проверка статей на антиплагиат рубрики

«Технические науки» – В.Н.Оробинская

Перевод аннотаций, ключевых слов, рефератов на английский язык – Е.В. Галдин

Корректировка текста – Д.А.Вартумян

---

Подписано в печать 05.10.2021

Выход в свет 18.10.2021

---

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