

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

+16

# СОВРЕМЕННАЯ НАУКА И ИННОВАЦИИ

**Научный журнал**

**№2 (42), 2023**

**Выходит, 4 раза в год**

ISSN2307-910X

Ставрополь – Пятигорск  
**2023**

<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 (Северо-Кавказский федеральный университет, Пятигорск).
<b>Редакционный совет журнала</b>	<b>Вартумян А.А.</b> , доктор политических наук, профессор, председатель (Северо-Кавказский федеральный университет, Пятигорск); <b>Першин И.М.</b> , доктор технических наук, профессор, заместитель председателя (Северо-Кавказский федеральный университет, Пятигорск); <b>Евдокимов И.А.</b> , член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор (Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь); <b>Шутов А.Ю.</b> член-корреспондент РАН, доктор политических наук, профессор (МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва); <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>Балега Ю.Ю.</b> , член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук (САО РАН, Верхний Архыз); <b>Synthia 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>Коробкев 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 (Северо-Кавказский федеральный университет, Пятигорск); <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 (Северо-Кавказский федеральный университет, Пятигорск); <b>Евдокимов И.А.</b> , член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор, зам. главного редактора по естественно-научному направлению (Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь); <b>Акулич А.В.</b> , доктор технических наук, профессор (БГУТ, республика Беларусь, г. Могилев); <b>Брацихин А.А.</b> , доктор технических наук, профессор (ИГСА, г. Ижевск); <b>Вострикова Н. Л.</b> , доктор технических наук, профессор (НИИЦ ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва); <b>Емельянов С.А.</b> , доктор технических наук, профессор (Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь); <b>Казуб В.Т.</b> , доктор технических наук, профессор (ПМФИ, Пятигорск); <b>Карабущенко П.Л.</b> , доктор философских наук, профессор (АГУ, Астрахань); <b>Корячкина 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 (СевГУ, г. Севастополь); <b>Лодыгин А.Д.</b> , доктор технических наук, доцент (Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь); <b>Synthia Pizarro</b> , доктор антропологии, профессор, член национального совета по научным и техническим исследованиям Аргентины (Университет Буэнос-Айреса, Аргентина); <b>Мельникова Е.И.</b> доктор технических наук, профессор (ВГУИТ, г. Воронеж); <b>Маннино Саверио</b> , доктор наук, профессор, (Миланский университет Италия, Милан), <b>Пушмина И.Н.</b> , доктор технических наук, доцент (Сибирский федеральный университет, Красноярск); <b>Невский В.А.</b> , доктор исторических наук, профессор, (Институт Российской истории РАН, г. Москва); <b>Садовый В.В.</b> , доктор технических наук, профессор (Ставропольский институт кооперации (филиал) Белгородского университета кооперации, экономики и права, Ставрополь); <b>Суслова Ю. Ю.</b> , доктор экономических наук, профессор (Сибирский федеральный университет, г. Красноярск), <b>Неповинных Н.В.</b> , доктор технических наук, профессор (СГАУ, г. Саратов); <b>Теплый Д.Л.</b> , доктор биологических наук, профессор, академик РАН (АГУ, Астрахань); <b>Тихонов С.Л.</b> , доктор технических наук, профессор (УрГЭУ, г. Екатеринбург); <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>Храмова В.Н.</b> , доктор биологических наук, (ВолГТУ, г. Волгоград); <b>Хатко З. Н.</b> , доктор технических наук, профессор, (ФГБОУ ВО «МГТУ», г. Майкоп); <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>Шириняц 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); в БД «Российский индекс научного цитирования».
<b>Адрес:</b>	адрес издателя 355029, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 2 адрес редакции: 357500, г. Пятигорск, пр. 40 лет Октября, 56
<b>Телефон:</b>	(879-3) 33-34-21, 8-928-351-93-25
<b>E-mail:</b>	orpnir@pfncfu.ru
<b>ISSN</b>	2307-910X
<b>DOI</b>	<a href="https://doi.org/10.37493/2307-910X">https://doi.org/10.37493/2307-910X</a>

<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 (North Caucasus Federal University, Pyatigorsk)
<b>The editorial board of the journal</b>	<b>Vartumyan A.A.</b> , Doctor of Political Sciences, Professor, chairman (North Caucasus Federal University, Pyatigorsk); <b>Pershin I.M.</b> , Doctor of Technical Sciences, Professor (North Caucasus Federal University, Pyatigorsk); <b>Evdokimov I. A.</b> , Member-correspondent of RAS, Doctor of Technical Sciences, Professor (North Caucasus Federal University, Stavropol); <b>Shutov A.Yu.</b> Member-correspondent of RAS, Doctor of Political Sciences, Professor (Lomonosov Moscow State University, Moscow); <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 ("Narzangidroressurs" 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 (North Caucasus Federal University, Pyatigorsk); <b>Vartumyan A.A.</b> , Doctor of Political Sciences, Professor, Deputy Chief Editor of the humanitarian direction (North Caucasus Federal University, Pyatigorsk); <b>Pershin I.M.</b> , Doctor of Technical Sciences, Professor, Deputy Chief Editor of the technical direction; <b>Evdokimov I. A.</b> , Member-correspondent of RAS Doctor of Technical Sciences, Professor (North Caucasus Federal University, Stavropol); <b>Akulich A.V.</b> , Doctor of Technical Sciences, Professor, (BGUT, Republic of Belarus, Mogilev) <b>Bratsikhin A.A.</b> , Doctor of Technical Sciences (IGMA, Izhevsk), Professor; <b>Veselov G.E.</b> , Doctor of Technical Sciences, Professor; <b>Vostrikova N. L.</b> , Doctor of Technical Sciences, Professor (NIITS of the V.M. Gorbatoev Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences, Moscow); <b>Emelyanov S.A.</b> , Doctor of Technical Sciences, Professor (North Caucasus Federal University, Stavropol); <b>Kazub V.T.</b> , Doctor of Technical Sciences, Professor (branch of the Volgograd State Medical University); <b>Karabushchenko P.L.</b> , PhD, 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>Melnikova E.I.</b> Doctor of Technical Sciences, Professor (VSUIT, Voronezh), <b>Monino Saverio</b> , Doctor of Sciences, Professor, (University of Milan, Italy, Milan), <b>Pushmina I.N.</b> , Doctor of Technical Sciences, Associate Professor (Siberian Federal University, Krasnoyarsk); <b>Nevezhin V.A.</b> , Doctor of Historical Sciences, Professor, (Institute of Russian History of the Russian Academy of Sciences, Moscow); <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>Suslova Y.</b> , Doctor of Economics, Professor (Siberian Federal University. city of Krasnoyarsk), <b>Nepovinnikh N.V.</b> , Doctor of Technical Sciences, Professor (SSAU, Saratov); <b>Teplyi D.L.</b> , Doctor of Biological Sciences, Professor, academician of REAN (ASU, Astrakhan); <b>Tikhonov S.L.</b> , Doctor of Technical Sciences, Professor (USUE, Ekaterinburg); <b>Usmanov R.Kh.</b> , doctor of political sciences, professor (ASU, Astrakhan); <b>Khramova V.N.</b> , Doctor of Biological Sciences, (VolGTU, Volgograd); <b>Khatko Z. N.</b> , Doctor of Technical Sciences, Professor, (Moscow State Technical University, Maykop); <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 Linköping, 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>Shirinyants A.A.</b> , Doctor of Political Sciences, Professor, Head of the Department of the History of Socio-Political Doctrines (Lomonosov Moscow State University, Moscow)
<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); The journal is included in the database of the "Russian science citation index".
<b>Address:</b>	publisher's address: 355029, Stavropol, Prospekt Kulakova, 2. editorial office address : 357500, Pyatigorsk, Pr. 40 let Otyabrya, 56
<b>Phone:</b>	(879-3) 33-34-21, 8-928-351-93-25
<b>E-mail:</b>	oponir@pfncfu.ru
<b>ISSN</b>	2307-910X
<b>DOI</b>	<a href="https://doi.org/10.37493/2307-910X">https://doi.org/10.37493/2307-910X</a>

## СОДЕРЖАНИЕ

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

#### ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

- Е. М. Ширяев, Н. Н. Кучеров, О. В. Криволапова*  
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА КОНФИДЕНЦИАЛЬНОГО  
ПОИСКА В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМАХ 10
- А.Б. Чебоксаров, Н.Ю. Ботвинёва, В.А. Чебоксаров, Е.В. Половинко*  
ЭТАЛОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
КАК МЕТОД РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ЗАДАЧ 20
- Ю.Ю. Липко, З.А. Шогенова*  
К ВОПРОСУ О КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ ПОДХОДАХ ФОРМИРОВАНИЯ И  
РЕАЛИЗАЦИИ МОДЕЛЕЙ ИНТЕРФЕЙСОВ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ  
ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ МЕДИЦИНСКИХ РЕШЕНИЙ 33
- В.А. Кучуков, М.Г. Бабенко, Н.Н. Кучеров*  
ИССЛЕДОВАНИЕ РАНГА ЧИСЛА В СИСТЕМЕ ОСТАТОЧНЫХ КЛАССОВ 41
- В.В. Луценко, Н.Н. Кучеров, А.В. Гладков*  
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОРОЖНЫХ ЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА  
ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ 50
- И.А. Калмыков, И.А. Проворнов*  
РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОГО  
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ INVSUBBYTES В ПОЛИНОМИАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ  
КЛАССОВ ВЫЧЕТОВ 59
- Д.А. Первухин, Хади Давардуст, Д.Д. Котов*  
МЕТОДЫ РАЗРЕШЕНИЯ КОНФЛИКТА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ  
СИСТЕМ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ 71
- #### ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ
- Д.А. Салманова*  
ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
МОЛОЧНЫХ СИСТЕМ, ВОССТАНОВЛЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
КАВИТАЦИОННОЙ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ 83
- М.А. Новикова, М.В. Гончаров, Д.В. Сызранцев, Г.В. Алексеев*  
ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ЕЕ  
ВТОРИЧНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПИЩЕВЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ 95
- Д.А. Салманова, А.А. Брацихин, И.А. Евдокимов, А.А. Блинова*  
ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ МОЛОЧНЫХ СИСТЕМ,  
ВОССТАНОВЛЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАВИТАЦИОННОЙ  
ДЕЗИНТЕГРАЦИИ 102
- И.М. Русина, И.М. Колесник, А.И. Гузевич*  
ПОКАЗАТЕЛИ ХЛЕБНЫХ ПАЛОЧЕК НА ОСНОВЕ ПШЕНИЧНОЙ, РЖАНОЙ  
МУКИ И ПОРОШКОВ КРУПНОПЛОДНЫХ И МЕЛКОПЛОДНЫХ  
СОРТОВ ТОМАТОВ 114
- Л.Ю. Лаврова, Е.Л. Борцова, С.А. Ермаков, И.Л. Музюкин*  
РАЗРАБОТКА ТВОРОЖНОГО ПОЛУФАБРИКАТА  
С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ 125

<i>М.А. Шпак, С.А. Рябцева, А.Д. Лодыгин, А.А. Семченко</i> <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ В ПОДСЫРНОЙ СЫВОРОТКЕ И УФ- ПЕРМЕАТЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ В-ГАЛАКТОЗИДАЗ</b>	133
--	-----

#### **КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ**

<i>Е.Д. Рожнов, М.Н. Школьникова, О.В. Чугунова</i> <b>ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ ОБЛЕПИХИ АЛТАЙСКОЙ СЕЛЕКЦИИ</b>	145
---	-----

<i>В.М. Тиунов</i> <b>ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ FOODTECH В СОВРЕМЕННЫХ РЕАЛИЯХ В РОССИИ</b>	151
---	-----

<i>М.В. Осипова, Е.А. Кривенко</i> <b>АСПЕКТЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ РИД, СОЗДАНЫХ ПО ГОСУДАРСТВЕННОМУ КОНТРАКТУ</b>	156
--	-----

<i>Л.А. Иванова</i> <b>РЕГИОНАЛЬНЫЙ ПОЛИТИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС: ОСОБЕННОСТИ, СТРУКТУРА И ВЛИЯНИЕ ПОЛИТИЧЕСКИХ ЭЛИТ</b>	162
---	-----

#### **ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ**

<i>Б.Г. Койбаев, Ю.В. Усова, З.Т. Золоева</i> <b>ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ В СФЕРЕ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА В АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ</b>	168
--	-----

<i>Д.А. Лушников</i> <b>СТРАТИФИКАЦИОННЫЙ АСПЕКТ ФОРМИРОВАНИЯ ОБРАЗА ВРАГА: ВОСХОДЯЩИЙ И НИСХОДЯЩИЙ ВЕКТОРЫ ДЕГУМАНИЗАЦИИ В СОЦИАЛЬНОЙ СТРУКТУРЕ</b>	175
---	-----

<i>И.В. Крючков</i> <b>ПОЛИТИКА ТУРЦИИ НА ЗАПАДНЫХ БАЛКАНАХ В НАЧАЛЕ ХХІ ВЕКА: ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ</b>	181
---	-----

<i>М.В. Лимарева</i> <b>ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОЙ РЕГИОНАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ РЕСПУБЛИК СЕВЕРНОГО КАВКАЗА)</b>	192
---	-----

<i>О.Э. Гулиев</i> <b>ЭВОЛЮЦИЯ ГЕОПОЛИТИКИ ИРАНА ПОСЛЕ ИСЛАМСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ 1979 г.</b>	203
---	-----

<i>Е.Н. Максимова</i> <b>К ВОПРОСУ О ПРИМЕНИМОСТИ СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОДХОДА В ПОЛИТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ</b>	212
--	-----

<i>А.К. Магомедов</i> <b>«ВОЗВРАЩЕНИЕ» КАСПИЙСКИХ ЭНЕГОРЕСУРСОВ В ЦЕНТР СОВРЕМЕННОЙ ГЕОПОЛИТИКИ: К ФОРМИРОВАНИЮ «ПОСТ-ФЕВРАЛЬСКОЙ» ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ КАРТИНЫ МИРА</b>	218
---	-----

<i>О.С. Гилязова</i> <b>СПЕЦИФИКА МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ В КОНТЕКСТЕ ПРОБЛЕМАТИЗАЦИИ ПРИНЦИ</b>	226
<i>Абхайир-Челеби Якуб оглы Абкаиров</i> <b>ЗНАЧЕНИЕ СЫРЬЕВОГО ФАКТОРА В СТАНОВЛЕНИИ РЕГИОНАЛЬНОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕРНОМОРСКО-КАСПИЙСКОГО РЕГИОНА</b>	236
<b>ДИСКУССИОННЫЕ СТАТЬИ</b>	
<i>Н.А. Бойко, Э.Ш. Сибукаев</i> <b>РАЗЛИЧИЕ РЕГИОНОВ ПОСРЕДСТВОМ ИЕРАРХИЧЕСКОГО МЕТОДА КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА И ДАННЫХ О СОСТОЯНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ</b>	243
<i>П.Л. Карабущенко, Васильев Д.О.</i> <b>РЕКВИЕМ ПО ЭЛИТЕ: КОНЕЦ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ГОСПОДСТВА</b>	254
<i>Н.В. Латцердс</i> <b>К КОНЦЕПЦИИ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПЛАСТИЧЕСКОЙ АНАТОМИИ И АКАДЕМИЧЕСКОГО РИСУНКА В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ САМООПРЕДЕЛЕНИИ</b>	266
<i>Н.Д. Судавцов</i> <b>АГРАРНАЯ РЕФОРМА И ПРОБЛЕМЫ МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ В РОССИИ В НАЧАЛЕ XX ВЕКА</b>	272
<b>Требования к оформлению рукописей .....</b>	<b>280</b>

## CONTENTS

### TECHNICAL SCIENCES INFORMATION, COMPUTING AND MANAGEMENT

*E.M. Shiryaev, N.N. Kucherov, O.V. Krivolapova*

**DEVELOPMENT OF A CONFIDENTIAL ALGORITHM  
SEARCH IN DISTRIBUTED SYSTEMS** 10

*A.B. Cheboksary, N.Yu. Botvineva, V.A. Cheboksary, E.V. Polovinko*

**REFERENCE MODELING AS A METHOD  
FOR SOLVING NONLINEAR PROBLEMS** 20

*Yu.Yu. Lipko, Z.A. Shogenova*

**ON THE ISSUE OF CONCEPTUAL APPROACHES TO THE  
FORMATION AND IMPLEMENTATION OF MODELS OF INTERFACES  
OF INFORMATION SYSTEMS TO SUPPORT MEDICAL DECISION-MAKING** 33

*V.A. Kuchukov, M.G. Babenko, N.N. Kucherov*

**INVESTIGATION OF THE RANK OF A NUMBER IN THE SYSTEM  
OF RESIDUAL CLASSES** 41

*V.V. Lutsenko, N.N. Kucherov, A.V. Gladkov*

**TRAFFIC CONGESTION FORECASTING BASED  
ON TIME SERIES ANALYSIS** 50

*I.A. Kalmykov, I.A. Voronov*

**DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL  
OF A FAULT-TOLERANT INVSUBBYTES CONVERTER  
IN A POLYNOMIAL SYSTEM OF RESIDUE CLASSES** 59

*D.A. Pervukhin, Hadi Davardust, D.D. Kotov*

**METHODS OF CONFLICT RESOLUTION OF ORGANIZATIONAL  
AND TECHNICAL SYSTEMS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY** 71

### TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS

*D.A. Salmanova*

**STUDY OF PHYSICO-CHEMICAL AND  
RHEOLOGICAL PROPERTIES OF DAIRY SYSTEMS RESTORED  
USING CAVITATION DISINTEGRATION** 83

*M.A. Novikova, M.V. Goncharov, D.V. Syzrantsev, G.V. Alekseev*

**INTENSIFICATION OF THE WASTEWATER TREATMENT PROCESS  
FOR ITS SECONDARY USE IN FOOD ENTERPRISES** 95

*D.A. Salmanova, A.A. Bratsikhin, I.A. Evdokimov, A.A. Blinova*

**INVESTIGATION OF THE STABILITY OF DAIRY SYSTEMS RESTORED  
USING CAVITATION DISINTEGRATION** 102

*I.M. Rusina, I.M. Kolesnik, A.I. Guzevich*

**INDICATORS OF BREAD STICKS BASED ON WHEAT, RYE FLOUR AND  
LARGE-FRUITED AND SMALL-FRUITED POWDERS  
TOMATO VARIETIES** 114

*L.Yu. Lavrova, E.L. Bortsova, S.A. Ermakov, I.L. Muzyukin*

**DEVELOPMENT OF COTTAGE CHEESE SEMI-FINISHED PRODUCT  
WITH FUNCTIONAL PROPERTIES** 125

<i>M.A. Shpak, S.A. Ryabtseva, A.D. Lodygin, A.A. Semchenko</i> <b>INVESTIGATION OF THE PECULIARITIES OF LACTIC ACID BACTERIA CULTIVATION IN SUBSURFACE SERUM AND UV PERMEATE FOR THE PRODUCTION OF B-GALACTOSIDASES</b>	133
<b>SHORT REPORT</b>	
<i>E.D. Rozhnov, M.N. Shkolnikova, O.V. Chugunova</i> <b>DISTINCTIVE FEATURES OF THE BIOCHEMICAL COMPOSITION SEA BUCKTHORN FRUITS OF ALTAI SELECTION</b>	145
<i>V.M. Tiunov</i> <b>PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF FOODTECH IN MODERN REALITIES IN RUSSIA</b>	151
<i>M.V. Osipova, E.A. Krivenko</i> <b>ASPECTS OF REGULATION OF RID CREATED BY UNDER A GOVERNMENT CONTRACT</b>	156
<i>L.A. Ivanova</i> <b>REGIONAL POLITICAL PROCESS: FEATURES, STRUCTURE AND INFLUENCE OF POLITICAL ELITES</b>	162
<b>POLITICAL SCIENCES</b>	
<i>B.G. Koibaev, Yu.V. Usova, Z.T. Zoloeva</i> <b>FEATURES OF THE IMPLEMENTATION OF STATE POLICY IN THE FIELD OF INFORMATION SOCIETY DEVELOPMENT IN THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN</b>	168
<i>D.A. Lushnikov</i> <b>STRATIFICATION ASPECT OF ENEMY IMAGE FORMATION: ASCENDING AND DESCENDING VECTORS OF DEHUMANIZATION IN THE SOCIAL STRUCTURE</b>	175
<i>I.V. Kryuchkov</i> <b>THE TURKEY'S POLICY IN THE WESTERN BALKANS AT THE BEGINNING OF THE XXI CENTURY: MAIN DIRECTIONS AND RESULTS</b>	181
<i>M.V. Limareva Marina Vladimirovna</i> <b>FEATURES OF MODERN REGIONALIZATION OF THE LOCAL GOVERNMENT SYSTEM (ON THE EXAMPLE OF THE NATIONAL REPUBLICS OF THE NORTH CAUCASUS)</b>	192
<i>O.E. Guliyev</i> <b>THE EVOLUTION OF IRAN'S GEOPOLITICS AFTER THE ISLAMIC REVOLUTION OF 1979</b>	203
<i>E.N. Maximova</i> <b>ON THE APPLICABILITY OF THE SYNERGETIC APPROACH IN POLITICAL RESEARCH</b>	212
<i>A.K. Magomedov</i> <b>"RETURN" OF CASPIAN ENERGY RESOURCES TO THE CENTER MODERN GEOPOLITICS: TO THE FORMATION THE "POST-FEBRUARY" ENERGY PICTURE OF THE WORLD</b>	218

*O.S. Gilyazova*

**THE SPECIFIC CHARACTER OF THE CONTEMPORARY RUSSIAN YOUTH POLICY IN THE CONTEXT OF PROBLEMATIZATION OF THE YOUTH SUBJECTNESS PRINCIPLE** 226

*Abkhayir-Celebi Yakub ogly Abkairov*

**THE IMPORTANCE OF THE RAW MATERIAL FACTOR IN THE FORMATION OF THE REGIONAL INTERNATIONAL SYSTEM OF THE BLACK SEA- CASPIAN REGION** 236

**DISCUSSION PAPERS**

*N.A. Boyko, E.Sh. Sibukaev*

**DISTINGUISHING REGIONS BY HIERARCHICAL METHOD OF CLUSTER ANALYSIS AND ENVIRONMENTAL DATA** 243

*P.L. Karabushchenko, D.O. Vasiliev*

**REQUIEM FOR THE ELITE: THE END OF INDUSTRIAL DOMINATION** 254

*N.V. Latzerds*

**TOWARDS THE CONCEPT OF INTERDISCIPLINARY INTERACTION OF PLASTIC ANATOMY AND ACADEMIC DRAWING IN PROFESSIONAL SELF-DETERMINATION** 266

*N.D. Sudavtsov*

**AGRARIAN REFORM AND PROBLEMS OF LOCAL SELF-GOVERNMENT IN RUSSIA IN THE EARLY TWENTIETH CENTURY** 272

**Requirements for preparation of manuscripts** ..... 280

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ | TECHNICAL SCIENCE

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

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 10-19  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):10-19

*Научная статья / Original article*

УДК 004.75  
DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.1

**Егор Михайлович Ширяев**  
[Egor M. Shiryayev],  
**Николай Николаевич Кучеров**  
[Nikolay N. Kucherov],  
**Ольга Владимировна Криволапова**  
[Olga V. Krivolapova]

#### Разработка алгоритма конфиденциального поиска в распределенных системах

#### Development of a confidential search algorithm in distributed systems

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

**Аннотация.** В данной работе рассматриваются распределенные вычислительных системы, а также распределенные системы хранения данных. Учитывая существующие внутренние угрозы для таких систем. В работе предлагается алгоритм конфиденциального поиска для распределенных систем на основе полностью гомоморфного шифрования. Данный алгоритм позволяет производить операцию поиска в узлах распределенной системе не дешифруя информацию в них.

**Ключевые слова:** распределенные вычислительные системы, алгоритмы поиска, распределенные хэш-таблицы, гомоморфное шифрование, СККС

**Финансирование:** Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-71-10046.

**Для цитирования:** Ширяев Е. М., Кучеров Н. Н., Криволапова О. В. Разработка алгоритма конфиденциального поиска в распределенных системах // *Современная наука и инновации*. 2023. № 2(42). С. 10-19. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.1>

**Abstract.** This paper deals with distributed computing systems, as well as distributed data storage systems. Given the existing internal threats to such systems. The paper proposes a confidential search algorithm for distributed systems based on fully homomorphic encryption. This algorithm allows you to perform a search operation in the nodes of a distributed system without decrypting the information in them.

**Key words:** distributed computing systems, search algorithms, distributed hash tables, homomorphic encryption, CKKS

**Funding:** The research was supported by Russian Science Foundation Grant No. 22-71-10046.

**For citation:** Shiryayev E. M., Kucherov N. N. Krivolapova OI. VI. Development of a confidential search algorithm in distributed systems // *Modern Science and Innovations*. 2023;2(42):10-19. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.1>

**Введение.** В настоящее время цифровизация большинства сфер деятельности человека породила проблему обработки больших данных [2]. В качестве решения данной проблемы были предложены распределенные вычислительные системы (РВС), а также распределенные системы хранения данных (РСХД). РВС - это системы, в которых вычислительные задачи разбиваются на несколько более мелких задач и распределяются между несколькими узлами (компьютерами, серверами), которые работают параллельно, обмениваясь информацией и результатами вычислений [3]. РСХД - это системы, в которых данные разбиваются на несколько более мелких кусков и хранятся на нескольких узлах, работающих параллельно [1]. РСХД обеспечивают высокую отказоустойчивость и масштабируемость системы, а также обеспечивают более высокую производительность по сравнению с централизованными системами хранения данных. РСХД используются для хранения больших объемов данных, которые не могут быть обработаны на одном компьютере или сервере, а также для обеспечения высокой доступности и надежности данных.

Распределенные системы хранения данных имеют несколько преимуществ по сравнению с централизованными системами:

1. Высокая отказоустойчивость. Распределенные системы хранения данных распределяют данные на несколько узлов, что обеспечивает высокую отказоустойчивость системы. Если один узел выходит из строя, данные могут быть восстановлены из других узлов, что позволяет избежать потери данных.

2. Масштабируемость. Распределенные системы хранения данных могут быть легко масштабированы, добавляя новые узлы к существующей системе. Это позволяет увеличивать производительность системы в зависимости от необходимости, например, при увеличении объема данных.

3. Более высокая производительность. Распределенные системы хранения данных могут выполнять операции чтения и записи данных параллельно на нескольких узлах, что обеспечивает более высокую производительность по сравнению с централизованными системами.

4. Более низкая стоимость. Распределенные системы хранения данных могут быть реализованы на относительно дешевых компьютерах и серверах, что снижает общую стоимость системы. Также, распределенные системы хранения данных позволяют использовать открытые стандарты, что может уменьшить затраты на лицензирование ПО.

5. Лучшая географическая доступность. Распределенные системы хранения данных могут быть развернуты на нескольких узлах, что обеспечивает лучшую географическую доступность к данным. Это может быть особенно полезно для глобальных компаний или для приложений, которые требуют быстрого доступа к данным из разных регионов.

Однако, при всех достоинствах РВС и РСХД они имеют уязвимое место, связанное с безопасностью данных. Таким местом являются вычислительные узлы (хранилища данных). Так как в случае предварительного сговора, либо скомпрометированного персонала поставщика таких услуг, злоумышленник может получить прямой доступ к незащищенным данным во время их обработки. Предполагаемым решением является так называемое гомоморфное шифрование (ГШ).

ГШ - это метод криптографии, который позволяет выполнять операции на зашифрованных данных, не расшифровывая их [8]. Это означает, что данные могут оставаться зашифрованными в процессе их обработки, что обеспечивает большую степень безопасности при обработке данных в распределенных вычислительных системах. Вместо передачи открытых данных между узлами, гомоморфное шифрование позволяет зашифровать данные на одном узле и передать зашифрованные данные на другой узел, где они могут быть обработаны, не расшифровывая их. Наиболее эффективным в данном случае является полностью гомоморфное шифрование (ПГШ) [17], так как оно поддерживает, как гомоморфное сложение, так и гомоморфное умножение. ПГШ позволяет реализовать и

другие операции, как это было сделано, например, в работах [11]. Одной из наиболее востребованных операций в РСХД является операция поиска.

В данной работе ставится задача разработки алгоритма конфиденциального поиска в распределенных системах на основе схем ПГШ. Для решения данной задачи проведено исследование методов сравнения в схемах ПГШ и на основе проведенного анализа предлагается алгоритм поиска данных в зашифрованном виде.

### Метод конфиденциальной обработки данных.

**1. Полностью гомоморфное шифрование.** Идея гомоморфного шифрования была впервые предложена Роналдом Ривестом, Ади Шамиром и Леонардом Адлеманом, создателями алгоритма RSA [20], в 1978 году. В их исследованиях было установлено, что при шифровании с использованием RSA операция умножения в открытом тексте соответствует операции возведения в степень в зашифрованном тексте. Было предположено, что создание алгоритма шифрования, позволяющего выполнять арифметические операции над зашифрованными данными, позволит повысить эффективность обработки данных. Однако первый конструктивный пример гомоморфного шифрования был предложен только в 2009 году Крейгом Джентри [17]. Эта частично гомоморфная схема шифрования допускала только одну операцию: сложение. Затем, в 2010 году, М. Ван Дейк и др. предложили еще одну частично гомоморфную схему шифрования, которая допускала как аддитивные, так и мультипликативные гомоморфные операции [16].

В 2011 году Крейг Джентри и др. разработали первую полностью гомоморфную схему шифрования, основанную на идее алгоритма шифрования с открытым ключом, в основе которого лежит сложная математическая задача поиска ближайшего вектора [18]. Однако этот алгоритм был не очень эффективен и требовал больших вычислительных ресурсов. В последующие годы были разработаны более эффективные полностью гомоморфные схемы шифрования, такие как Gentry-Halevi и Gentry-Smart, которые уменьшили вычислительную сложность и стали более практичными. Полностью гомоморфное шифрование позволяет выполнять любые комбинации аддитивных и мультипликативных гомоморфных операций, что делает его полезным для выполнения сложных вычислений над зашифрованными данными. Однако, это требует больших вычислительных ресурсов и времени, поэтому на практике используются схемы частично гомоморфного шифрования, которые поддерживают только определенные гомоморфные операции.

В настоящий момент существует множество схем ПГШ. Наиболее интересной для данной работы является схема СККС, названная по именам авторов Cheon-Kim-Kim-Song, которая обеспечивает приближенное шифрование над рациональными числами с фиксированной точностью).

**2. Схема СККС.** СККС — это схема ПГШ, предложенная в 2016 году. Схема позволяет выполнять вычисления с зашифрованными данными без необходимости их расшифровки, что делает его мощным инструментом для обработки данных с сохранением конфиденциальности. СККС решает использует приближенную арифметику [10]. Это позволяет выполнять вычисления ПГШ с меньшей точностью, что приводит к сокращению времени вычислений.

СККС также основана на задаче обучения с ошибками в кольце (ООК). Схема работает путем шифрования данных в полиномы с комплексными коэффициентами, которые затем обрабатываются с использованием методов на основе ООК [21]. Приближенная арифметика используется для управления ошибками, возникающими во время вычислений. То есть схема может быть использована для арифметических операций над полем  $C^{N/2}$ . Пространство открытого текста и пространство зашифрованного текста занимают одну и ту же область

$$Z_q[X]/(X^N + 1) \quad (1)$$

где  $N$  – степень двойки.

Пакетное кодирование этой схемы  $C^{\frac{N}{2}} \leftrightarrow Z_q[X]/(X^N+1)$  отображает массив комплексных чисел в многочлен со свойством:  $decode(encode(m_1) \otimes encode(m_2)) \approx m_1 \square m_2$ , где  $\otimes$  является компонентным умножением, и  $\square$  является нециклической сверткой. Схема СККС поддерживает стандартные рекомендуемые параметры, выбранные для обеспечения 128-битной безопасности для единого троичного закрытого ключа.  $s \in_{\mathcal{U}} \{-1, 0, 1\}^N$ , по группе гомоморфных стандартов шифрования. СККС кодирует поле комплексных чисел с помощью полиномов Лагранжа [5]. Схема СККС имеет большой потенциал для развития, так как ее арифметика выполняется на поле рациональных чисел с фиксированной точностью. Рассмотрим более подробно гомоморфные арифметические операции в СККС.

*Шифрование:* чтобы зашифровать сообщение с использованием схемы СККС, текстовое сообщение сначала кодируется как вектор комплексных чисел. Затем из этого вектора генерируется многочлен открытого текста. Для заданного многочлена  $m \in \mathbb{R}$  вывод зашифрованного текста  $c \in \mathbb{R}_{q_l}^h$ . Шифрование  $c$  для  $m$  будет удовлетворять условию  $c, sk = m + e \pmod{q_l}$  для небольшого  $e$ . Постоянный  $V_{clean}$  точка ограничения возможностей шифрования, т. е. полином ошибок нового зашифрованного текста удовлетворяет  $|e|_{\infty}^{can} \leq V_{clean}$  с высокой вероятностью.

*Расшифровка:* для расшифровки зашифрованного текста в схеме СККС используется специальный ключ, известный как секретный ключ. Генерация секретного значения  $sk$ , публичная информация  $pk$  для шифрования и оценочного ключа  $evk$ . Для зашифрованного текста  $c$  на уровне выходного полинома  $m \leftarrow c, sk \pmod{q_l}$  для секретного ключа  $sk$ .

*Сложение:* чтобы выполнить сложение двух зашифрованных текстов в схеме СККС, их соответствующие полиномы добавляются по модулю  $q$ . Результатом является новый полином, который можно расшифровать, чтобы получить сумму исходных сообщений открытого текста. Для заданных шифров  $m_1$  и  $m_2$  выходное шифрование  $m_1 + m_2$ . Ошибка выходного зашифрованного текста ограничена суммой двух ошибок во входных зашифрованных текстах.

*Умножение:* Умножение в схеме СККС более сложное. Чтобы умножить два зашифрованных текста, сначала перемножаются их соответствующие полиномы открытого текста. Полученный полином имеет коэффициенты, кратные  $q^2$ . Для пары зашифрованных текстов  $(c_1, c_2)$  вывести зашифрованный текст  $c_{mult} \in \mathbb{R}_{q_l}^h$ , удовлетворяющие условию  $c_{mult}, sk = c_1, sk \cdot c_2, sk + e_{mult} \pmod{q_l}$  для некоторого многочлена  $e_{mult} \in \mathbb{R}$  с  $|e_{mult}|_{\infty}^{can} \leq B_{mult}(l)$ .

*Релинерализация:* для зашифрованного текста  $c \in \mathbb{R}_{q_l}^h$  на уровне  $l$  и нижний уровень  $l' < l$ , выходной зашифрованный текст  $c' \leftarrow \frac{q_{l'}}{q_l} c$  в  $\mathbb{R}_{q_{l'}}^h$  т.е.,  $c'$  получен масштабированием  $\frac{q_{l'}}{q_l}$  к элементам  $c$  и округление коэффициентов до целых чисел. Потом индекс падает  $l \rightarrow l'$  когда  $l' = l - 1$ .

Схема СККС также поддерживает полиномиальные операции. С помощью данных операций возможно разработать операцию сравнения зашифрованных секций, что будет рассмотрено в следующем разделе.

**Сравнение в полностью гомоморфном шифровании.** Для реализации сравнения возможно применение приближенной функции знака. С одной стороны функция определения знака числа не является непрерывной на множестве  $[-1, 1]$ , то в окрестности точки неустраняемого разрыва первого рода  $x = 0$  находится один из локальных максимумов

ошибки аппроксимации многочленом, с другой стороны для уменьшения погрешности аппроксимации необходимо увеличивать степень многочлена аппроксимации, что приводит к увеличению количества умножений и увеличению мультипликативной глубины [9].

Для уменьшения вычислительной сложности было предложено использование метода Ньютона для алгоритма нахождения квадратного корня числа, который позволяет вычислить приблизительное значение функции квадратного корня итеративным методом, а также несколько его модификаций для улучшения сходимости к функции знака [13, 22], но в этом методе требуется операция деления и ее полиномиальная аппроксимация, которая не реализована в ПГШ, либо реализована не эффективно. Также был разработан метод Ньютона-Шульца [19], который отличается тем, что использует отличную от предыдущего подхода функцию аппроксимации операции деления.

Алгоритмы сравнения в схемах ПГШ исходят из того, что сложение и умножение являются основными поддерживаемыми операциями. Суть метода, предложенного в [12], заключается в аппроксимации функции знака композицией полиномов  $f \circ \dots \circ f \circ g \circ \dots \circ g$ , причем эти полиномы должны быть выбраны так, чтобы для достижения хорошей точности требовалось небольшое количество композиций. Рассмотрим данную функцию.

Функция  $f(x)$  удовлетворяет следующим свойствам:

Нечетная функция:

1.  $f(1) = 1, f(-1) = -1$
2.  $f'(x) = c(1-x)^n(1+x)^n$  для некоторой константы  $c > 0$

Таким образом:  $f(x)$ :

$$f_n(x) = \sum_{i=0}^n \frac{1}{4^i} \cdot \binom{2i}{i} \cdot x(1-x^2)^i \quad (2)$$

С ее помощью были вычислены:  $f_n(x)$ :

- $f_1(x) = -\frac{1}{2}x^3 + \frac{3}{2}x$
- $f_2(x) = \frac{3}{8}x^5 - \frac{10}{8}x^3 + \frac{15}{8}x$
- $f_3(x) = -\frac{5}{16}x^7 + \frac{21}{16}x^5 - \frac{35}{16}x^3 + \frac{35}{16}x$
- $f_4(x) = \frac{35}{128}x^9 - \frac{180}{128}x^7 + \frac{378}{128}x^5 - \frac{420}{128}x^3 + \frac{315}{128}x$

Для ускорения используют также многочлен  $g(x)$ , который удовлетворяют следующим свойствам:

Нечетная функция:

$$\exists 0 < \delta < 1 \text{ s.t. } x < g(x) \leq 1 \text{ для всех } x \in (0, \delta], u g([\delta, 1]) \subseteq [1 - \tau, 1]$$

Примерами  $g(x)$  являются:

- $g_1(x) = -\frac{1359}{2^{10}} \cdot x^3 + \frac{2126}{2^{10}} \cdot x$
- $g_2(x) = \frac{3796}{2^{10}} \cdot x^5 - \frac{6108}{2^{10}} \cdot x^3 + \frac{3334}{2^{10}} \cdot x$
- $g_3(x) = -\frac{12860}{2^{10}} \cdot x^7 + \frac{25614}{2^{10}} \cdot x^5 - \frac{16577}{2^{10}} \cdot x^3 + \frac{4589}{2^{10}} \cdot x$
- $g_4(x) = \frac{46623}{2^{10}} \cdot x^9 - \frac{113492}{2^{10}} \cdot x^7 + \frac{97015}{2^{10}} \cdot x^5 - \frac{34974}{2^{10}} \cdot x^3 + \frac{5850}{2^{10}} \cdot x$

Оценка эффективности и точности этих полиномов представлена в [7]. Таким

образом, на основе данных полиномов можно получить приближенное значение знака рассматриваемого шифр текста. Это позволяет реализовать сравнение в схеме ПГШ.

**Поиск информации в распределённых системах.** Алгоритмы поиска в распределённых системах относятся к методам и подходам, используемым для обнаружения информации, данных или ресурсов в сети взаимосвязанных узлов, которые могут быть географически распределены. Эти алгоритмы нацелены на эффективный поиск необходимой информации при минимизации сетевого трафика и задержки. Рассмотрим наиболее популярные методы.

1. Распределённые хэш-таблицы (РХТ) — это метод распределённых вычислений, используемый для индексации и извлечения данных в крупномасштабной распределённой системе [14]. Они особенно полезны для одноранговых сетей, сетей распространения контента и других децентрализованных систем, в которых данные распределяются по нескольким узлам.

2. Итеративный поиск в глубину (ИПГ) — это алгоритм поиска, который сочетает в себе преимущества поиска в глубину (ПГ) и поиска в ширину (ПШ), избегая при этом их ограничений [23]. Это особенно полезно для поиска в больших деревьях или графах в среде с ограниченным объемом памяти. Основная идея ИПГ заключается в выполнении серии поисков ПГ с увеличением пределов глубины до тех пор, пока не будет найден нужный узел. На каждой итерации поиск выполняется на ограниченном наборе узлов, что делает его более эффективным, чем полный поиск ПШ.

3. Случайное блуждание: при поиске случайного блуждания запрос отправляется на случайный узел в сети, и узел пересылает запрос случайно выбранному соседу [6]. Этот процесс продолжается до тех пор, пока не будут найдены запрошенные данные. Алгоритмы случайного блуждания используются в крупномасштабных сетях, где топология сети часто меняется.

4. Поиск на основе градиента: при поиске на основе градиента запрос перенаправляется на узел, ближайший к месту назначения, на основе некоторой метрики, такой как сетевая задержка или сетевое расстояние [15]. Этот алгоритм уменьшает сетевой трафик за счет минимизации количества узлов, которые необходимо обыскать.

Рассмотрим метод РХТ подробнее. РХТ — это распределённая система, которая организует набор узлов (или одноранговых узлов) в виртуальную оверлейную сеть. Каждому узлу присваивается уникальный идентификатор, обычно хеш-значение.

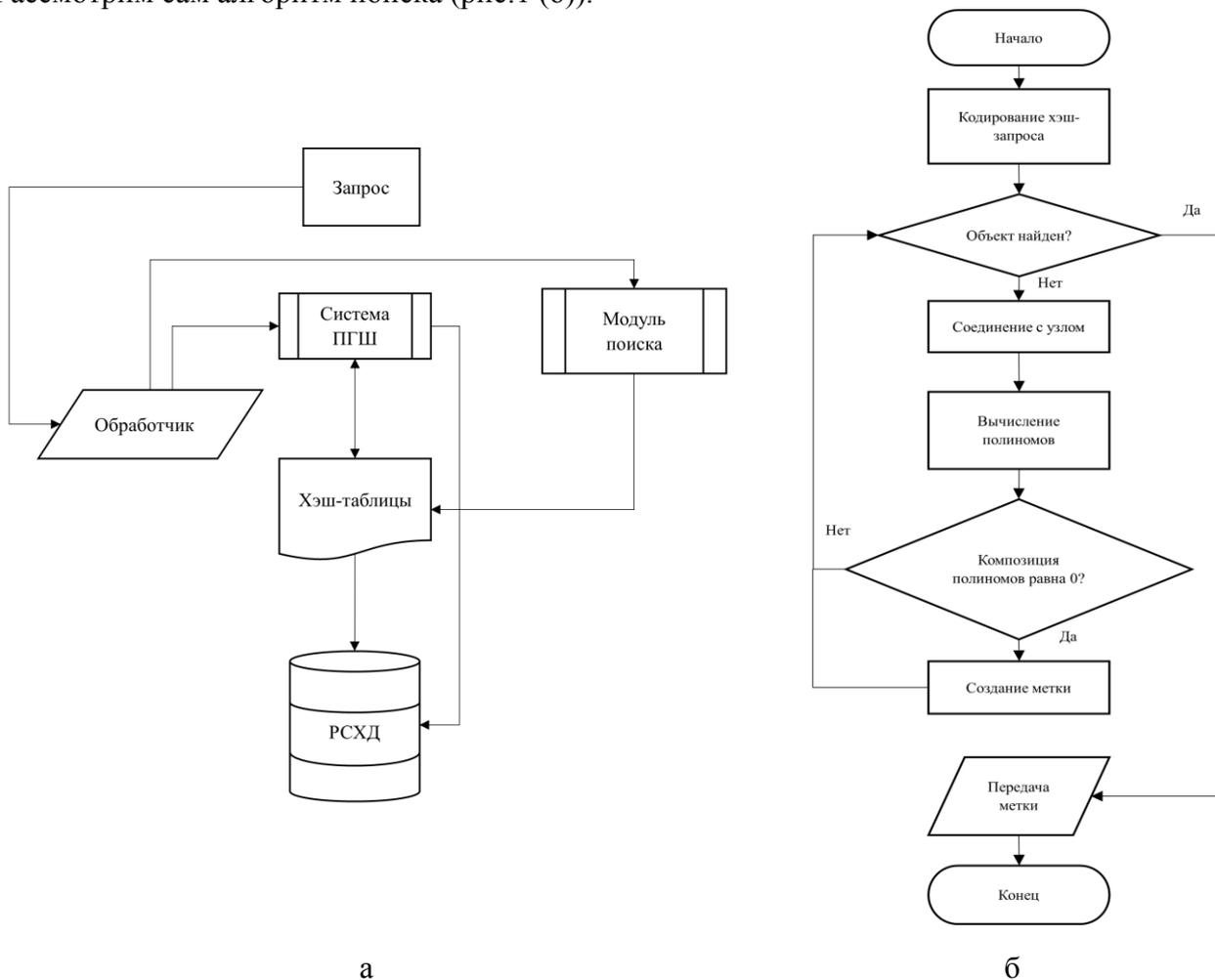
Алгоритм РХТ обеспечивает равномерное распределение узлов по сети, и каждый узел поддерживает таблицу маршрутизации, которая сопоставляет подмножество ключей с соседними узлами. Когда узел хочет найти данные с определенным ключом, он сначала хэширует ключ для создания идентификатора. Затем он запрашивает узел с идентификатором, наиболее близким к целевому идентификатору в таблице маршрутизации. Этот узел может не иметь запрошенных данных, но он может предоставить идентификатор следующего ближайшего узла в сети, и процесс продолжается до тех пор, пока не будет найден узел с запрошенными данными.

РХТ имеют несколько преимуществ по сравнению с другими методами распределённого индексирования и поиска, такими как лавинная рассылка и итеративное углубление. Они обеспечивают эффективное и масштабируемое извлечение данных даже в крупномасштабных сетях с динамической топологией. Они также обеспечивают отказоустойчивость и устойчивость к сбоям узлов, поскольку данные реплицируются между несколькими узлами в сети.

Для данной работы наибольший интерес представляет метод РХТ, так как в случае ГШ обработка и поиск хэш-таблиц является более вычислительно простой задачей, чем поиск и анализ узлов вслепую или по очереди. Метод РХТ имеет недостаток, связанный с нагрузкой на маршрутизаторы, что возможно компенсировать, применяя дополнительные маршрутизаторы, так и применяя методы балансировки нагрузки, либо особую архитектуру РВС и РСХД.

**Разработка алгоритма.** В данной работе представляется алгоритм конфиденциального поиска. За основу алгоритма предлагается взять метод РХТ. Так как наличие хеш-таблиц позволяет сократить вычислительные затраты при поиске. В ином случае необходимо сравнивать информацию на каждом узле. Так как рассмотренная операция сравнения в СККС все же является более вычислительно сложным, чем обычное сравнение эффективнее будет сравнивать данные из хеш-таблиц и поиск информации уже на точно определенном узле. Особенность предлагаемого алгоритма заключается в применении схем ПГШ. Общая блок-схема работы такой системы представлена на рис.1 (а)

Таким образом, РСХД защищена от доступа извне. Обработка данных осуществляется через модуль хэш-таблиц. Хеш-таблица, как и данные в РСХД зашифрованы. Кроме того, при обращении к таблице, либо к элементам РСХД не требуется дешифрование данных, находящихся в них, так как ПГШ позволяет обрабатывать данные конфиденциально. Рассмотрим сам алгоритм поиска (рис.1 (б)).



**Рисунок 1. (а) Схема системы, построенной на основе алгоритма; (б) Блок-схема алгоритма**  
**Figure 1. (a) The scheme of the system based on the algorithm; (b) Block diagram of the algorithm**

Рассмотрим положительные и отрицательные свойства полученного алгоритма. Взаимодействие с РСХД происходит на основе запроса метки данных находящихся на определенном узле РСХД, т. е. пользователь не взаимодействует с данными напрямую, доступ к данным осуществляется только на основе полученной метки при необходимом уровне авторизации. Это позволяет обеспечить РСХД от хищения информации при несанкционированном доступе, например, при компрометации персонала поставщика услуг. Даже если злоумышленник получит информацию с РСХД она не будет имеет смысла, так как будет зашифрована. Требуемый для расшифровки закрытый ключ имеется в доступе только у авторизованного пользователя. Таким образом полученный алгоритм обеспечивает

необходимый уровень безопасности с возможностью взаимодействия системой. Это может быть полезно для медицинских, административных, банковских и других систем, которые чувствительны к краже информации.

Из недостатков можно вынести следующее. Система чувствительна к DDOS-атакам [4]. Так как даже получая ложные запросы, система все равно обрабатывает их (недостаток РХТ систем). Несмотря на преимущества для РСХД систем, для РВС данная система будет иметь низкую производительность, так как в РВС предполагается постоянное изменение, перемещение и стирание данных, а также их миграция по узлам сети, что накладывает нагрузку как на РХТ, так и повышает объем вычислений в ПГШ.

Данные недостатки будут исследованы в будущих работах. Предполагается повышение противостояние DDOS-атакам, путем изменения системы обработки запроса. Для РВС предполагаются исследования, направленные на оптимизацию вычислительной нагрузки, связанной с ПГШ. Кроме того, планируются практические исследования полученного алгоритма в виде программной реализации.

**Заключение.** В данной работе было проведено исследования РСВ. Акцент ставился на повышение конфиденциальности РСХД, путем создания алгоритма конфиденциального поиска. Для выполнения поставленной задачи был определен метод конфиденциальной обработки данных. Метод представлен в виде схемы ПГШ СККС, которая позволяет обрабатывать в зашифрованном виде рациональные числа с фиксированной точностью. Кроме того, были проведены исследования методов поиска в РСХД. В качестве наиболее подходящего к модификации был определен метод РХТ, который производит поиск на основе таблиц хе-функций. Был реализован алгоритм конфиденциального поиска на основе функции сравнения в схеме СККС. Функция сравнения реализуется на основе вычисления композиции полиномов.

Таким образом был получен алгоритм конфиденциального поиска. В качестве дальнейших исследований планируется программная реализация алгоритма, а также устранение его недостатков для расширения возможностей его применения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мазур Э. М. Распределенные системы хранения данных: анализ, классификация и выбор // Перспективы развития информационных технологий. 2015. № 26. С. 33–60.
2. Марц Н., Уоррен Д. Большие данные: принципы и практика построения масштабируемых систем обработки данных в реальном времени. М.: Вильямс. 2017. 368 с.
3. Радченко Г. И. Распределенные вычислительные системы // Челябинск: Фотохудожник. 2012. С. 184.
4. Харитонов В. С., Черяпкин Д. П. DDoS-атака: классификация и особенности // Постулат. 2016. № 12 (14). С. 45.
5. Шакиров И. А. О фундаментальных характеристиках семейства интерполяционных полиномов Лагранжа // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Математика. Механика. Информатика. 2013. № 1–2 (13). С. 99–104.
6. Akyildiz I. F. [et al.]. A new random walk model for PCS networks // IEEE Journal on selected areas in communications. 2000. No. 7 (18). P. 1254–1260.
7. Babenko M. [et al.]. Experimental Evaluation of Homomorphic Comparison Methods // Proceedings - 2020 Ivannikov Ispras Open Conference, ISPRAS 2020. 2020. P. 69–74.
8. Chauhan K. K., Sanger A. K., Verma A. Homomorphic encryption for data security in cloud computing // International Conference on Information Technology (ICIT), Bhubaneswar, India. 2015. P. 206–209.
9. Chen H., Chillotti I., Song Y. Improved bootstrapping for approximate homomorphic encryption // Advances in Cryptology – EUROCRYPT 2019, Y. Ishai and V. Rijmen, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2019, P. 34–54.
10. Cheon J. H. [et al.]. Homomorphic encryption for arithmetic of approximate numbers // International Conference on the Theory and Application of Cryptology and Information Security. Springer, 2017. P. 409–437.
11. Cheon J. H., Kim A. Homomorphic encryption for approximate matrix arithmetic // Cryptology ePrint Archive. 2018.

12. Cheon J. H., Kim D., Kim D. Efficient homomorphic comparison methods with optimal complexity // Proceedings of 2020 International Conference on the Theory and Application of Cryptology and Information Security (ASIACRYPT 2020). Springer, 2020. P. 221–256.
13. Cordero A. [et al.]. Numerically stable improved Chebyshev–Halley type schemes for matrix sign function // Journal of Computational and Applied Mathematics. 2017. No. 318. P. 189–198.
14. Dabek F. F. E. A distributed hash table 2005.
15. Darken C., Moody J. Towards faster stochastic gradient search // Advances in neural information processing systems. 1991. Vol. 4.
16. Dijk M. van [et al.]. Fully homomorphic encryption over the integers // EUROCRYPT 2010, LNCS, Springer. 2010. Vol. 6110. P. 24–43.
17. Gentry C. A fully homomorphic encryption scheme / C. Gentry, Stanford university, 2009.
18. Gentry C., Halevi S. Implementing gentry’s fully-homomorphic encryption scheme // EUROCRYPT 2011. LNCS. Springer, 2011. Vol. 6632. P. 129–148.
19. Higham N. J. Functions of matrices: theory and computation / N. J. Higham. SIAM, 2008.
20. Kohnfelder L. M. Towards a practical public-key cryptosystem. 1978.
21. Lyubashevsky V., Peikert C., Regev O. On ideal lattices and learning with errors over rings // Journal of the ACM (JACM). 2013. No. 6 (60). P. 1–35.
22. Nakatsukasa Y., Bai Z., Gygi F. Optimizing Halley’s iteration for computing the matrix polar decomposition // SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications. 2010. No. 5 (31). P. 2700–2720.
23. Pereira R. F. [et al.]. Iterative Depth-First Search for FOND Planning 2022. P. 90–99.

#### REFERENCES

1. Mazur EH. M. Raspredelelynye sistemy khraneniya dannykh: analiz, klassifikatsiya i vybor // Perspektivy razvitiya informatsionnykh tekhnologii. 2015. No. 26. P. 33-60.
2. Marts N., Uorren D. Bol'shie dannye: Printsipy i praktika postroeniya masshtabiruemykh sistem obrabotki dannykh v real'nom vremeni. M.: Vil'yams. 2017. 368 p.
3. Radchenko G. I. Raspredelelynye vychislitel'nye sistemy // Chelyabinsk: Fotokhudozhnik. 2012. P. 184.
4. Kharitonov V. S., Cheryapkin D. P. DDoS-ataka: klassifikatsiya i osobennosti // Postulat. 2016. № 12 (14). P. 45.
5. Shakirov I. A. O fundamental'nykh kharakteristikakh semeistva interpolyatsionnykh polinomov Lagranzha // Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya Matematika. Mekhanika. Informatika. 2013. No. 1-2 (13). P. 99-104.
6. Akyildiz I. F. [et al.]. A new random walk model for PCS networks // IEEE Journal on selected areas in communications. 2000. No. 7 (18). P. 1254–1260.
7. Babenko M. [et al.]. Experimental Evaluation of Homomorphic Comparison Methods // Proceedings - 2020 Ivannikov Ispras Open Conference, ISPRAS 2020. 2020. P. 69–74.
8. Chauhan K. K., Sanger A. K., Verma A. Homomorphic encryption for data security in cloud computing // International Conference on Information Technology (ICIT), Bhubaneswar, India. 2015. P. 206–209.
9. Chen H., Chillotti I., Song Y. Improved bootstrapping for approximate homomorphic encryption // Advances in Cryptology – EUROCRYPT 2019, Y. Ishai and V. Rijmen, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2019, P. 34–54.
10. Cheon J. H. [et al.]. Homomorphic encryption for arithmetic of approximate numbers // International Conference on the Theory and Application of Cryptology and Information Security. Springer, 2017. P. 409–437.
11. Cheon J. H., Kim A. Homomorphic encryption for approximate matrix arithmetic // Cryptology ePrint Archive. 2018.
12. Cheon J. H., Kim D., Kim D. Efficient homomorphic comparison methods with optimal complexity // Proceedings of 2020 International Conference on the Theory and Application of Cryptology and Information Security (ASIACRYPT 2020). Springer, 2020. P. 221–256.

13. Cordero A. [et al.]. Numerically stable improved Chebyshev–Halley type schemes for matrix sign function // Journal of Computational and Applied Mathematics. 2017. No. 318. P. 189–198.
14. Dabek F. F. E. A distributed hash table 2005.
15. Darken C., Moody J. Towards faster stochastic gradient search // Advances in neural information processing systems. 1991. Vol. 4.
16. Dijk M. van [et al.]. Fully homomorphic encryption over the integers // EUROCRYPT 2010, LNCS, Springer. 2010. Vol. 6110. P. 24–43.
17. Gentry C. A fully homomorphic encryption scheme / C. Gentry, Stanford university, 2009.
18. Gentry C., Halevi S. Implementing gentry’s fully-homomorphic encryption scheme // EUROCRYPT 2011. LNCS. Springer, 2011. Vol. 6632. P. 129–148.
19. Higham N. J. Functions of matrices: theory and computation / N. J. Higham. SIAM, 2008.
20. Kohnfelder L. M. Towards a practical public-key cryptosystem. 1978.
21. Lyubashevsky V., Peikert C., Regev O. On ideal lattices and learning with errors over rings // Journal of the ACM (JACM). 2013. No. 6 (60). P. 1–35.
22. Nakatsukasa Y., Bai Z., Gygi F. Optimizing Halley’s iteration for computing the matrix polar decomposition // SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications. 2010. No. 5 (31). P. 2700–2720.
23. Pereira R. F. [et al.]. Iterative Depth-First Search for FOND Planning 2022. P. 90–99.

#### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Ширяев Егор Михайлович** – аспирант кафедры вычислительной математики и кибернетики факультета математики и компьютерных наук имени профессора Н.И. Червякова ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет». 355000, Россия, г. Ставрополь, тел. 8-960-424-33-09, e-mail: [eshiriaev@ncfu.ru](mailto:eshiriaev@ncfu.ru)

**Shiryayev Egor Mikhailovich** – Postgraduate Student, Department of Computational Mathematics and Cybernetics, Faculty of Mathematics and Computer Science named after Professor N.I. Chervyakov FSAEI HE "North-Caucasus Federal University". 355000, Russia, Stavropol, tel. 8-960-424-33-09, e-mail: [eshiriaev@ncfu.ru](mailto:eshiriaev@ncfu.ru)

**Кучеров Николай Николаевич** – старший научный сотрудник учебно-научного центра «Вычислительной математики и параллельного программирования на суперЭВМ» факультета математики и компьютерных наук имени профессора Н.И. Червякова ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет». 355000, Россия, г. Ставрополь, тел. 8-865-295-68-00, e-mail: [nkuchеров@ncfu.ru](mailto:nkuchеров@ncfu.ru)

**Kuchеров Nikolay Nikolaevich** – Senior Researcher Educational and Scientific Center "Computational Mathematics and Parallel Programming on Supercomputers" Faculty of Mathematics and Computer Science named after Professor N.I. Chervyakov FSAEI HE "North-Caucasus Federal University"., 355000, Russia, Stavropol, 355000, tel. 8-865-295-68-00, E-mail: [nkuchеров@ncfu.ru](mailto:nkuchеров@ncfu.ru)

**Криволапова Ольга Владимировна** – аспирант кафедры вычислительной математики и кибернетики факультета математики и компьютерных наук имени профессора Н.И. Червякова ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет». 355000, Россия, г. Ставрополь, тел. 8-928-639-33-51, e-mail: [obabchenko@ncfu.ru](mailto:obabchenko@ncfu.ru)

**Krivilapova Olga Vladimirovna** – Postgraduate Student, Department of Computational Mathematics and Cybernetics, Faculty of Mathematics and Computer Science named after Professor N.I. Chervyakov FSAEI HE "North-Caucasus Federal University". 355000, Russia, Stavropol, tel. 8-928-639-33-51, e-mail: [obabchenko@ncfu.ru](mailto:obabchenko@ncfu.ru)

Дата поступления в редакцию: 12.04.2023  
После рецензирования: 13.05.2023  
Дата принятия к публикации: 07.06.2023

Современная наука и инновации.  
2023. №2 (42). С. 20-32  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):20-32

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
TECHNICAL SCIENCE

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

Научная статья / Original article

УДК 517.972.5

DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.2

**Александр Борисович Чебоксаров**

[Alexander B. Cheboksarov]<sup>1</sup>,

**Наталья Юрьевна Ботвинёва**

[Natalia Yu. Botvineva]<sup>1</sup>,

**Виктор Александрович Чебоксаров**

[Victor A. Cheboksarov]<sup>2</sup>,

**Екатерина Владимировна Половинко**

[Ekaterina V. Polovinko]<sup>2</sup>

**Эталонное моделирование как метод  
решения нелинейных задач**

**Reference modeling as a method for solving  
nonlinear problems**

<sup>1</sup>Ставропольский государственный педагогический институт (филиал), г. Ессентуки, Россия /  
Stavropol State Pedagogical Institute (branch), Essentuki, Russia, [cheboksarov1956@mail.ru](mailto:cheboksarov1956@mail.ru)

<sup>2</sup>Северо-Кавказский Федеральный университет, Пятигорский институт (филиал), г. Пятигорск,  
Россия / North-Caucasus Federal University, Pyatigorsk Institute (branch), Pyatigorsk, Russia,  
[cheboksarov1956@mail.ru](mailto:cheboksarov1956@mail.ru)

**Аннотация.** В настоящей работе исследовано использование метода эталонного моделирования, предназначенного для расчета, анализа и математического моделирования нелинейных физических явлений и технологических процессов. Сформулированы преимущества данного метода и возможность его применения во всём диапазоне основных параметров нелинейной задачи, однотипность расчётной схемы для всех типов задач. Предложенный метод использован для создания моделей конвективной диффузии в неоднородной среде, рассеяния тепловых электронов в поле с центральной симметрией, поведения электропроводности в зависимости от температуры и диэлектрической проницаемости широкозонных полупроводников. Рассмотренная в качестве тестовой задача о расчёте прозрачности потенциального барьера, на который налетает частица, дала неплохой результат (ошибка в пределах 0,8-1,2%). В настоящей работе продемонстрированы основные особенности использования метода эталонного моделирования для решения нелинейных дифференциальных уравнений. Полученные результаты анализа и моделирования позволяют с вполне уверенно оценивать надёжность общих идей метода эталонного моделирования, его расчётной схемы, а также сходимости его разложений, критериев сходства исследуемой системы и выбранной модели. Предложенный в работе метод, с учётом его апробации в различных условиях может служить основой для применения при исследовании нелинейных проблем различной природы, нахождению приближенных решений нелинейных дифференциальных уравнений

**Ключевые слова:** математическое моделирование, нелинейные дифференциальные уравнения, метод эталонного моделирования

**Для цитирования:** Чебоксаров А. Б., Ботвинёва Н. Ю., Чебоксаров В. А., Половинко Е. В. Эталонное моделирование как метод решения нелинейных задач // Современная наука и инновации. 2023. №2 (42). С. 20-32. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.2>

**Abstract.** In this paper, the method of reference modeling is considered, designed for calculation, analysis and mathematical modeling of nonlinear physical phenomena and technological processes. The advantages of this method, the possibility of its application in the entire range of basic parameters of a nonlinear problem, the uniformity of the design scheme for all types of problems are formulated. The proposed method is used to create models of convective diffusion in an inhomogeneous medium, scattering of thermal electrons in a field with central

*symmetry, and the behavior of electrical conductivity depending on temperature and dielectric permittivity of wide-band semiconductors. The problem of calculating the transparency of a potential barrier that a particle hits, considered as a test, gave a good result (an error in the range of 0.8-1.2%). In this paper, the main features of using the reference modeling method for solving nonlinear differential equations are demonstrated. The obtained results of analysis and modeling allow us to confidently assess the reliability of the general ideas of the reference modeling method, its design scheme, as well as the convergence of its decompositions, the similarity criteria of the system under study and the selected model. The method proposed in this paper, taking into account its approbation in various conditions, can serve as a basis for application in the study of nonlinear problems of various nature, finding approximate solutions to nonlinear differential equations*

**Key words:** mathematical modeling, nonlinear differential equations, the method of reference modeling

**For citation:** Cheboksarov A. B., Botvineva N. Y., Cheboksarov V.A., Polovinko E. V. Reference modeling as a method for solving nonlinear problems. *Modern Science and Innovations*. 2023;2(42):20-32. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.2>

**Введение.** Уже четыре сотни лет учёный мир применяет математическое моделирование в качестве метода познания (хотя сам термин, и методология возникли в 20 веке). В значительной части научных исследований натуральный эксперимент невозможен в принципе: либо запрещён по различным условиям применимости (угроза жизни и здоровью человека, вопросы этики, экологические проявления), либо технически неосуществим (например, в космологии), либо очень дорог. Достаточно долго моделирование строилось на основе линейных закономерностей [1, 2] как-то закон упругости  $F_{упр} = -kx$ , если  $k$  постоянна, закон Ома для постоянного тока  $U=RI$  (при условии, что  $R=const$ ). Однако, во многих физических явлениях и технологических процессах приходится иметь дело с нелинейными моделями. К примеру, законы классической гравитации  $F_{гп} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ ,

электростатики  $F_{кул} = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ . Они являются нелинейными, даже при неизменных

коэффициентах пропорциональности. Наиболее часто мы видим нелинейность в изменении вида взаимодействия внутри самого объекта, если изменяется состояние последнего. К примеру, при моделировании колебательного процесса материальной точки на пружине, жёсткость которой изменяется в зависимости от изменения положения тела относительно положения равновесия, то есть  $k = k(x)$ , при  $k > 0$ . [3, 4, 5]. Моделирование процесса приведёт к уравнению  $m\ddot{x} = -k(x)x$ . Кстати, данное уравнение одно из тех немногих уравнений с частными производными, которое имеет точное решение:

$$t = \pm \int_0^x dx \left( \sqrt{C - 2 \int_0^x k'(x') x' dx'} \right)^{-1} + C_1. \quad (1)$$

В нашем примере, решение (1) записано в неявном виде, а постоянные интегрирования  $C, C_1$  легко найти, используя исходные условия (то есть решив задачу Коши).

Природа нелинейности может быть разной, но моделирование таких процессов приведёт к одному – дифференциальным уравнениям с частными производными. К сожалению, на текущий момент, общих методов их решения не разработано. Поэтому развитие математического моделирования в данном направлении является одной из важнейших научных задач.

**Материалы и методы.** Анализ существующих аналитических методов решения дифференциальных уравнений с частными производными, таких как, например, метода автомодельных переменных, специальных преобразований, вариационного метода, метода ВКБ [1; 2; 5; 6 и др.] и др, показывает, что в настоящее время универсальных методов не существует. Действительно, колоссальное множество разнообразных нелинейных моделей, а

также различие в математических свойствах уравнений, построенных для их описания, затрудняют создать универсальный метод. Известные всем вычислительные методы решения, такие как ньютоновский метод, как стандартный, так и модифицированный, метод последовательных приближений, метод Рунге–Кутты. Метод сеток и огромное количество других численных методов [6; 7; 8; 9; 10], дают решения таких уравнений, но не гарантируют нахождения особых, специфических характеристик поведения нелинейной системы. К тому же, прежде чем применять численное решение, требуется оценка расположения результата исследования.

Вышесказанное позволяет сделать вывод о необходимости нахождения нового метода приближённого решения дифференциальных уравнений с частными производными, который имеет широкую область применения, чёткие границы использования, универсальный алгоритм и др.

Мы предлагаем следующее: сложную нелинейную систему исследуем с помощью более простой, но подобной по поведению, аналитическое решение которой существует, или может быть найдено. Достоинства предлагаемого подхода:

- 1) широкий диапазон применимости, ко всем необходимым для исследования величинам;
- 2) доступность к пониманию физического смысла найденное математическое описание решения;
- 3) решения существуют во всём диапазоне значений;
- 4) все виды задач решаются по единому алгоритму;
- 5) полученные в процессе решения разложения в степенные ряды обладают быстрой сходимостью.

Предложенная нами методика успешно использовалась для моделирования различных нелинейных процессов [11; 12; 13].

Разработанный метод мы назвали методом эталонного моделирования. Как уже сказано, он предназначен для нахождения приближённого решения большого круга нелинейных задач.

Суть метода в том, что мы исследуем характер эволюции одной системы, выражаемой дифференциальным уравнением с частными производными, точного решения которого не имеет, при помощи другой, выражаемой дифференциальным уравнением с частными производными, точное решение у которого существует. Первую, не имеющую решения, систему, будем называть исследуемой или разыскиваемой, а вторую – эталонной.

Чтобы описать алгоритм работы предлагаемого нами метода, рассмотрим нижеприведённую задачу.

Допустим, что желаемое поведение разыскиваемой нелинейной системы выражается в виде такого дифференциального уравнения:

$$\left(\hat{l} + \frac{1}{\alpha^2} \hat{m}\right)u(x, t) = 0, \quad (2)$$

Для краткости записи, обозначили в этом дифференциальном уравнении символом  $\hat{l}$  дифференциальный оператор, символом  $\hat{m}$  обозначили нелинейный оператор, который описывает характер эволюции системы, символом  $\alpha$  мы назвали параметр малости, а величина, описывающая состояние системы, записана функцией  $u(x, t)$ .

В данном примере, дифференциальные операторы  $\hat{l}$  и  $\hat{m}$  представлены таким образом, что это нелинейное дифференциальное уравнение не имеет решения.

Чтобы решить нашу задачу, то есть описать процесса, протекающие в системе, необходимо найти решение уравнения (2), а для этого мы возьмём другую, также нелинейную систему, которую можно описать с помощью уравнения

$$\left[\hat{L} + \frac{1}{\alpha^2} \hat{M}\right]U(s, t) = 0 \quad (3)$$

В этом дифференциальном уравнении эталонной модели, дифференциальный оператор  $\hat{L}$  формально соответствует оператору,  $\hat{l}$ , а оператор  $\hat{M}$ , описывающий характер эволюции эталонной модели, фундаментально подобен нелинейному оператору  $\hat{m}$ ; функцию, описывающую характеристики модельного состояния запишем символом  $U(s, t)$ , переменную модели запишем символом  $S(x, t)$ .

Нелинейный оператор  $\hat{M}$ , описывающий характер эволюции эталонной модели, имеет такой вид, что уравнение (3) допускает точное решение. Не сложно понять, что это означает: точное значение функции  $U(S(x, t))$  нам известно (или может быть найдено).

Следовательно, цель, стоящая перед нами, заключается в нахождении того, как, зная решение уравнения для модели-эталона найти приближённое решение функции состояния исследуемой системы.

Сначала определим критерии для выбора системы (32.1.2) в качестве эталонной модели искомой системы (2). Основное требование: качественное сходство операторов, описывающих характер эволюции эталонной модели  $\hat{M}$  и исследуемой системы  $\hat{m}$ . Данное требование не достигается автоматически. К данному времени, к сожалению, порядок выбора оптимальной эталонной модели  $\hat{M}$  для нашей системы  $\hat{m}$  ещё не разработаны. Но мы можем чётко сформулировать, какие условия схожести необходимы для успешного решения нашей задачи [14; 15; 16].

1. Операторы  $\hat{m}$  и  $\hat{M}$ , действующие на одинаковые функции  $f(x, t)$ ,  $f[s(x, t)]$  дают новые функции

$$\hat{M}f[s(x, t)] = P[s(x, t)]; \tag{4}$$

$$\hat{m}f(x, t) = p(x, t), \tag{5}$$

которые имеютравное количество нулей.

2. Эти нули должны иметь один и тот же порядок кратности, то есть, разложение функций  $p(x, t)$  и  $P(x, t)$  возле нуля  $x = x_0$  и, значит,  $s = s_0$ , должно иметь следующий вид:

$$p(x, t) = 0 + p'(x_0, t)(x - x_0) + p''(x_0, t)(x - x_0)^2 + \dots, \tag{6}$$

$$P[s(x, t)] = 0 + P'[S_0(x, t)](s - s_0) + P''[S_0(x, t)](s - s_0)^2 + \dots \tag{7}$$

В этом случае, для ненулевых значений производной  $p'(x_0, t) \neq 0$ , значение координаты  $x = x_0$  - нуль первого порядка, для нулевых значений производной  $p'(x_0, t) = 0$ , при которых вторая производная имеет ненулевое значение  $p''(x_0, t) \neq 0$  координата  $x = x_0$  - нуль второго порядка и т.д. Подобные обозначения выберем и для модельной функции  $P[S_0(x, t)]$ .

3. Вид оператор, описывающего процесс развития системы  $\hat{M}$  должен быть выбран так, чтобы выполнялось обязательное условие: в результате его применения к некоторой функции мы получаем новую функцию, у которой тот же набор особых точек, что был бы при действии оператора  $\hat{m}$  на эту же функцию.

В качестве примера рассмотрим случай, когда действие оператора  $\hat{m}$  на какую-то функцию  $u(r, t)$  состоит в операции умножению её наследующую функцию:

$$\begin{cases} \omega(r) = -\frac{const}{r} f(r), \\ f(r) = 1 + a_1 r + a_2 r^2 + \dots + a_n r^n + \dots; n \rightarrow 0, \\ f(r) \approx \frac{1}{r^\alpha}, \alpha > 0, r \rightarrow \infty \end{cases} \tag{8}$$

Очевидно, если следовать условиям схожести эталона и искомой функции, то эталоном должен быть оператор  $\hat{M}$ , действие которого заключается в умножении  $U(s, t)$  на подобную (8) функцию

$$W(s) = -\frac{const}{s}. \quad (9)$$

Допустим, что мы выполнили условия схожести и нашли операторы  $\hat{m}$  и  $\hat{M}$ . Теперь нам предстоит найти приближённое решение искомой функции  $u(x, t)$  в следующем виде

$$u(x, t) = T(x, t) \cdot U[S(x, t)]. \quad (10)$$

Взаимосвязь между эталоном и искомой системой прослеживается и в зависимости  $S = S(x, t)$ . Чтобы найти вид функции  $T(x, t)$  (мы считаем, что  $U[S(x, t)]$  известна) воспользуемся, для примера, определённым дифференциальным уравнением с частными производными. Допустим, известным уравнением Син-Гордона [17]

$$u_{tt} - u_{xx} + \sin u = 0, \quad (11)$$

в котором обозначим нелинейный дифференциальный оператор и оператор эволюции

$$\hat{l} \equiv \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2}, \quad \hat{m}u \equiv \sin[u(x, t)]. \quad (12)$$

На правую часть (10) воздействуем оператором (12), то есть найдём частные производные  $\frac{\partial^2}{\partial t^2}$  и  $\frac{\partial^2}{\partial x^2}$ :

$$u_{tt} = T_{tt}U + 2T_tU_sS_t + TU_{ss}S_t^2 + TU_sS_{tt}; \quad (13)$$

$$u_{xx} = T_{xx}U + 2T_xU_sS_x + TU_{ss}S_x^2 + TU_sS_{xx}. \quad (14)$$

Разложим  $\sin(TU)$  в степенной ряд

$$\sin(TU) = TU - \frac{T^3U^3}{3!} + \frac{T^5U^5}{5!} - \dots \quad (15)$$

И подставим уравнения (13)– (15) в уравнение (11), оставив в разложении (15) только первое значение. Мы получим следующее:

$$T_{tt}U + 2T_tU_sS_t + TU_{ss}S_t^2 + TU_sS_{tt} + TU = +T_{xx}U + 2T_xU_sS_x + TU_{ss}S_{xx}.$$

Разделим обе части этого уравнения на  $TU$  и выполним некоторые элементарные преобразования. Получим такое выражение:

$$\frac{1}{T}(T_{tt} - T_{xx}) + \frac{2}{T}(T_t - T_x)U_sS_t + \frac{U_{ss}}{U}(S_t^2 - S_x^2) = -1. \quad (16)$$

Напомним, что вид производных  $U, U_s, U_{ss}$  нам известен.

Выполнив анализ 2-го приближения в степенном ряде (15 2.1.13) и предельных случаев в (16 2.1.14), получим такое выражение:

$$\alpha^2 \frac{T_{tt}}{T} - (S_t)^2 TU + TU = 0, \quad (17)$$

$$2 \frac{T_t}{T} + \frac{S_{tt}}{S_t} = 0, \quad (18)$$

$$\alpha^2 \frac{T_{xx}}{T} - (S_x)^2 TU + TU = 0, \quad (19)$$

$$2 \frac{T_x}{T} + \frac{S_{xx}}{S_x} = 0. \quad (20)$$

Выполнив интегрирование выражений (18) и (20), получим

$$T(x, t) = [S_{xt}(x, t)]^{-1/2}. \quad (21)$$

То есть мы нашли, что приближённое решение нашей искомой системы, в соответствие с (21), будет выглядеть следующим образом

$$u(x, t) = [S_{xt}(x, t)]^{-1/2} \cdot U[S(x, t)]. \quad (22)$$

Данное уравнение есть одно из наиболее важных выражений в методе эталонного моделирования. Такое же уравнение получится, если указанный алгоритм применим к другим нелинейным дифференциальным уравнениям.

Из (22) становится ясно, что основой алгоритма является нахождение функции  $S(x, t)$ , которую можно назвать фазовой функцией.

Из выражения (21) получим уравнение для производной второго порядка по направлению

$$T_{xx} = \frac{3}{4}(S_x)^{-5/2}(S_{xx})^2 - \frac{1}{2}(S_x)^{-3/2}S_{xxx} \quad (23)$$

которое подставим в (17). Найдём

$$(S_x)^2 F(s) - f(x) + \frac{\alpha^2}{2}\{s, x\} = 0, \quad (24)$$

где  $F(s) = \hat{M}U$ ,  $f(x) = \hat{m}u$ ,

$$\{s, x\} = \frac{S_{xxx}}{S_x} - \frac{3}{2}\left(\frac{S_{xx}}{S_x}\right)^2. \quad (25)$$

Таким же образом найдём производные по времени:

$$T_{tt} = \frac{3}{4}(S_t)^{-5/2}(S_{tt})^2 - \frac{1}{2}(S_t)^{-3/2}S_{ttt}, \quad (26)$$

$$(S_t)^2 F(s) - f(t) + \frac{\alpha^2}{2}\{s, t\} = 0, \quad (27)$$

$$\{s, t\} = \frac{S_{ttt}}{S_x} - \frac{3}{2}\left(\frac{S_{tt}}{S_t}\right)^2. \quad (28)$$

Выражения (24) и (27) в совокупности выполняют ту же роль, что и уравнение (12) для искомой системы. Заметим, что (24) и (27), по сути, являются нелинейными уравнениями третьего порядка.

Рассмотренный пример, и весь анализ был сделан для гиперболического уравнения (12). Для других типов уравнений математической физики - параболического и эллиптического типа, у которых имеются, соответственно, временные производные первого и нулевого порядка, ситуация с выражениями (26) – (28) будет проще. Кроме того, немного иначе будут выглядеть выражения (21) и (22).

Точное решение для (24) и (27) найти сложнее, чем для уравнения (12). Но здесь трудности легко компенсируются тем, что решение этих уравнений можно выполнить, используя метод последовательных приближений.

Уравнения (24) и (27) внешне похожи (аргументы только разные), поэтому продолжим решение любого из них, например, уравнения (24).

Функция  $s(x)$  и параметр малости  $\alpha$  в нём имеет чётную степень, поэтому стоит рассматривать разложение  $S(x, t)$  только по чётным степеням  $\alpha$  :

$$S(x, t) = S_0(x, t) + \alpha^2 S_2(x, t) + \alpha^4 S_4(x, t) + \dots \quad (29)$$

Степенной ряд (29), в отличие от степенных рядов из ВКБ-приближения сходится со значительно большей скоростью.

Следует пояснить, что в методе ВКБ используются степенные ряды для аппроксимации функции предфактора. Эти ряды представляют собой разложение предфактора в степенную серию относительно малого параметра, который характеризует отношение масштабов в системе.

В общем случае, при использовании метода ВКБ, степенные ряды строятся на основе асимптотического разложения решения уравнения Шредингера вблизи точки поворота, где аргумент стационарной фазы обращается в нуль. Точка поворота является точкой, где квантовая система перестает вести себя квазиклассически, и приближение стационарной фазы перестает работать.

Степенные ряды в методе ВКБ строятся как формальные ряды, которые не всегда сходятся. Однако, даже если ряды не сходятся, их можно использовать для получения асимптотических решений уравнения Шредингера, которые соответствуют высоким энергетическим состояниям квантовой системы.

Использование степенных рядов в методе ВКБ позволяет получить приближенное решение уравнения Шредингера в виде асимптотической формулы, которая точна вблизи точки поворота. Это позволяет получить важную информацию о свойствах квантовой системы в области высоких энергий, где квантово-механическое описание необходимо.

Если в данном степенном ряде нашего метода отбросить все члены, следующие за членом нулевого порядка по параметру  $\alpha$ , мы получим уравнение нулевого приближения:

$$(S_0)_x^2 F(S_0) - f(x) = 0. \quad (30)$$

Выполняя стандартную процедуру решения уравнения с разделяющимися переменными, найдём

$$\left( \frac{dS_0}{dx} \right) F^{1/2}(S_0) = f^{1/2}(x);$$

$$\int_{S_{01}}^{S_0} F^{1/2}(S_0) dS_0 = \int_{x_1}^x f^{1/2}(x) dx, \quad (31)$$

здесь верхние пределы имеют смысл текущих координат.

Чтобы найти нижние пределы, надо решить уравнения  $f(x_1) = 0$  и  $F(S_{01}) = 0$ . Так как  $S_0 = S_0(x)$ , то очевидно

$$S_0(x_1) = S_{01}. \quad (32)$$

Выражение для  $S_0(x)$  найдём, решая уравнение (31). Как показывает практика, интеграл левой части (31) можно вычислить аналитически, при условии, что уравнение (3) имеет точный интеграл.

Определив  $S_0(x)$  и вычислив (по тому же алгоритму)  $S_0(t)$ , мы можем построить  $S_0(x, t)$ , а из неё определить приближённое решение для уравнения (2), используя преобразование, связывающее эталонную модель с исследуемой функцией (22).

$$u(x, t) = A(S_{0,x})^{-1/2} U[S_0(x, t)]. \quad (33)$$

Таким образом, необходимый нам алгоритм определён. Он состоит из 4 этапов

1. Определения дифференциального оператора эволюции эталонной модели и проверка его формального соответствия оператору исследуемой системы

2. Построение выражений, выражающих фазовую функцию  $S(x, t)$  в заданном нами приближении.

3. Решаем эти уравнения, для определения вида  $S(x, t)$ .

4. Находим нужную нам функцию  $u(x, t)$  - приближённое решение дифференциального уравнения, описывающего поведение исследуемой системы.

Снова вернёмся к (24) и (27).

Возможность нулевого приближения ограничивается решением неравенства (для выражения (24)):

$$\frac{\alpha^2}{2} \{S_0, x\} \ll f(x). \tag{34}$$

Подобное неравенство можно записать и для уравнения (27).

Запишем (25) в виде

$$\{S_0, x\} = \frac{(S_0)_{xxx}}{(S_0)_x} - \frac{3}{2} \left[ \frac{(S_0)_{xx}}{(S_0)_x} \right]^2, \tag{35}$$

Однако, из неравенства (34) мы не можем сделать вывод о природе критерия применимости метода эталонного моделирования.

Чтобы ответить на данный вопрос, выясним смысл выражения (25) в общем случае, абсолютно независимо от вида функций  $f(x)$  и  $F(S_0)$ , для чего используем выражение (30), из которого получим

$$\frac{\partial S_0}{\partial x} = (F_0)^{-\frac{1}{2}} \cdot (f_0)^{\frac{1}{2}};$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 S_0}{\partial x^2} &= -\frac{1}{2} (F_0)^{-\frac{3}{2}} \cdot \frac{\partial F_0}{\partial x} \cdot (f_0)^{\frac{1}{2}} + \frac{1}{2} (F_0)^{-\frac{1}{2}} \cdot (f_0)^{-\frac{1}{2}} \cdot \frac{\partial f_0}{\partial x}; \\ \frac{\partial^3 S_0}{\partial x^3} &= -\frac{3}{4} (F_0)^{-\frac{5}{2}} \cdot \left( \frac{\partial^2 F_0}{\partial x^2} \right)^2 \cdot (f_0)^{\frac{1}{2}} - \frac{1}{2} (F_0)^{-\frac{3}{2}} \cdot \frac{\partial^2 F_0}{\partial x^2} \cdot f_0^{\frac{1}{2}} - \\ &\quad - \frac{1}{2} (F_0)^{-\frac{3}{2}} \cdot \frac{\partial F_0}{\partial x} \cdot (f_0)^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{\partial f_0}{\partial x} - \frac{1}{4} (F_0)^{\frac{1}{2}} \cdot (f_0)^{-\frac{3}{2}} \cdot \frac{\partial^2 f_0}{\partial x^2} \end{aligned}$$

Подставим найденные производные в (30) и, произведя несколько достаточно простых преобразований, получим следующее выражение

$$\{S_0, x\} = \frac{1}{2} \left[ \frac{f_0''}{f_0} - \frac{5}{4} \left( \frac{f_0'}{f_0} \right)^2 \right] - (S_0)_x^2 \cdot \frac{1}{2} \left[ \frac{\ddot{F}_0}{F_0} - \frac{5}{4} \left( \frac{\dot{F}_0}{F_0} \right)^2 \right] \tag{36}$$

Повторим вышеприведённые действия для  $\{S_0, t\}$

$$\{S_0, t\} = \frac{1}{2} \left[ \frac{f_{0tt}}{f_0} - \frac{5}{4} \left( \frac{f_{0t}}{f_0} \right)^2 \right] - (S_0)^2 \cdot \frac{1}{2} \left[ \frac{\ddot{F}_0}{F_0} - \frac{5}{4} \left( \frac{\dot{F}_0}{F_0} \right)^2 \right] \tag{37}$$

Используя (36) приведём (34) к такому виду

$$\theta^2 (\eta - \eta^*) \ll 1. \tag{38}$$

В этом выражении, мы ввели параметр, с помощью которого можно охарактеризовать интервалы (пространственный и временной) значительного изменения функций,  $f(x), f(t), F(S_0), F(t)$ , определяющих механизмы (то есть характеристические изменения параметров) развития исследуемой системы и её модели. При этом величины

$$\eta = \frac{1}{4x^3} \left[ \frac{5}{4} \left( \frac{dx}{d\xi} \right)^2 - x \frac{d^2x}{d\xi^2} \right]; x(\xi) = 1 - \frac{f(x)}{E}, \xi = \frac{x}{a_0}, \tag{39}$$

$$\eta^* = \frac{1}{4x^{*3}} \left[ \frac{5}{4} \left( \frac{dx^*}{d\sigma} \right)^2 - x^* \frac{d^2x}{d\sigma^2} \right]; x^*(\sigma) = 1 - \frac{F(S_0)}{E^*}, \sigma = \frac{S_0}{a_0}, \quad (40)$$

В данных выражениях мы ввели обозначения:  $E$  – энергия, которой обладает вся исследуемая системы,  $E^*$  – энергия эталонной модели,  $a_0$  – величина, характеризующая размеры области существенного изменения функции  $f(x)$ ,  $f(t)$ ,  $F(S_0)$ ,  $F(t)$ . В (38)  $\theta$  – параметр, аналогичный параметру квазиклассичности в квантовой теории.

Квазиклассическая теория в квантовой механике – это метод приближения, который позволяет описывать квантовые системы с большими квантовыми числами в терминах классической механики.

Этот метод основан на предположении, что при достаточно больших значениях квантового числа (обычно это квантовое число действия) квантовые системы начинают проявлять свойства, которые напоминают поведение классических объектов. Таким образом, можно рассматривать квантовую систему как классический объект с некоторыми квантовыми поправками.

В квазиклассическом приближении, волновая функция квантовой системы может быть представлена в виде суммы двух компонент: основной компонент, которая описывает классическую траекторию системы, и корректирующего компонента, которая описывает квантовые поправки.

Основная компонента волновой функции представляет собой фазовый множитель, который зависит от классических координат и импульсов системы, а корректирующая компонента, которая зависит от квантовых чисел, включает в себя квантовые поправки.

Квазиклассическое приближение применяется, когда квантовые системы имеют большие значения квантовых чисел, и может быть использовано для решения различных задач, включая вычисление энергетических уровней атомов и молекул, расчет скоростей реакций в химических реакциях, и описания динамики квантовых систем на больших временных и пространственных масштабах.

Однако следует заметить, что приближение квазиклассики не всегда применимо, и может давать неточные результаты в случае, когда квантовые числа недостаточно большие.

Запись оценки области оптимального применения, предложенная в виде неравенства (38), даёт нам возможность подробно рассмотреть основные особенности предлагаемого нами метода эталонного.

В виде, подобном выражению (38), можно записать неравенство, обобщённое по координатной и временной переменным:

$$\Theta^2 (H - H^*) \ll 1. \quad (41)$$

Величина  $\Theta$  показывает, как быстро изменяется основная характеристика (например, энергия) системы в зависимости от быстроты изменения её положения и от времени. Величины  $H$  и  $H^*$  зависят не только от координат, как подобные им в (36) и (37), но и от времени.

Исследуя неравенство (41), мы можем рассмотреть, как минимум, три случая применимости метода эталонного моделирования:

$$1. \Theta \ll 1; (H - H^*) \leq \Theta^{-1} \quad (42)$$

Случай, когда скорость изменения основной характеристики (например, энергия) исследуемой системы многократно превышает быстроту изменений функций, характеризующих процесс развития в исследуемой системе.

$$2. \Theta \sim 1, (H - H^*) \ll 1. \quad (43)$$

Данное условие выполняется в случае, когда удалось найти эталонную модель, у которой функция  $F(s)$ , характеризующая условие её развития, максимально схожа по поведению с функцией, аналогичной ей в исследуемой системе. В этом случае наш метод будет аналогом теории возмущений.

Теория возмущений - это метод решения математических задач, основанный на приближении решения путем разложения функции или уравнения в ряд Тейлора и последующего приближенного вычисления этого ряда.

В физике теория возмущений используется для анализа систем, которые не могут быть точно решены аналитически, но для которых существуют малые параметры, которые можно использовать для приближенного решения.

Например, можно использовать теорию возмущений для решения уравнения Шредингера для атомов и молекул. В этом случае, гамильтониан, который описывает систему, может быть разложен в ряд Тейлора с использованием малого параметра - заряда ядра атома. Затем, можно приближенно вычислить значения энергий и волновых функций электронов в атоме.

Теория возмущений также широко используется в квантовой теории поля, где она позволяет вычислять взаимодействия между частицами, используя взаимодействие, которое уже известно или может быть легко вычислено.

$$3. \Theta \gg 1, (H - H^*) \sim \Theta^{-3} \ll 1 \quad (44)$$

При условии, бесконечно малого размера энергии системы, метод, используемый нами, также работает как теория возмущений.

В процессе развития изменений в системе, соотношения между параметрами  $\Theta$  и  $(H - H^*)$  могут существенно изменяться, но так как соотношения между ними при этом будут переходить от одного случая применимости к другому, то наш метод позволяет получить непрерывные приближенные решения искомой задачи.

**Выводы.** В настоящей работе мы рассмотрели алгоритм метода решения широкого круга нелинейных задач - метода эталонного моделирования, рассмотрели критерии его применимости. Данный метод применялся нами при решении различного типа уравнений математической физики: при решении задачи о распространении нелинейных волн в дисперсной среде (3.1), задачи о конвективной диффузии в двухкомпонентной среде, задаче о низкоэнергетическом рассеянии электронов [18; 19; 20; 21]. Также предполагается применить данный метод к решению уравнения теплопроводности и уравнению Навье-Стокса. Данные примеры позволяют нам подтвердить достаточно широкие возможности метода. Этот вывод касается как типов решенных уравнений, так и характера нелинейности в рассмотренных задачах. Подтвердилось предположение о том, что одним из главных преимуществ метода эталонного моделирования является его гибкость и возможность применения для решения различных типов дифференциальных уравнений с частными производными. Это может быть особенно полезно в случаях, когда нет доступа к аналитическому решению уравнения или, когда необходимо быстро получить численное решение уравнения.

Результаты, полученные методом моделирования, подтвердили результативность предлагаемого метода эталонного моделирования для решения дифференциальных уравнений с частными производными. Метод способен давать точные решения, сравнимые с результатами, полученными с использованием классических методов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Тихонов А. Н. Уравнения математической физики. М.: Физматлит, 2001. 724 с.
2. Мартинсон Л. К., Малов Ю. И. Дифференциальные уравнения математической физики. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2002. 368 с.
3. Зельдович Я. Б. Райзер Ю. П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. М.: Физматлит, 1966. 688 с.
4. Уизем Дж. Линейные и нелинейные волны. М.: Мир, 1977. 622 с.
5. Polyanin A. D., Zaitsev V. F., Moussiaux A. Handbook of First Order Partial Differential Equations. London: Taylor, Francis, 2002. 520 p.
6. Кунин С. Вычислительная физика. М.: Мир, 1992. 518 с.

7. Куфнер А., Фучик С. Нелинейные дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1988. 304 с.
8. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. М.: Физматлит, 2002. 320 с.
9. Тихонов А. Н., Самарский А. А. Уравнения математической физики. М.: Физматлит, 2001. 724 с.
10. Polyanin A. D., Zaitsev V. F., Moussiaux A. Handbook of First Order Partial Differential Equations. London: Taylor, Francis, 2002. 520 p.
11. Чебоксаров А. Б., Игропуло В. С. Эталонная модель нелинейной физической проблемы: создание, анализ особенностей // Физико-математические науки в Ставропольском государственном университете: Материалы научно-методической конференции «Университетская наука – региону». Ставрополь: Изд-во СГУ, 2005. С. 87–90.
12. Игропуло В. С., Чебоксаров А. Б. Уравнение Бюргерса как базовый эталон группы нелинейных моделей // Обзорение прикладной и промышленной математики. 2006. Т. 13. Вып. 2. С. 321–327.
13. Чебоксаров А. Б., Игропуло В. С. Типы нелинейных уравнений математической физики и возможности их эталонного моделирования // Физико-математические науки на современном этапе развития СГУ: Материалы научно-методической конференции «Университетская наука – региону». Ставрополь: Изд-во СГУ, 2006. С. 48–50.
14. Дородницын А. А. Асимптотические законы распределения собственных значений для некоторых особых видов дифференциальных уравнений второго порядка // Успехи математических наук. М., 1952. Т. 7. С. 3–96.
15. Жирнов Н. И. Нормировка и критерий точности квазиклассических решений радиальных уравнений Дирака // Известия вузов СССР. Физика. 1964. Вып. 5. С. 125–130.
16. Жирнов Н.И., Игропуло В.С. О поправках к квазиклассическим фазам рассеяния // Известия вузов СССР. Физика. 1971. Вып. 7. С.149–151.
17. Белокос Е.Д. Общая формула для решений уравнения Sin-Gordon с начальными и граничными условиями // Теоретическая и математическая физика. М., 1995. Т. 103, № 3. С. 358–367.
18. Чебоксаров А. Б., Игропуло В. С. Метод моделирования для решения нелинейного уравнения с дисперсией // Материалы Всероссийской научной конференции «Физико-химические и прикладные проблемы магнитных дисперсных наносистем». Ставрополь, 2007.
19. Чебоксаров А. Б., Чебоксаров В. А., Казаров Б. А. Исследование процессов массопереноса методом эталонного моделирования // Современная наука и инновации. 2018. № 1 (18). С. 53–58.
20. Чебоксаров А. Б., Чебоксаров В. А., Казаров Б. А. Некоторые способы использования метода разделения переменных для решения дифференциальных уравнений в частных производных // Современная наука и инновации. 2019. № 2 (26). С. 48–59.
21. Чебоксаров А. Б., Москвитин А. А. Низкоэнергетическое рассеяние электронов в силовом поле с центральной симметрией // Современная наука и инновации. 2021. № 3 (35). С. 60–72.

#### REFERENCES

1. Tikhonov A. N. Uravneniya matematicheskoi fiziki. M.: Fizmatlit, 2001. 724 p.
2. Martinson L. K., Malov YU. I. Differentsial'nye uravneniya matematicheskoi fiziki. M.: Izd-vo MGTU im. N. EН. Baumana. 2002. 368 p.
3. Zel'dovich YA. B. Raizer YU. P. Fizika udarnykh voln i vysokotemperaturnykh gidrodinamicheskikh yavlenii. M.: Fizmatlit, 1966. 688 p.
4. Uizem Dzh. Lineinye i nelineinye volny. M.: Mir, 1977. 622 p.
5. Polyanin A. D., Zaitsev V. F., Moussiaux A. Handbook of First Order Partial Differential Equations. London, Taylor, Francis, 2002. 520 p.
6. Kunin S. Vychislitel'naya fizika. M.: Mir, 1992. 518 p.

7. Kufner A., Fuchik S. Nelineinye differentsial'nye uravneniya. M.: Nauka, 1988. 304 p.
8. Samarskii A. A., Mikhailov A. P. Matematicheskoe modelirovanie: Idei. Metody. Primery. M.: Fizmatlit. 2002. 320 p.
9. Tikhonov A. N., Samarskii A. A. Uravneniya matematicheskoi fiziki. M.: Fizmatlit, 2001. 724 p.
10. Polyanin A. D., Zaitsev V. F., Moussiak A. Handbook of First Order Partial Differential Equations. London, Taylor, Francis, 2002. 520 p.
11. Cheboksarov A. B., Igropulo V. S. Ehtalonnaya model' nelineinoy fizicheskoy problemy: sozhanie, analiz osobennosti // Fiziko-matematicheskie nauki v Stavropol'skom gosudarstvennom universitete: Materialy nauchno-metodicheskoy konferentsii «Universitetskaya nauka – regionU». Stavropol': Izd-vo SGU, 2005. P. 87–90.
12. Igropulo V.S., Cheboksarov A.B. Uravnenie Byurgersa kak bazovyi ehtalon gruppy nelineinykh modelei // Obozrenie prikladnoy i promyshlennoy matematiki. 2006. T. 13. Vol. 2. P. 321–327.
13. Cheboksarov A.B., Igropulo V.S. Tipy nelineinykh uravnenii matematicheskoy fiziki i vozmozhnosti ikh ehtalonnogo modelirovaniya // Fiziko-matematicheskie nauki na sovremennom ehtape razvitiya SGU: Materialy nauchno-metodicheskoy konferentsii «Universitetskaya nauka – regionU». Stavropol': Izd-vo SGU, 2006. P. 48–50.
14. Dorodnitsyn A.A. Asimptoticheskie zakony raspredeleniya sobstvennykh znachenii dlya nekotorykh osobykh vidov differentsial'nykh uravnenii vtorogo poryadka // Uspekhi matematicheskikh nauk. M., 1952. T. 7. P. 3–96.
15. Zhirnov N.I. Normirovka i kriterii tochnosti kvaziklassicheskikh reshenii radial'nykh uravnenii Diraka // Izvestiya vuzov SSSR. Fizika. 1964. Vol. 5. P. 125–130.
16. Zhirnov N.I., Igropulo V.S. O popravkakh k kvaziklassicheskim fazam rasseyaniya // Izvestiya vuzov SSSR. Fizika. 1971. Vol. 7. P. 149–151.
17. Belokos E.D. Obshchaya formula dlya reshenii uravneniya Sin-Gordon s nachal'nymi i granichnymi usloviyami // Teoreticheskaya i matematicheskaya fizika. M., 1995. T. 103, No. 3. P. 358–367.
18. Cheboksarov A.B., Igropulo V.S. Metod modelirovaniya dlya resheniya nelineinogo uravneniya s dispersiei // Materialy Vserossiiskoy nauchnoy konferentsii «Fiziko-khimicheskie i prikladnye problemy magnitnykh dispersnykh nanosistem». Stavropol', 2007.
19. Cheboksarov A.B., Cheboksarov V.A., Kazarov B.A. Issledovanie protsessov massoperenosa metodom ehtalonnogo modelirovaniya // Modern Science and Innovations. 2018. No. 1 (18). P. 53–58.
20. Cheboksarov A.B., Cheboksarov V.A., Kazarov B.A. Nekotorye sposoby ispol'zovaniya metoda razdeleniya peremennykh dlya resheniya differentsial'nykh uravnenii v chastnykh proizvodnykh // Modern Science and Innovations. 2019. No. 2 (26). P. 48–59.
21. Cheboksarov A.B., Moskvitin A.A. Nizkoehnergeticheskoe rasseyanie ehlektronov v silovom pole s tsentral'noi simmetriey // Modern Science and Innovations. 2021. No. 3 (35). P. 60–72.

#### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Чебоксаров Александр Борисович**, Ставропольский государственный педагогический институт, Филиал в г. Эссентуки, Россия, кандидат физико – математических наук, доцент, заведующий кафедрой математики, информатики, e-mail: [cheboksarov1956@mail.ru](mailto:cheboksarov1956@mail.ru).

**Cheboksarov Alexander Borisovich**, Stavropol State Pedagogical Institute, Branch in Essentuki, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Mathematics, Computer Science, e-mail: [cheboksarov1956@mail.ru](mailto:cheboksarov1956@mail.ru).

**Ботвинёва Наталья Юрьевна**, Ставропольский государственный педагогический институт, Филиал в г. Ессентуки, Россия, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры математики, информатики, e-mail: [botvineva@yandex.ru](mailto:botvineva@yandex.ru).

**Botvineva Natalia**, Stavropol State Pedagogical Institute, Branch in Essentuki, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematics, Computer Science, e-mail: [botvineva@yandex.ru](mailto:botvineva@yandex.ru).

**Чебоксаров Виктор Александрович**, Пятигорский институт (филиал) Северо-Кавказского Федерального университета, преподаватель информатики колледжа Пятигорского института (филиала), e-mail: [Naweron@yandex.ru](mailto:Naweron@yandex.ru).

**Cheboksarov Victor Aleksandrovich**, Pyatigorsk Institute (branch) of North-Caucasus Federal University, teacher of computer science at NCFU College and Shame, e-mail: [Naweron@yandex.ru](mailto:Naweron@yandex.ru).

**Половинко Екатерина Владимировна**, Пятигорский институт (филиал) Северо-Кавказского Федерального университета, доцент кафедры систем управления и информационных технологий.

**Polovinko Ekaterina Vladimirovna**, Pyatigorsk Institute (branch) of North-Caucasus Federal University, Associate Professor of the Department of Management Systems and Information Technologies.

Дата поступления в редакцию: 19.04.2023

После рецензирования: 13.05.2023

Дата принятия к публикации: 07.06.2023

Современная наука и инновации.  
2023. № 2 (42). С. 33–40  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):33-40

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
TECHNICAL SCIENCE

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

Научная статья / Original article

УДК 519.876.5  
DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.3

Юлия Юрьевна Липко  
[Yulia Yu. Lipko]<sup>1</sup>,  
Залина Асланбековна Шогенова  
[Zalina A. Shogenova]<sup>2</sup>

**К вопросу о концептуальных подходах  
формирования и реализации моделей  
интерфейсов информационных систем  
поддержки принятия медицинских решений**

**On the issue of conceptual approaches to the  
formation and implementation of models of  
interfaces of information systems to support medical  
decision-making**

<sup>1</sup>Институт компьютерных технологий и информационной безопасности, г. Таганрог, Россия /  
Institute of Computer Technology and Information Security, Taganrog, Russia, [yulipko@sfnu.ru](mailto:yulipko@sfnu.ru)

<sup>2</sup>Кабардино–Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик, Россия /  
Kabardino–Balkarian State University named after H.M. Berbekov, Nalchik, Russia, [shogenova.88@mail.ru](mailto:shogenova.88@mail.ru)

**Аннотация.** Медицинские информационные системы и эталонные подходы при разработке их информационных моделей все чаще основываются на принципах, моделирующих три различных типа информации. Это – данные о пациентах, терминология и поддержка принятия медицинских решений. Между этими тремя типами моделей требуются четко определенные интерфейсы. Основными проблемами, которые возникают при определении таких интерфейсов, являются взаимодействия между онтологическими и логическими выводами. В статье представлен подход, основанный на разработке программного обеспечения, ориентированный на концептуальную схему, где надлежащим образом предоставляются концептуальные примитивы, предназначенные для определения статических, динамических и диалоговых аспектов.

**Ключевые слова:** медицинские информационные системы, концептуальные модели, онтология, информационная модель, инкапсуляция.

**Для цитирования:** Липко Ю. Ю., Шогенова З. А. К вопросу о концептуальных подходах формирования и реализации моделей интерфейсов информационных систем поддержки принятия медицинских решений // Современная наука и инновации. 2023. № 2 (42). С. 33–40. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.3>

**Abstract.** Medical information systems and reference approaches in developing their information models are increasingly based on principles that model three different types of information: patient data, terminology, and medical decision support. Well-defined interfaces are required between these three model types. The main problems that arise when defining such interfaces are the interactions between ontological and logical conclusions. The paper presents a concept-driven software development approach, where conceptual primitives are appropriately provided to define static, dynamic, and conversational aspects.

**Key words:** medical information systems, conceptual models, ontology, information model, encapsulation.

**For citation:** Lipko Yu. Yu., Shogenova Z. A. On the issue of conceptual approaches to the formation and implementation of models of interfaces of information systems to support medical decision-making. Modern Science and Innovations. 2023;2(42):33-40. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.3>

**Введение.** За последние тридцать лет медицинские информационные системы (МИС) совершили существенное развитие в России и на международном уровне как в организационном, научно-техническом, так и в практическом плане. Впервые о МИС говорилось в Концепции информатизации здравоохранения России [1] как об информационной системе (ИС) поддержки здравоохранения. В последующем были приняты документы, в определенном смысле регламентирующие конфигурационные элементы МИС. В теории ИС известно, что, как правило, создавать ИС можно на базе типовой модели, которая находится в репозитории и содержит базовую (эталонную) модель ИС, а также конфигурации для определенных отраслей производства. Поэтому была создана «Типовая медицинская информационная система персонифицированного учета оказания медицинской помощи» [2] как основа для ИС в здравоохранении.

Рынок программного обеспечения в России получил новый импульс для своего бурного развития [3]. В настоящее время в государственном реестре программ находится более 100 ИС медицинского назначения от простых для аптечных пунктов, лабораторий до больших программных комплексов для крупных больниц [4]. Можно выделить минимальный набор элементов, который присутствует в МИС и который позволяет отнести ее к тому или иному уровню. Это наличие электронной истории болезни и/или амбулаторной карты (электронной карточки пациента), статистической и финансовой отчетности, средств планирования, основных подсистем, наиболее востребованных при комплексной автоматизации лечебного учреждения.

За эти же годы в различных редакциях Всемирной организацией здравоохранения были приняты рамочная модель и стандарты национальных информационных систем здравоохранения [5]. Новый этап, существенно влияющий на развитие МИС, представлен в Национальном проекте «Здравоохранение» – это Федеральный проект «Создание единого цифрового контура в здравоохранении на основе единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ)» [6]. Современное состояние развития медицины и биомедицины таково, что накоплены весьма большие объемы информации и знаний в различных областях медицинской науки.

Поэтому уже остро стоит вопрос о создании единых, универсальных, интегрированных систем для хранения, систематизации и использования таких данных и знаний. При этом следует учитывать, что в системах используются разнообразные формы представления данных, находящиеся изначально в различных хранилищах. Успешная синхронизация данных из различных МИС возможна в случае передачи по протоколам и преобразования в формат, который принят в другой МИС, и обратно. Проблема интеграции МИС в настоящее время является весьма актуальной. Решение данной проблемы представляется на основе международных стандартов, определяющих правила обмена информацией в медицине. Среди разработчиков стандартов интеграции медицинских данных особо выделяется HL7 FHIR (Health Level 7 – Fast Healthcare Interoperability Resources) [7].

Кроме синхронизации при разработке и модернизации современных МИС возникают вопросы систематизации и интеграции знаний, данных и доступных информационных ресурсов. Причем должен быть обеспечен доступ к методам, средствам анализа и обработки данных. Концептуальную основу такого набора инструментов обработки знаний и данных составляет онтология. Понятие онтологии для ИС уже прочно вошло в практику, представлено в энциклопедиях [8] и широко известных книгах [9]. В настоящее время онтология де-факто является ядром и главным компонентом МИС. Она описывает систему знаний и задает формальные структуры для представления его контента.

Заметим, что онтология предметной области разработчиками МИС понимается как описание основных понятий, составляющих содержание информационной системы, и семантических связей между ними. Онтология содержит понятия моделируемой области, связывающие их отношения, атрибуты понятий и отношений, ограничения на значения атрибутов, а также аксиомы, определяющие семантику понятий и отношений. Построение онтологии знаний представляет собой процесс моделирования этих знаний, фактически

процесс построения модели мира решаемой задачи, который называется концептуализацией. Таким образом, онтология представляется как интерфейс к базе знаний [9]. Современные медицинские информационные системы и стандарты все чаще основываются на принципах определенных моделей.

При этом возникают вопросы описания взаимодействия между ними. Например, в работе [10] обсуждаются проблемы взаимодействия между тремя различными типами моделей, используемых разными группами для представления всевозможных аспектов клинической информации. Первый тип – информационная модель – «Информация» или «Данные пациента», то есть структура информации, которая должна храниться в определенной базе данных. Например, модель справочной информации HL7 (RIM) [7], архитектура электронных медицинских записей или моделей, которые лежат в основе архитектуры, обычно выражаются в UML диаграммах.

В настоящее время язык UML является общепринятым инструментом моделирования программного обеспечения [11]. Второй тип – концептуальная модель или «Онтология». Концептуальные модели обычно выражаются в иерархиях, системах фреймов или в логике описания [12]. Третий тип – это модели «Вывода» – модели, которые инкапсулируют знания, необходимые для получения выводов, решений и действий. Такое многофункциональное распределение отражает анализ потребностей в своевременной информации для систем поддержки принятия медицинских решений, основанных на методических рекомендациях. Эти информационные потребности делят на две категории.

Первая категория – это данные о пациентах и клинических ситуациях – информация, полученная от медицинских работников о клинических наблюдениях и результатах, и, кроме этого, могут быть представлены заключения, сделанные руководством или другими компьютерными программами, учитывающими человеческий фактор.

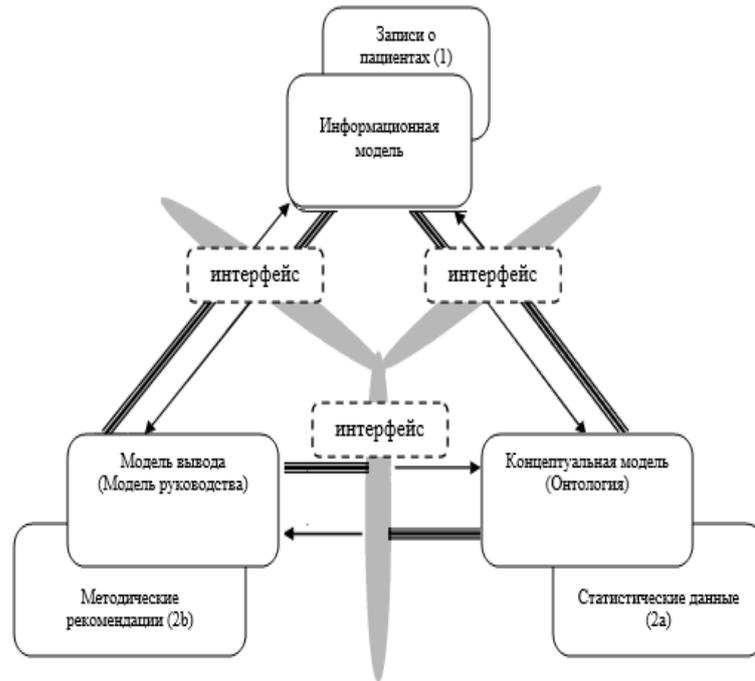
Вторая категория – это единая и независимая от пациента информация о медицине и врачебной практике, которая, в свою очередь, также делится на следующие подкатегории: –независимые от методических рекомендаций статические знания – определения и значения концепций и тесно связанных с ними прецедентов, таких как показания и противопоказания лекарств, причины и симптомы заболеваний, механизмы тестов и процедур, которые могут быть как относительно независимыми от отдельных рекомендаций, так и напрямую связанными с конкретными концепциями без сложных выводов; –динамическое понимание, зависящее от методических рекомендаций – модель того, как делать выводы и принимать решения на основе конкретной информации о пациенте и фактах, не зависящих от методических рекомендаций.

**Проблемы интерфейса между концептуальной моделью и информационной моделью МИС.** Опишем технологию и возникающие проблемы по формированию протоколов или методических рекомендаций в исполняемой форме, которая взаимодействует с электронной картой пациента (и более широкими клиническими информационными системами и данными). Допустим, что основными компонентами в моделях вывода являются «критерии» – логические выражения, которые запускают выводы или действия.

Для того чтобы осуществить рекомендации для каждого пациента, критерии из модели вывода должны быть преобразованы в запросы к соответствующей электронной истории болезни пациента. Каждая модель определяет соответствующие базы данных – записи пациентов, динамические исполняемые руководства и статическую информацию. Однако электронные медицинские карты пациентов и системы клинических данных будут попрежнему разрабатываться независимо от систем поддержки принятия медицинских решений, основанных на методических рекомендациях, поэтому важно разработать четкий определенный интерфейс работы между этими моделями [13].

На рисунке 1 представлены интерфейсы между тремя блоками моделей и их соответствующие репозитории [10]. Три модели показаны в виде блоков, затененных их соответствующими репозиториями. Для наглядности номер, относящийся к типу

приведенной выше классификации, указан в скобках для каждого хранилища. Интерфейсы показаны в виде трех частей лопасти ветрогенератора. Каждый интерфейс является двунаправленным. В каждом направлении каждый интерфейс фильтрует и преобразует информацию таким образом, чтобы принимающая модель видела только ту часть исходной модели и связанного с ней хранилища, которая имеет отношение к ее собственным целям, что символизируется стрелками, выходящими из каждой модели в виде множества широких линий и продолжающимися от интерфейса в виде отдельных тонких линий. Помимо того, что стрелки несут информацию, они несут обязательства. Каждый интерфейс накладывает взаимные обязательства на две модели, которые он соединяет, и все эти обязательства должны быть согласованными, что символизируется наложением интерфейсов в центре чертежа.



**Рисунок 1. Интерфейсы, модели и соответствующие репозитории (см. [10])**  
**Figure 1. Interfaces, models and corresponding repositories (see [10])**

Для более наглядного представления номер, относящийся к типу приведенной выше классификации, показан в скобках для каждой базы данных. Интерфейсы представлены в виде «лопастей», и каждый интерфейс является двунаправленным. Каждый из этих интерфейсов фильтрует и преобразует данные таким образом, чтобы принимающая модель видела только ту часть исходной модели и связанную с ней базу данных, которая имеет отношение к ее собственным целям, что обозначено стрелками, выходящими из модели. Стрелки не только несут информацию и обязательства, каждый интерфейс накладывает взаимные обязательства на две модели, которые он соединяет, и все эти обязательства должны быть согласованными [10].

Структура инкапсуляции, используемая в различных моделях вывода информации, может весьма сильно различаться. Ключевой проблемой для интерфейса между информационной и концептуальной моделями является инкапсуляция [10]. Аналогичные проблемы возникают и с моделью вывода. Например, синтаксис Ардена предполагает, что данные пациента могут быть представлены в виде списков значений с отметками времени [10]. Причем синтаксис Ардена определяет язык критериев, содержит операторы для управления такими списками, проводит сравнения значений и временных меток. Авторы [10, 12] считают, что информация о пациентах может быть выражена в виде экземпляров структурированных объектов, таких как Investigation Result и Note Entry, обозначающих периоды действия. В работе [12] информацию представляют, как часть временной базы

данных, которая допускает сложные временные запросы и выводы. Все данные этих трех моделей вывода напрямую не соответствуют какой-либо эталонной модели медицинской карты пациента. Существует три подхода к этой проблеме:

1. Особое представление.

2. Использование информационной модели, основанной на стандартах.

3. Создание виртуальной медицинской карты в рамках модели вывода и определения сопоставления этой модели с каждой отдельной информационной моделью.

В рамках эталонного (стандартизованного) подхода, примером которого является синтаксис Ардена для модулей медицинской логики, различия в инкапсуляции устраняются специальными программами. Альтернативой является создание отображения на основе стандартной информационной модели, но подобные подходы создают следующие проблемы:

– достижение стандартного представления, отвечающего требованиям как интерфейса, так и информационных моделей, может быть затруднено;

– ни одна из существующих в настоящее время систем медицинской документации не основана на информационной модели (RIM) или любом подобном стандарте, хотя некоторые из них находятся в разработке.

Чтобы обойти такие проблемы, как EON systems, определили «виртуальные системы медицинских записей» – по сути, модели медицинских записей, адаптированные к потребностям методических рекомендаций. Приведенный выше анализ предполагает ряд требований к интерфейсу, начиная от модели вывода и заканчивая информационными и концептуальными моделями. Такой анализ, в частности, дан в работе о пользовательских требованиях между тремя моделями [14].

1. Среди трех моделей:

– согласованность значения: значение всех используемых понятий, где бы они ни появлялись, должно быть одинаковым и выведено из определений в концептуальной модели;

– конкретная инкапсуляция данных между информационной и концептуальной моделями: интерфейс между концептуальной моделью и информационной моделью должен определять ответственность и структуру для концепций статуса таких, как «История болезни».

2. От модели вывода к информационной модели пациента:

– соответствие структуры: информационная модель должна содержать информацию о пациенте, необходимую для определения соответствия критериям. 3. От модели вывода к концептуальной модели:

– степень выводов в концептуальной модели: модель вывода требует, чтобы концептуальная модель предоставляла выводы на уровне «сахарный диабет», «заболевание почек» и «заболевание сердца»;

– содержание онтологической базы знаний: выводимые данные от лабораторных значений до «постоянно повышенного уровня холестерина» потребуют сохранения соответствующих пороговых значений в онтологической базе знаний.

Если «отсутствие почечной недостаточности» должно быть получено путем логической абстракции, для этого также потребуются соответствующие пороговые значения в онтологической базе знаний.

**Заключение.** Проведенный анализ показал, что части архитектуры, изображенные на рисунке 1, реализованы частично, но полная реализация, в которой интерфейсы определены достаточно хорошо, чтобы обеспечить легкую интеграцию и масштабирование, еще не достигнута. Соответственно необходимо разработать подходы к проектированию интерфейсов, с помощью которых можно будет обеспечить поддержку принятия медицинских решений.

Например, «виртуальную медицинскую карту» можно рассматривать как «полную» версию интерфейса между логическими и информационными моделями [15]. Часть интерфейса с моделью вывода четко определена, но информационная модель и ее

сопоставление с системой электронной медицинской документации по-прежнему состоит из специальных разделов программирования [12].

Платформа разработки сообщений [7] с ее развитием от эталонной информационной модели (RIM) через информационную модель сообщения (MIM) к контекстносвязанной информационной модели сообщения (RMIM) представляет собой одну часть интерфейса от информационной модели к модели вывода, которая потенциально имеет дело со многими проблемами инкапсуляции и преобразования, но в рамках, которых каждое сообщение должно быть проработано (почти) индивидуально.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция информатизации здравоохранения России (Минздрав РФ, 29 июня 1992 г.). URL: [www.med-obr.info/med-organisation/actual-documents/informatisation/2.pdf](http://www.med-obr.info/med-organisation/actual-documents/informatisation/2.pdf).
2. Орлов Г., Власова А., Шифрин Ф. Типовая медицинская информационная система персонифицированного учета оказания медицинской помощи в вопросах и ответах // Врач и информационные технологии. 2009. Вып. 4. С. 56–59; Вып. 5. С. 54–57.
3. Гусев А. В. Рынок медицинских информационных систем: обзор, изменения, тренды // Врач и информационные технологии. 2012. Вып. 3. С. 6–15.
4. Официальный сайт оператора единого реестра российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных. URL: <https://reestr.digital.gov.ru/reestr/>.
5. Рамочная модель и стандарты национальных информационных систем здравоохранения. 2-е изд. Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2014. 63 с.
6. Национальный проект «Здравоохранение». Федеральный проект «Создание единого цифрового контура в здравоохранении на основе единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ)». Концепция и план разработки единой системы нормативно-справочной информации в сфере здравоохранения на период 2019–2024 гг. (Версия: 1.0): утв. Минздравом России 16.10.2019, ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России 01.10.2019 // СПС КонсультантПлюс. Москва, 2022.
7. Официальный сайт некоммерческой, аккредитованной ANSI организации по разработке стандартов Health Level Seven International (HL7). URL: <http://www.hl7.org/>.
8. Machado L.M.O. Ontologies in Knowledge Organization // Encyclopedia. 2021. Vol. 1 (1). P. 144–151. DOI: 10.3390/encyclopedia1010015.
9. Лапшин В. А. Онтологии в компьютерных системах. М.: Науч. мир, 2010. 222 с.
10. Interface of Inference Models with Concept and Medical Record Models / A.L. Rector, P.D. Johnson, S. Tu, C. Wroe, J. Rogers // Proc. Artificial Intelligence in Medicine Europe (AIME2001). Springer, 2001. P. 314–323.
11. Ларман К. Применение UML 2.0 и шаблонов проектирования: введение в объективно-ориентированный анализ, проектирование и итеративную разработку: перевод с английско- го / Крэг Ларман. 3-е изд. М.: Диалектика; СПб.: Диалектика, 2020. 727 с.
12. Tu S. W., Musen M. A. Modeling data and knowledge in the EON guideline architecture // MEDINFO. Series Studies in Health Technology and Informatics. 2001. Vol. 84. P. 280–284. DOI:10.3233/978-1-60750-928-8-280.
13. Липко Ю. Ю., Крымшочалова Д. А., Шогенова З. А. Методы исследования пользовательских требований к программному обеспечению // Информационные технологии в экологии, образовании и бизнесе: сб. науч. трудов по материалам науч.-практ. конф. Нальчик, 2021. С. 53–60.
14. Крымшочалова Д. А., Шогенова З. А., Тхакумашев К. Р. Формализация и валидация пользовательских требований при разработке информационных систем // Сборник научных трудов по материалам всероссийской научно-практической конференции «Информационные технологии в экологии, образовании и бизнесе». Нальчик, 2022. С. 101–110.
15. On beyond Gruber: “Ontologies” in today’s biomedical information systems and the limits of OWL / A. L. Rector, S. Schulz, J. M. Rodrigues, C. G. Chute, H. Solbrige // Journal of Biomedical Informatics. 2019. Vol. 100. 100002.

## REFERENCES

1. The concept of informatization of health care in Russia (Ministry of Health of the Russian Federation, June 29, 1992). URL: [www.med-obr.info/medorganisation/actualdocuments/informatisation/2.pdf](http://www.med-obr.info/medorganisation/actualdocuments/informatisation/2.pdf).
2. Orlov G., Vlasova A., Shifrin F. Typical medical information system for personalized accounting of medical care in questions and answers // Doctor and Information Technologies.. 2009. Vol. 4. P. 56–59; Vol. 5. P. 54–57.
3. Gusev A.V. Market of medical information systems: review, changes and trends // Doctor and Information Technologies. 2012. Vol. 3. P. 6–15.
4. Official website of the operator of the unified register of Russian programs for electronic computers and databases. URL: <https://reestr.digital.gov.ru/reestr/>.
5. Framework model and standards of national health information systems. 2nd ed. Geneva: World Health Organization, 2014. 63 p.
6. National project of “Healthcare”. Federal project of “Creation of a unified digital contour in healthcare based on a unified state information system in the field of healthcare (EGISZ)”. The concept and plan for the development of a unified system of regulatory and reference information in the field of healthcare for the period 2019–2024. (Version: 1.0): approved by the Ministry of Health of Russia 16.10.2019, FGBU “TsNIIOIZ” of the Ministry of Health of Russia 01.10.2019 // SPS ConsultantPlus. Moscow, 2022.
7. Official website of the non-profit, ANSI-accredited standards development organization Health Level Seven International (HL7). URL: <http://www.hl7.org/>.
8. Machado L.M.O. Ontologies in Knowledge Organization // Encyclopedia. 2021. Vol. 1 (1). P. 144–151. DOI: 10.3390/encyclopedia1010015
9. Lapshin V.A. Ontologies in computer systems. Moscow: Nauch. mir, 2010. 222 p.
10. Interface of Inference Models with Concept and Medical Record Models / A.L. Rector, P.D. Johnson, S. Tu, C. Wroe, J. Rogers // Proc. Artificial Intelligence in medicine Europe (AIME2001). Springer, 2001. P. 314–323.
11. Larman C. Application of UML 2.0 and design patterns: Introduction to object-oriented analysis, design and iterative development: translation from English / Craig Larman. 3rd ed. Moscow: Dialectics; St. Petersburg: Dialectics, 2020. 727 p.
12. Tu S.W., Musen M.A. Modeling data and knowledge in the EON guideline architecture // MEDINFO. Series Studies in Health Technology and Informatics. 2001. Vol. 84. P. 280–284. DOI: 10.3233/978-1-60750-928-8-280
13. Lipko Yu. Yu., Krymshokalova D. A., Shogenova Z. A. Methods for researching user requirements for software // Information technologies in ecology, education and business: coll. of proceedings based on the materials of scient. and pract. conf. Nalchik, 2021. P. 53–60.
14. Krymshokalova D. A., Shogenova Z. A., Tkhakumashev K. R. Formalization and validation of user requirements in the development of information systems // Collection of proceedings based on the materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference “Information Technologies in Ecology, Education and Business”. Nalchik, 2022. P. 101–110.
15. On beyond Gruber: “Ontologies” in today’s biomedical information systems and the limits of OWL / A. L. Rector, S. Schulz, J. M. Rodrigues, C. G. Chute, H. Solbrige // Journal of Biomedical Informatics. 2019. Vol. 100. 100002.

## ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Липко Юлия Юрьевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры системного анализа и телекоммуникаций, института компьютерных технологий и информационной безопасности, г. Таганрог. Тел.: +7(863) 437-17-87, e-mail: [ylipko@sfedu.ru](mailto:ylipko@sfedu.ru)

**Lipko Yulia Yurievna**, candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of System Analysis and Telecommunications, Institute of Computer Technology and Information Security, Taganrog. Tel.: +7(863) 437-17-87, e-mail: [ylipko@sfedu.ru](mailto:ylipko@sfedu.ru)

**Шогенова Залина Асланбековна**, старший преподаватель кафедры компьютерных технологий и информационной безопасности Кабардино – Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик. Тел.: +79969163092, e-mail: [shogenova.88@mail.ru](mailto:shogenova.88@mail.ru)

**Shogenova Zalina Aslanbekovna**, Senior Lecturer of the Department of Computer Technologies and Information Security of Kabardino – Balkarian State University named after H.M. Berbekov, Nalchik. Tel.: +79969163092, e-mail: [shogenova.88@mail.ru](mailto:shogenova.88@mail.ru)

Дата поступления в редакцию: 19.04.2023

После рецензирования: 13.105.2023

Дата принятия к публикации: 07.06.2023

Современная наука и инновации.  
2023. №2 (42). С. 41–49  
Modern Science and Innovations.  
2023;2(42):41-49

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
TECHNICAL SCIENCE

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

Научная статья / Original article

УДК 519.684.6  
DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.4

**Виктор Андреевич Кучуков**

[Viktor A. Kuchukov]

**Михаил Григорьевич Бабенко**

[Mikhail G. Babenko]

**Николай Николаевич Кучеров**

[Nikolay N. Kucherov]

## Исследование ранга числа в системе остаточных классов

### Investigating the rank of the number in a residue number system

Северо-Кавказский федеральный университет,  
Северо-Кавказский центр математических исследований, Ставрополь, Россия /  
North-Caucasus Federal University, North-Caucasus Center for Mathematical Research, Stavropol, Russia,  
[vkuchukov@ncfu.ru](mailto:vkuchukov@ncfu.ru), [mgbabenko@ncfu.ru](mailto:mgbabenko@ncfu.ru), [nkucherov@ncfu.ru](mailto:nkucherov@ncfu.ru)

**Аннотация.** Ранг числа в системе остаточных классов показывает количество переходов через диапазон при переводе числа в позиционную систему счисления и позволяет повысить эффективность немодульных операций и определить выход значений за диапазон. Основным подходом к вычислению ранга является использование Китайской теоремы об остатках. В статье предложен подход, позволяющий вычислить ранг с использованием набора специальных чисел, для которых заранее вычислены ранги. Моделирование рассмотренных методов произведено на языке программирования Python. Проведен анализ полученных результатов и даны рекомендации дальнейшего использования предложенного метода.

**Ключевые слова:** система остаточных классов, ранг числа

**Финансирование:** Работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации в рамках стипендии Президента СП-3186.2022.5.

**Для цитирования:** Кучуков В. А., Бабенко М. Г., Кучеров Н. Н. Исследование ранга числа в системе остаточных классов // *Современная наука и инновации*. 2023. №2 (42). С. 41–49. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.4>

**Abstract.** The rank of a number in a residue number system indicates the count of transitions through a range when a number is converted to a positional number system and allows for more efficient non-modular operations and detection of values out of range. The main approach to calculate the rank is the use of the Chinese Remainder Theorem. In this article the approach which allows to compute the rank using a set of special numbers for which ranks are computed in advance is proposed. The simulation of the considered methods is done in the Python programming language. The results are analyzed and recommendations for further use of the proposed method are given.

**Key words:** residue number system, rank of the number

**Funding:** The research was supported by Russian Federation President Grant SP-3186.2022.5.

**For citation:** Kuchukov V. A., Babenko M. G., Kucherov N. N. Investigation of the rank of a number in the system of residual classes. *Modern Science and Innovations*. 2023;2(42):41-49. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.4>

**Introduction.** The Residual Class System (RCS) is a non-positional number system in which a number is represented as remainders on a set of coprime numbers called RCS modules. In this case, operations such as addition, subtraction and multiplication can be performed independently for each of the remainders, the size of which is much less than the size of the original number. In the case of large numbers, in particular, more than 32 bits, the size of the modules can be of the order of 7-9 bits. Thus, the system of residual classes finds its application in cryptography [1-2], digital filtering [3], and other areas in which the main operations are addition and multiplication. The corrective properties of the residual class system allow it to be used to detect and correct errors [4]. The system of residual classes is especially effective in the case of its implementation on specialized integrated circuits [5], which allow you to build a circuit taking into account the size of the modules and the required modular operations.

However, a number of operations in RCS, called non-modular, require knowledge of the positional characteristics of the number. Such operations include division, comparison of numbers, determination of the sign of a number. Increasing the efficiency of computing these operations can be solved by reducing the computational complexity of determining the rank of a number in RCS. Another application of the number rank function is to control arithmetic operations.

The article is further organized as follows. Section 1 discusses the basics of the residual class system and known methods for calculating the rank. Section 2 proves a number of assertions that make it possible to increase the efficiency of the rank calculation. Section 3 is devoted to modeling the considered methods in Python. In conclusion, recommendations are given for the further use of the proposed method.

**1. Investigation of the rank of a number in the system of residual classes**

Let a system of residual classes with modules be given  $\{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ , which allows representing the number  $X \in [0, P)$ , where  $P = \prod_{i=1}^n p_i$ , in a unique way in the form of remainders after dividing the number  $X$  by modules  $p_i$ , i.e. in the form  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ [6].

At the same time, to obtain a representation of the number  $X$  given in the form of remainders  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  in the positional number system, we use the Chinese Remainder Theorem (CRT):

$$X \equiv \left| \sum_{i=1}^n x_i B_i \right|_P = \sum_{i=1}^n x_i B_i - r_X P \tag{1}$$

where  $B_i = P_i \cdot |P_i^{-1}|_{p_i}$  are RCS bases,  $P_i = P/p_i$ ,  $|P_i^{-1}|_{p_i}$  is multiplicative inversion.  $r_X$  is a positive integer, called the rank of the number  $X$ , showing how many times the dynamic range of the system  $P$  was surpassed when moving from the representation in the residual class system to the positional representation of the number.

Using the rank of a number allows you to establish the fact of the exit or non-exit of the result of arithmetic operations from the range  $[0, P)$ , i.e. range overflow. Also, the rank of a number is used in the error correction of a modular code, to determine the sign of a number.

From (1) the rank can be found by the formula

$$r_X = \left\lfloor \sum_{i=1}^n \frac{|P_i^{-1}|_{p_i}}{p_i} x_i \right\rfloor. \tag{2}$$

We transform formula (1) as follows:

$$X = \left| \sum_{i=1}^n P_i \cdot |P_i^{-1}|_{p_i} \cdot x_i \right|_P = \sum_{i=1}^n P_i \cdot |P_i^{-1}|_{p_i} \cdot x_i - \hat{r}(X) \cdot P.$$

In this case  $\hat{r}(X) = \left\lfloor \sum_{i=1}^n \frac{1}{p_i} \cdot |P_i^{-1}|_{p_i} \cdot x_i \right\rfloor$ , is the normalized rank of the number.

Consider an example of calculating the rank for an RCS  $\{2,3,5\}$  for which  $P = 30$ ,  $P_1 = 15$ ,  $P_2 = 10$ ,  $P_3 = 6$ ,  $|P_1^{-1}|_{p_1} = 1$ ,  $|P_2^{-1}|_{p_2} = 1$ ,  $|P_3^{-1}|_{p_3} = 1$ .

Then from formula (1) for the number  $X = 14 = (0,2,4)$  we obtain

$$15 \cdot 1 \cdot 0 + 10 \cdot 1 \cdot 2 + 6 \cdot 1 \cdot 4 - r_X \cdot 30 = 14 \Rightarrow r_X = 1.$$

Similarly, from formula (2):

$$r_X = \left\lfloor \frac{1}{2} \cdot 0 + \frac{1}{3} \cdot 2 + \frac{1}{5} \cdot 4 \right\rfloor = 1.$$

Obviously, calculations on a computer with fractional values according to formula (2) are difficult to implement and can lead to rounding errors. In the article [7], an approximate implementation of the rank of a number is proposed, for which the function

$$R_X = \left\lfloor \sum_{i=1}^n k_i x_i / 2^N \right\rfloor, \tag{3}$$

where  $k_i = \left\lfloor |P_i^{-1}|_{p_i} 2^N / p_i \right\rfloor$ . The rank value is calculated from Theorem 1.

Theorem 1. If  $N = \lceil \log_2 \rho \rceil$ , then  $r_X = R_X$  or  $r_X = R_X - 1$ , where  $\rho = \sum_{i=1}^n p_i - n$ .

For SOC {2,3,5} value  $N = \lceil \log_2(1 + 2 + 4) \rceil = 3$ , then

$$k_1 = \left\lfloor \frac{1 \cdot 2^3}{2} \right\rfloor = 4, k_2 = \left\lfloor \frac{1 \cdot 2^3}{3} \right\rfloor = 3, k_3 = \left\lfloor \frac{1 \cdot 2^3}{5} \right\rfloor = 2.$$

Then

$$R_X = \left\lfloor \frac{4 \cdot 0 + 3 \cdot 2 + 2 \cdot 4}{2^3} \right\rfloor = 1.$$

From Theorem 1, the rank of the number  $r_X = R_X = 1$  or  $r_X = R_X - 1 = 0$ . Clearly, clarification is needed to determine the exact value.

If we use the estimate  $N = \lceil \log_2 P \rho \rceil$  from [8], then the resulting rank is  $R_X = r_X$ , but in this case the dimension of the operand increases significantly.

Consider methods for calculating the rank in the case when the ranks of a series of numbers are known.

In [6], Theorem 2 on the rank of a sum was introduced.

Theorem 2. If in the system of residual classes with modules  $\{p_1, p_2, \dots, p_n\}$  and range  $P$  two numbers  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  and  $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$  with ranks  $r_X$  and  $r_Y$  respectively are given, then the rank  $r_{X+Y}$  of the sum of these numbers is equal to

$$r_{X+Y} = r_X + r_Y - \sum_{i=1}^n \left\lfloor \frac{x_i + y_i}{p_i} \right\rfloor \cdot |P_i^{-1}|_{p_i}. \tag{4}$$

Expression (4) allows us to calculate the rank of the sum over the ranks of the terms. In this case  $\left\lfloor \frac{x_i + y_i}{p_i} \right\rfloor = 1$ , if  $x_i + y_i \geq p_i$  and  $\left\lfloor \frac{x_i + y_i}{p_i} \right\rfloor = 0$  otherwise, i.e. there is an addition of those  $|P_i^{-1}|_{p_i}$  for which  $x_i + y_i \geq p_i$ , i.e.  $\sum_{x_i + y_i \geq p_i} |P_i^{-1}|_{p_i}$ .

Consider an example. Let's take two numbers  $X = 14 = (0, 2, 4)$  and  $Y = 15 = (1, 0, 0)$  in SOC {2,3,5}. It is shown above that  $r_X = 1$ . For  $Y$  by formula (2) we obtain

$$r_Y = \left\lfloor \frac{1}{2} \cdot 1 + \frac{1}{3} \cdot 0 + \frac{1}{5} \cdot 0 \right\rfloor = 0.$$

When adding numbers  $x_i$  and  $y_i$  there was no transition through the module, therefore  $\sum_{x_i + y_i \geq p_i} |P_i^{-1}|_{p_i} = 0$ .

Then  $r_{X+Y} = 1 + 0 + 0 = 1$ . Let's check the value, find the rank of the sum  $X + Y = (1, 2, 4)$ .

$$r_{X+Y} = \left\lfloor \frac{1}{2} \cdot 1 + \frac{1}{3} \cdot 2 + \frac{1}{5} \cdot 4 \right\rfloor = \left\lfloor \frac{59}{30} \right\rfloor = 1.$$

Theorem 2 allows us to simplify the algorithm for finding the rank of a number. Thus, in [6] it is proposed to use the numbers  $M_1 = 1, M_2 = p_1, M_3 = p_1 p_2, \dots, M_n = p_1 \cdot p_2 \cdot \dots \cdot p_{n-1}$  and their ranks to calculate the rank of the number  $A$ . To do this,  $A$  the number is added to the number  $M_1$  so many times that the digit of the number  $A$  in the base  $p_1$  becomes equal to zero. Similar actions are carried out with other bases until a number is obtained  $P = (0, 0, \dots, 0)$  for which the rank is -1.

Consider this method for RCS {2,3,5} and numbers  $X = 14 = (0,2,4)$  in RCS {2,3,5}. Then the values  $M_i$  and their ranks are equal:

$$M_1 = (1,1,1) = 1, r_1 = \left\lfloor \frac{15 \cdot 1 + 10 \cdot 1 + 6 \cdot 1}{30} \right\rfloor = 1, M_2 = (0,2,2) = 2, r_2 = \left\lfloor \frac{15 \cdot 0 + 10 \cdot 2 + 6 \cdot 2}{30} \right\rfloor = 1, \\ M_3 = (0,0,1) = 2 \cdot 3 = 6, r_3 = \left\lfloor \frac{15 \cdot 0 + 10 \cdot 0 + 6 \cdot 1}{30} \right\rfloor = 0.$$

Thus,

$$r_{X+M_2} = r_X + r_2 - |P_2^{-1}|_{p_2} - |P_3^{-1}|_{p_3} = r_X + 1 - 1 - 1 = r_X - 1,$$

$$r_{X+2M_2} = (r_X - 1) + r_2 - |P_2^{-1}|_{p_2} = (r_X - 1) + 1 - 1 = r_X - 1,$$

$$r_{X+2M_2+M_3} = (r_X - 1) + r_3 = (r_X - 1) + 0 = r_X - 1,$$

$$r_{X+2M_2+2M_3} = (r_X - 1) + r_3 - |P_3^{-1}|_{p_3} = (r_X - 1) + 0 - 1 = r_X - 2 = r_p = -1.$$

Then  $r_X - 2 = -1$  from where  $r_X = 1$ .

The disadvantage of this method is the uncertainty of the required number of additions.

The development of this idea is proposed in the article [9], which considers the non-iterative calculation of multiplicities  $\alpha_i$  and the introduction of additional substitution tables for storing ranks  $r(\alpha_i M_i)$  and variables  $w_i$  for calculating the transition through the module. In this method,  $M_i$  multiplicative inversions are calculated for bases  $|M_i^{-1}|_{p_i}$ . In addition, for each module,  $p_i$  a substitution table of  $p_i - 1$  word length is calculated, each  $j$ -th line of which ( $1 \leq j \leq p_i - 1$ ), contains the rank  $r(\alpha_i M_i)$ , where  $\alpha_i = |j \cdot |M_i^{-1}|_{p_i}|$  is the multiplicity of the number.

For a number, the multiplicity  $X_0 = X = (x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, \dots, x_n^{(0)})$  and product  $\alpha_1 M_1 = (m_1^{(1)}, m_2^{(1)}, \dots, m_n^{(1)})$  are calculated  $\alpha_1 = |(p_1 - x_1^{(0)}) \cdot |M_1^{-1}|_{p_1}|$ , for which the sum  $X_1 = X_0 + \alpha_1 M_1$  will look like  $X_1 = (0, x_2^{(1)}, \dots, x_n^{(1)})$ . When summing, the transition through the modulus  $p_i$  is fixed in the variable  $w_i = \left\lfloor \frac{x_i^{(0)} + m_i^{(1)}}{p_i} \right\rfloor$ . And the rank is selected from the lookup table  $r(\alpha_i M_i)$ .

The described steps are repeated for  $i \in [2, n]$ . The result is a number  $X_n = P = (0, 0, \dots, 0)$  whose rank is -1.

Then the rank of the original number

$$r(X) = \sum_{i=1}^n w_i |P_i^{-1}|_{p_i} - \sum_{i=1}^n r(\alpha_i M_i) - 1. \tag{5}$$

Consider an example for RCS {2,3,5}. Then the table for storing ranks  $r(\alpha_i M_i)$  will look like this:

$$\begin{pmatrix} 1 & & \\ 1 & 1 & \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Let's consider a number  $X = (0,2,4)$ . Then  $\alpha_2 = |(p_2 - x_2) \cdot |M_2^{-1}|_{p_2}| = |(3 - 2) \cdot |2^{-1}|_3|_3 = 2$ ,  $\alpha_2 M_2 = (0,1,4)$ ,  $r(\alpha_2 M_2) = 1$ .

The amount is  $X_2 = X + \alpha_2 M_2 = (0,2,4) + (0,1,4) = (0,0,3)$ . In this case, there were transitions through the module according to the bases  $p_2$  and  $p_3$ , whence  $w_1 = 0$ ,  $w_2 = 1$ ,  $w_3 = 1$ .

Next, the multiplicity is  $\alpha_3 = |(p_3 - x_3) \cdot |M_3^{-1}|_{p_3}| = |(5 - 3) \cdot |6^{-1}|_5|_5 = 2$  calculated.  $\alpha_3 M_3 = (0,0,2)$ ,  $r(\alpha_3 M_3) = 0$

The amount is  $X_3 = X_2 + \alpha_3 M_3 = (0,0,3) + (0,0,2) = (0,0,0)$ . In this case, there was a transition through the module according to the base  $p_3$ , from which  $w_1 = 0$ ,  $w_2 = 1$ ,  $w_3 = 1 + 1 = 2$ .

Then from formula (5) we get:

$$r(X) = w_1 |P_1^{-1}|_{p_1} + w_2 |P_2^{-1}|_{p_2} + w_3 |P_3^{-1}|_{p_3} - r(\alpha_1 M_1) - r(\alpha_2 M_2) - r(\alpha_3 M_3) - 1 = \\ = 0 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 2 \cdot 1 - 0 - 1 - 0 - 1 - 1 = 1 + 2 - 2 = 1.$$

## 2. Modification of the method for calculating the rank

Let us introduce a new approach that allows us to simplify the above calculations.

Let us take as bases  $E_i$  for calculating the rank the numbers consisting of  $i$  zeros and  $n-i$  ones, i.e.  $E_0 = (1, 1, \dots, 1)$ ,  $E_1 = (0, 1, \dots, 1)$ , ...,  $E_{n-1} = (0, 0, \dots, 1)$ . To simplify obtaining the digits of a number from the basis, we introduce a statement about the rank of the basis multiplied by a constant.

Statement 1. For an RCS with modules  $\{p_1, p_2, \dots, p_n\}$  and bases of rank  $E_i, i = 0, \dots, n - 1$ , where  $E_i = (\underbrace{0, \dots, 0}_i, \underbrace{1, \dots, 1}_{n-i})$ , then for any  $a \in N$  satisfying the condition  $0 \leq a < p_{k+1}$ , the expression

$$r_{a \cdot E_k} = a \cdot r_{E_k} + \left\lfloor \frac{a}{M_k} \cdot \left\lfloor \frac{1}{\prod_{i=1}^k p_i} \right\rfloor_{M_k} \right\rfloor, \tag{6}$$

where for  $k = 0: \prod_{i=1}^0 p_i = 1, M_0 = P$ , for  $k = 1, \dots, n - 1: M_k = \frac{P}{\prod_{i=1}^k p_i}$ .

Consider an example for RCS  $\{2, 3, 5\}$ .

For  $E_1 = (0, 1, 1)$  we get  $r_{E_1} = 0, M_1 = \frac{P}{p_1} = 15, \left\lfloor \frac{1}{\prod_{i=1}^1 p_i} \right\rfloor_{M_1} = 8$ .

Then  $2E_1 = (0, 2, 2), r(0, 2, 2) = 1$  and from (6):

$$r_{2E_1} = 2 \cdot 0 + \left\lfloor \frac{2}{15} \cdot 8 \right\rfloor = 1.$$

For  $E_2 = (0, 0, 1)$  we get  $r_{E_2} = 0, M_2 = \frac{P}{p_1 p_2} = 5, \left\lfloor \frac{1}{\prod_{i=1}^2 p_i} \right\rfloor_{M_2} = 1$ .

Then  $4E_2 = (0, 0, 4), r(0, 0, 4) = 0$  and from (6):

$$r_{4E_2} = 4 \cdot 0 + \left\lfloor \frac{4}{5} \cdot 1 \right\rfloor = 0.$$

We apply Statement 1 and Theorem 2 to find the rank of a number. We use formula (5), in which the multiplicity  $a_i = p_i - x_i$ .

Let's find the rank of a number  $X = 15 = (1, 0, 0)$  in RCS  $\{2, 3, 5\}$ .

The remainder modulo  $p_1$  is 1. Calculate the multiplicity  $a_1 = p_1 - x_1 = 1$ . So, let's take it  $E_0 = (1, 1, 1)$  with the rank  $r_{E_0} = 1$ .

At the same time,  $X + E_0 = (0, 1, 1)$  in which there was a transition modulo  $p_1$ .

Since the remainder modulo  $p_2$  the number  $X + E_0$  is equal to 1, then the multiplicity  $a_2 = 3 - 1 = 2$  and for  $E_1 = (0, 1, 1)$  rank  $r_{E_1} = 0$  according to formula (6) the rank of the product is equal to

$$r_{2E_1} = 2 \cdot r_{E_1} + \left\lfloor \frac{2}{M_1} \cdot \left\lfloor \frac{1}{p_1} \right\rfloor_{M_1} \right\rfloor = 2 \cdot 0 + \left\lfloor \frac{2 \cdot 8}{15} \right\rfloor = 1.$$

Then  $X + E_0 + 2E_1 = (0, 1, 1) + (0, 2, 2) = (0, 0, 3)$ , while there was a transition modulo  $p_2$ .

Since the remainder modulo  $p_3$  number  $X + E_0 + 2E_1$  is 3, then the multiplicity  $a_3 = 5 - 3 = 2$  and for  $E_2 = (0, 0, 1)$  rank  $r_{E_2} = 0$  according to formula (6) the rank of the product is equal to

$$r_{2E_2} = 2 \cdot r_{E_2} + \left\lfloor \frac{2}{M_2} \cdot \left\lfloor \frac{1}{p_1 \cdot p_2} \right\rfloor_{M_2} \right\rfloor = 2 \cdot 0 + \left\lfloor \frac{2 \cdot 1}{5} \right\rfloor = 0.$$

Then  $X + E_0 + 2E_1 + 2E_2 = (0, 0, 3) + (0, 0, 2) = (0, 0, 0)$ , while there was a transition modulo  $p_3$ .

By formula (5) we get

$$\begin{aligned} r(X) &= |P_1^{-1}|_{p_1} + |P_2^{-1}|_{p_2} + |P_3^{-1}|_{p_3} - r(E_0) - r(2E_1) - r(2E_2) - 1 = \\ &= 1 + 1 + 1 - 1 - 1 - 0 - 1 = 0, \end{aligned}$$

which is consistent with previous calculations  $r(15) = 0$ .

The application of this approach makes it possible to replace the storage  $\sum_{i=1}^n p_i - n$  of values with the calculation of the multiplicity, which will significantly reduce the amount of equipment used for large modules.

For the case of hardware implementation  $E_i$ , the values  $r_i, \frac{1}{M_k} \cdot \left\lfloor \frac{1}{\prod_{i=1}^k p_i} \right\rfloor_{M_k}$  can be written to memory.

The rank of the number obtained as a result of arithmetic operations is the calculated rank of the number. In the case of correct operations, the calculated rank coincides with the true one, while if the range is overflowed,  $P$  these ranks will differ.

### 3. Modeling methods for calculating the rank

Rank calculation simulation was done on a MacBook Air with Apple chip M 1 and 16 GB of RAM using the Python programming language. As a measured indicator, the calculation time obtained using the time its library was chosen.

Modules were taken, the dynamic range of which exceeds 8, 16 and 32 bits. The modules of special form,  $2^n, 2^n + 1$  [10] have the greatest efficiency when working in the system of residual classes.  $2^n - 1$

As methods for calculating the rank for modeling, the method based on the CRT, the approximate method based on the CRT, the method from the article [9], the proposed method was chosen.

The CTO-based method given by formula (2) requires division with a remainder by a large modulus  $P$ .

An approximate method based on CTO according to formula (3) with an estimate  $N = \lfloor \log_2 P \rho \rfloor$  requires operations with numbers of large capacity, however, the operation of finding the remainder by a large modulo is reduced to taking the least significant bits of the number.

The rank from [9] can be obtained from formula (5). At the same time, both to calculate the multiplicity  $\alpha_i$  and the product,  $\alpha_i M_i$  it is necessary to find the remainders modulo. The method considered in the article [11] based on the period and half-period of a number was taken as a method for finding the remainder. This method allows you to reduce the process of finding the remainder to the addition of numbers of a smaller dimension. All possible constants of this method were calculated in advance. For hardware implementation on integrated circuits, the authors recommend storing tables with ranks in memory, but this significantly increases the required area.

The proposed method based on Statement 1 makes it possible to avoid storing a large number of constants and finding residues by RCS modules, but the dimension of the operands increases.

**Table 1. Simulation results**

Module set	Computation time, microseconds			
	Chinese remainder theorem	Approximate Chinese remainder theorem	Method from article [ 9 ]	Suggested method
8 bit				
{5,7,8}	8,362	0.761	1,099	1,095
{5,9,16}	8,452 _ _	0.786	1.085	1.082
{7,15,16}	8.497	0.754	1,084 _	1.082
16 bit				
{5,7,9,17,32}	13.805	0.981	1.445	1.436
{15,17,31,32}	11.519	0.888	1.255	1.253
{31,63,64}	8.551	0.825	1.112	1.084
32 bits				
{3,7,17,31,65,127,128}	19.381	1.423	1.775	1,760
{9,17,31,65,127,128}	16,700	1.291	1.604	1.592
{1023, 2047, 4096}	8.713	0.929	1.089	1.084
64 bits				
{511,1023,1025,2047,4097,8192}	17.425	1.391	1.637	1.624
{2047,4097,8193,16385,32768}	14.857	1.236	1.461	1.447
{2097151,4194303,4194304}	9.541	0.974	1.091	1.089

From Table 1, it can be seen that with an increase in the dimension, the calculation time does not actually change, this is due to the dimensional grid of the processor, however, it becomes difficult to calculate the constants for these methods.

### Conclusion

It can be seen that the approximate method based on the CRT has the highest efficiency, the method based on the CRT showed the worst time, while the proposed method and the method from article [9] have a similar calculation time. However, the simulation did not take into account the time of calculating the constants, which is also important when designing systems. So, for 128 bits, the calculations in the method from the article [9] turned out to be resource-intensive, and could not be completed in the allotted time.

In the case of implementing methods on a computer, the running time varies depending on the number of modules, but depends less on the size of the modules. At the same time, the proposed method has only a slight advantage, about 1%, in comparison with the method from [9].

Further studies of this problem can be directed to the implementation of methods using ASICs, which allow you to adapt circuits taking into account the size of the modules. At the same time, the proposed method requires significantly less equipment for storing constants, compared to the method from [9].

It is also possible to use the proposed method for determining the rank to determine the sign of a number.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Tchernykh A. et al. Cryptographic Primitives Optimization Based on the Concepts of the Residue Number System and Finite Ring Neural Network // Optimization and Learning: 4th International Conference, OLA 2021, Catania, Italy, June 21-23, 2021, Proceedings 4. Springer International Publishing, 2021. P. 241–253.
2. Chen S. et al. A Low Complexity and Long Period Digital Random Sequence Generator Based on Residue Number System and Permutation Polynomial // IEEE Transactions on Computers. 2022. T. 71. No. 11. P. 3008–3017.
3. Kaplun D. I. et al. Error correction of digital signal processing devices using non-positional modular codes // Automatic Control and Computer Sciences. 2017. T. 51. P. 167–173.
4. Gapochkin A. V. Using Redundant Modular Codes of the Residual Number System for Error Detection and Correction // Advances in Automation II: Proceedings of the International Russian Automation Conference, RusAutoConf2020, September 6-12, 2020, Sochi, Russia. Springer International Publishing, 2021. P. 653–663.
5. Bayoumi M. A., Jullien G. A., Miller W. C. A VLSI model for residue number system architectures // Integration. 1984. T. 2. No. 3. P. 191–211.
6. Акушский И. Я., Юдицкий Д. И. Машинная арифметика в остаточных классах. М: Сов. радио, 1968.
7. Chervyakov N. et al. AR-RRNS: Configurable reliable distributed data storage systems for Internet of Things to ensure security // Future Generation Computer Systems. 2019. T. 92. P. 1080–1092.
8. Chervyakov N. I. et al. Residue-to-binary conversion for general moduli sets based on approximate Chinese remainder theorem // International journal of computer mathematics. 2017. T. 94. No. 9. P. 1833–1849.
9. Исупов К. С., Завялов А. А. Об эффективности нового алгоритма вычисления ранга в системе остаточных классов // Advanced Science. 2017. №. 4. С. 21–21.
10. Kuchukov V. et al. Performance Analysis of Hardware Implementations of Reverse Conversion from the Residue Number System // Applied Sciences. 2022. T. 12. No. 23. P. 12355.
11. Chervyakov N. I., Babenko M. G., Kuchukov V. A. Research of effective methods of conversion from positional notation to RNS on FPGA // 2017 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus). IEEE, 2017. P. 277-281.

## REFERENCES

1. Tchernykh A. et al. Cryptographic Primitives Optimization Based on the Concepts of the Residue Number System and Finite Ring Neural Network // Optimization and Learning: 4th International Conference, OLA 2021, Catania, Italy, June 21-23, 2021, Proceedings 4. Springer International Publishing, 2021. P. 241–253.
2. Chen S. et al. A Low Complexity and Long Period Digital Random Sequence Generator Based on Residue Number System and Permutation Polynomial // IEEE Transactions on Computers. 2022. Vol. 71. No. 11. P. 3008–3017.
3. Kaplun D. I. et al. Error correction of digital signal processing devices using non-positional modular codes // Automatic Control and Computer Sciences. 2017. T. 51. P. 167–173.
4. Gapochkin A. V. Using Redundant Modular Codes of the Residual Number System for Error Detection and Correction // Advances in Automation II: Proceedings of the International Russian Automation Conference, RusAutoConf2020, September 6-12, 2020, Sochi, Russia. Springer International Publishing, 2021. P. 653–663.
5. Bayoumi M. A., Jullien G. A., Miller W. C. A VLSI model for residue number system architectures // Integration. 1984. Vol. 2. No. 3. P. 191–211.
6. Akushskij I. YA., YUdickij D. I. Mashinnaya arifmetika v ostatochnyh klassah. – M.: Sov. radio, 1968.
7. Chervyakov N. et al. AR-RRNS: Configurable reliable distributed data storage systems for Internet of Things to ensure security // Future Generation Computer Systems. 2019. Vol. 92. P. 1080–1092.
8. Chervyakov N. I. et al. Residue-to-binary conversion for general moduli sets based on approximate Chinese remainder theorem // International journal of computer mathematics. 2017. Vol 94. No. 9. C. 1833–1849.
9. Isupov K. S., Zaviyalov A. A. Ob effektivnosti novogo algoritma vychisleniya ranga v sisteme ostatochnyh klassov // Advanced Science. 2017. No. 4. P. 21–21.
10. Kuchukov V. et al. Performance Analysis of Hardware Implementations of Reverse Conversion from the Residue Number System // Applied Sciences. 2022. Vol. 12. No. 23. P. 12355.
11. Chervyakov N. I., Babenko M. G., Kuchukov V. A. Research of effective methods of conversion from positional notation to RNS on FPGA // 2017 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus). IEEE, 2017. P. 277–281.

## ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Кучуков Виктор Андреевич**, младший научный сотрудник отдела теоретико-числовых систем Регионального научно-образовательного математического центра "Северо-Кавказский центр математических исследований" ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355000, Россия, г. Ставрополь, e-mail: [vkuchukov@ncfu.ru](mailto:vkuchukov@ncfu.ru)

**Kuchukov Viktor**, Associate Researcher, Department of Number-Theoretical Systems, Regional Scientific and Educational Mathematical Centre "North Caucasus Centre for Mathematical Research" North-Caucasus Federal University, 355000, Russia, Stavropol, E-mail: [vkuchukov@ncfu.ru](mailto:vkuchukov@ncfu.ru)

**Бабенко Михаил Григорьевич**, заведующий кафедрой вычислительной математики и кибернетики факультета математики и компьютерных наук имени профессора Н.И. Червякова ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355000, Россия, г. Ставрополь, E-mail: [mgbabenko@ncfu.ru](mailto:mgbabenko@ncfu.ru).

**Babenko Mikhail**, the head of the department of computational mathematics and cybernetics, Faculty of mathematics and computer science named after Professor N.I. Chervyakov, North-Caucasus Federal University, 355000, Russia, Stavropol, E-mail: [mgbabenko@ncfu.ru](mailto:mgbabenko@ncfu.ru)

**Кучеров Николай Николаевич**, старший научный сотрудник учебно-научного центра «Вычислительной математики и параллельного программирования на суперЭВМ»

факультета математики и компьютерных наук имени профессора Н.И. Червякова ФГАОУ  
ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355000, Россия, г. Ставрополь, e-mail:  
[nkucherov@ncfu.ru](mailto:nkucherov@ncfu.ru)

**Kucherov Nikolay**, Senior Researcher, Educational and Scientific Center "Computational  
Mathematics and Parallel Programming on Supercomputers", Faculty of mathematics and computer  
science named after Professor N. I. Chervyakov, North-Caucasus Federal University, 355000,  
Russia, Stavropol, E-mail: [nkucherov@ncfu.ru](mailto:nkucherov@ncfu.ru)

Дата поступления в редакцию: 19.04.2023

После рецензирования: 13.05.2023

Дата принятия к публикации: 07.06.2023

Современная наука и инновации.  
2023. №2 (42). С. 20-32  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):20-32

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
TECHNICAL SCIENCE

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

Научная статья / Original article

УДК: 519.246.8

DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.5

**Владислав Вячеславович Луценко**  
[Vladislav V. Lutsenko],  
**Николай Николаевич Кучеров**  
[Nikolay N. Kucherov],  
**Андрей Владимирович Гладков**  
[Andrei V. Gladkov]

**Прогнозирование дорожных заторов  
на основе анализа временных рядов**

**Predicting traffic congestion based  
on time series analysis**

*Северо-Кавказский Федеральный Университет, факультет математики  
и компьютерных наук имени профессора Н.И. Червякова, Ставрополь, Россия /  
North-Caucasus Federal University, Faculty of mathematics and computer science named after Professor N. I.  
Chervyakov, Stavropol, Russia, [vyutcenko@ncfu.ru](mailto:vyutcenko@ncfu.ru); [nkucherov@ncfu.ru](mailto:nkucherov@ncfu.ru); [agladkov@ncfu.ru](mailto:agladkov@ncfu.ru)*

**Аннотация.** Дорожные заторы являются серьезной проблемой во многих городах, приводя к потере времени, увеличению загрязнения воздуха и снижению качества жизни. В последние несколько лет модели временных рядов широко используются для прогнозирования транспортных потоков и пробок на основе статистических данных. В данном исследовании анализируются данные о дорожном движении, собранные за несколько лет, и разрабатывается прогнозная модель на основе методов анализа временных рядов. Модель учитывает различные факторы, способствующие возникновению заторов, такие как время суток, день недели, перекресток. Результаты показывают, что модель эффективно прогнозирует загруженность дорог с высокой степенью точности, что может быть использовано для принятия рациональных решений и снижения загруженности дорог в городах.

**Ключевые слова:** прогнозирование загруженности дорог, метод Хольта-Винтера, модель ARIMA, интеллектуальная транспортная система, прогнозирование временных рядов.

**Для цитирования:** Луценко В. В., Кучеров Н. Н., Гладков А. В. Прогнозирование дорожных заторов на основе анализа временных рядов // *Современная наука и инновации*. 2023. №2 (42). С. 50-58. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.5>

**Abstract.** Traffic congestion is a serious problem in many cities, resulting in lost time, increased air pollution, and reduced quality of life. In the past few years, time series models have been widely used to predict traffic flows and congestion. This study analyzes traffic data collected over several years and develops a predictive model based on time series analysis techniques. The model takes into account various factors that contribute to congestion, such as time of day, day of the week, and junction. The results show that the model effectively predicts traffic congestion with a high degree of accuracy, which can be used to make rational decisions and reduce urban traffic congestion.

**Key words:** traffic forecasting, Holt-Winter method, ARIMA model, intelligent transportation system, time series forecasting.

**For citation:** Lutsenko V. V., Kucherov N. N., Gladkov A. V. Forecasting traffic congestion based on time series analysis *Modern Science and Innovations*. 2023;2(42):50-58. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.5>

**Introduction.** The development and widespread active introduction of modern electronic communication systems, global navigation systems, computer vision systems, active and passive sensors of various types and purposes has led to the possibility of solving extremely complex problems, the very statement of which two decades ago seemed impossible. Such problems undoubtedly include the problems of creating smart cities [1] and intelligent transportation systems (ITS) [2, 4]. In this article, we will explore the use of time series analysis for predicting traffic congestion, and examine some of the techniques and tools that can be used to generate accurate and actionable insights. In large cities, this task is one of the urgent ones that have to be solved in order to solve problems efficiently and completely. Due to the processes of urbanization and economic growth, there are more and more cars on the streets of cities. Traffic congestion is one of the most common problems we encounter on a daily basis. The current system of junctions with traffic lights, cannot adapt to the changes in traffic on the roads.

Time series analysis is a powerful tool for understanding and predicting patterns in data that change over time. In the context of traffic congestion, time series analysis can be used to analyze data from traffic sensors, GPS-enabled vehicles, and other sources to identify patterns in traffic volume, speed, and congestion levels over time. By analyzing this data, researchers and transportation professionals can identify key factors that contribute to traffic congestion, such as rush hour traffic, road construction, and special events.

One of the key benefits of using time series analysis for predicting traffic congestion is that it allows for real-time monitoring and adjustments. By constantly monitoring traffic data, transportation professionals can adjust traffic signals, reroute traffic, or provide real-time alerts to drivers in order to alleviate congestion and improve traffic flow. Additionally, time series analysis can help transportation planners identify long-term trends in traffic patterns, allowing them to make more informed decisions about where to invest in infrastructure improvements, public transportation, and other strategies to reduce congestion.

In recent years, there have been significant advances in the use of machine learning and other data science techniques for analyzing time series data [3]. These techniques allow for more accurate and precise predictions, and can help transportation professionals identify patterns and trends that may be difficult to detect with traditional statistical methods. Additionally, machine learning algorithms can be trained to adapt to changing traffic conditions, improving their accuracy and reliability over time.

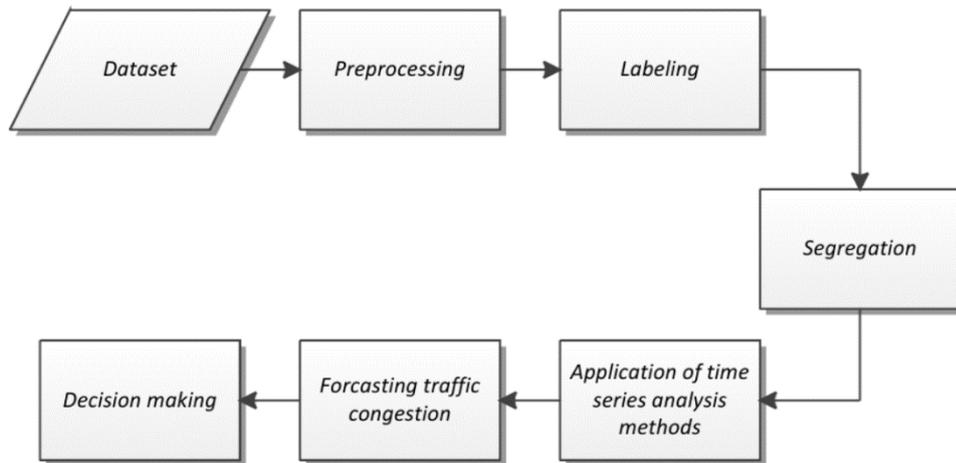
A great number of works are devoted to the task of forecasting traffic flows in the world press. Detailed reviews and detailed classifications can be found in review publications [5-7]. Based on these works, the following main approaches to solving the problem can be distinguished:

- regression models [8, 9];
- time series models [10-12];
- neural network models [13, 14];
- method of reference vectors [15].

The purpose of this paper is to develop a model of a traffic congestion prediction system based on time series analysis. The paper has the following structure. Section 1 discusses the proposed methodology in detail. Section 2 analyzes the performance of the system when using different time series analysis algorithms. In the conclusion, the results are summarized.

## **1. Methodology**

The presented system of traffic forecasting is shown in Figure 1. The stages of model development are described below.



**Figure 1 - Traffic congestion prediction model**

Step 1: Data collection. The data for our model was the traffic dataset downloaded from the URL: <https://www.kaggle.com/fedesoriano/traffic-prediction-dataset>. This dataset is stored in .csv format. The dataset contains attributes such as time to the nearest second, junction number, number of vehicles, and a unique identifier. A program was developed to view and feed this data set into the proposed system. After feeding the data into the system using the pandas library in python, the proposed model reads the data set.

Step 2: Preprocessing and labeling. This step determines the size of the dataset, finding out that it consists of 48120 rows and 4 attribute columns. Then each column is checked for missing values, and the Sensor ID column is discarded because it does not contribute to traffic prediction. The Datetime column, which contains the date as a string, is converted to the standard date format. Datetime is combined with junction and vehicle numbers. Finally, the resulting list is used to label these attributes for use in the next step, which is data partitioning.

Step 3: Data Segregation. At this stage, the data is divided into two lists X and Y. X contains such attributes as time and junction number, and Y as an attribute contains the number of vehicles. Then, for each junction, this list is split into four lists X\_train, X\_test, Y\_train and Y\_test.

Step 4: Application of time series analysis methods. We will use the Holt's linear smoothing, the Holt-Winter method, and the integrated autoregressive moving average (ARIMA) model as traffic prediction methods.

1) Holt's linear smoothing is particularly useful when the data exhibits a trend, meaning that the values tend to increase or decrease over time [16]. It works by estimating the level and the trend of the time series separately and combining them to make a forecast.

Forecast equation:

$$\hat{y}_{t+h|t} = l_t + hb_t$$

The level is estimated by taking a weighted average of the observed values, where the weights decrease exponentially as the distance between the observation and the current time period increases. The trend is estimated by taking a weighted average of the differences between consecutive observations, with the same exponential weights.

Level equation:

$$l_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)l_{t-1}$$

Trend equation:

$$b_t = \beta(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$

where  $b_t$  is the forecasted trend component,  $b_{t-1}$  is the previous forecasted trend and  $\beta$  is the trend smoothing factor that can take on values  $0 \leq \beta \leq 1$ .

The Holt's linear smoothing method is recursive, meaning that the estimates for the current time period are used to estimate the values for the next time period, and so on. The method can also be extended to include seasonality by using a seasonal factor.

2) The Holt-Winters method, also known as triple exponential smoothing, is a time series forecasting technique that uses a combination of smoothing techniques to make forecasts. The Holt-Winters method is useful for forecasting time series with trends and seasonal patterns. The method involves three types of smoothing: level smoothing, trend smoothing, and seasonal smoothing [17]. The level smoothing is used to estimate the overall level of the time series, the trend smoothing is used to estimate the trend in the time series, and the seasonal smoothing is used to estimate the seasonal variations in the time series.

Level equation:

$$L_t = \alpha(y_t - S_{t-s}) + (1-\alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$$

Trend equation:

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1}$$

Seasonality equation:

$$S_t = \gamma(y_t - L_t) + (1-\gamma)S_{t-s}$$

Forecast equation:

$$F_{t+k} = L_t + kb_t + S_{t+k-s}$$

The Holt-Winters method produces forecasts by combining the estimated level, trend, and seasonal components of the time series. The forecasts are updated at each time step using the actual values of the time series, which makes the method adaptive to changes in the underlying patterns of the time series.

3) ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) is a combination of three parts: the autoregressive (AR) part, the integrated (I) part, and the moving average (MA) part.

The AR part models the dependence of the current value of the time series on its past values. It assumes that the current value is a linear combination of the past  $p$  values of the series, where  $p$  is the order of the AR component [18].

The I part deals with the non-stationarity of the time series, which means that the statistical properties of the series change over time. It models the differences between the current and the previous values of the time series, and it is used to make the series stationary.

The MA part models the dependence of the current value of the time series on the past errors or residuals of the series. It assumes that the current value is a linear combination of the past  $q$  errors of the series, where  $q$  is the order of the MA component.

ARIMA models are generally denoted as ARIMA( $p, d, q$ ), where  $p$  is the order of the AR component,  $d$  is the degree of differencing required to make the series stationary, and  $q$  is the order of the MA component.

Step 5: Decision making for traffic congestion prediction. At this point, using the proposed methods, we obtain forecasts. Transportation agencies can use the predicted traffic levels to make informed traffic management decisions. For example, they can reroute traffic, adjust traffic signal timing, or use additional resources to manage traffic. By using predicted traffic levels to inform their decisions, transportation agencies can reduce congestion, improve safety, and reduce travel times.

## 2. Results and discussions

The traffic congestion prediction model that has been suggested is put into operation on a Windows machine that is equipped with a Core i5 processor and has 8 GB of RAM. Python programming language is utilized, along with the Spyder Integrated Development Environment (IDE), to carry out the implementation of the model.

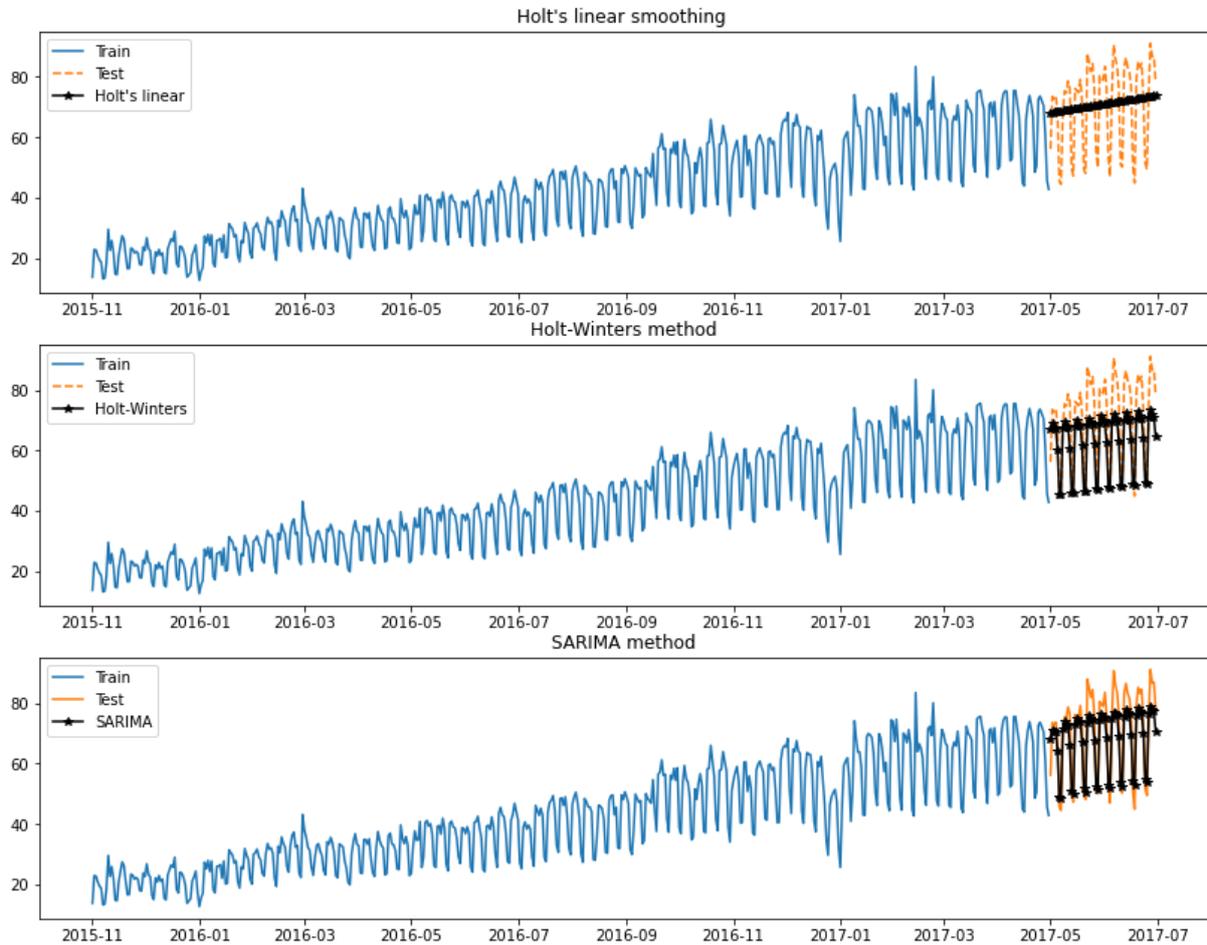
The proposed model is evaluated for the estimation of the RMSE (Root mean square Error). This is a continuous evolution of the error rates between the actual values of traffic congestion and predicted values of the traffic congestion. The evaluation is carried out using the following equation:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (z_{f_i} - z_{o_i})^2}{N}}$$

where,  $(z_{f_i} - z_{o_i})^2$  - differences squared for the expected and predicted traffic congestion data,  $N$  - number of predicted data.

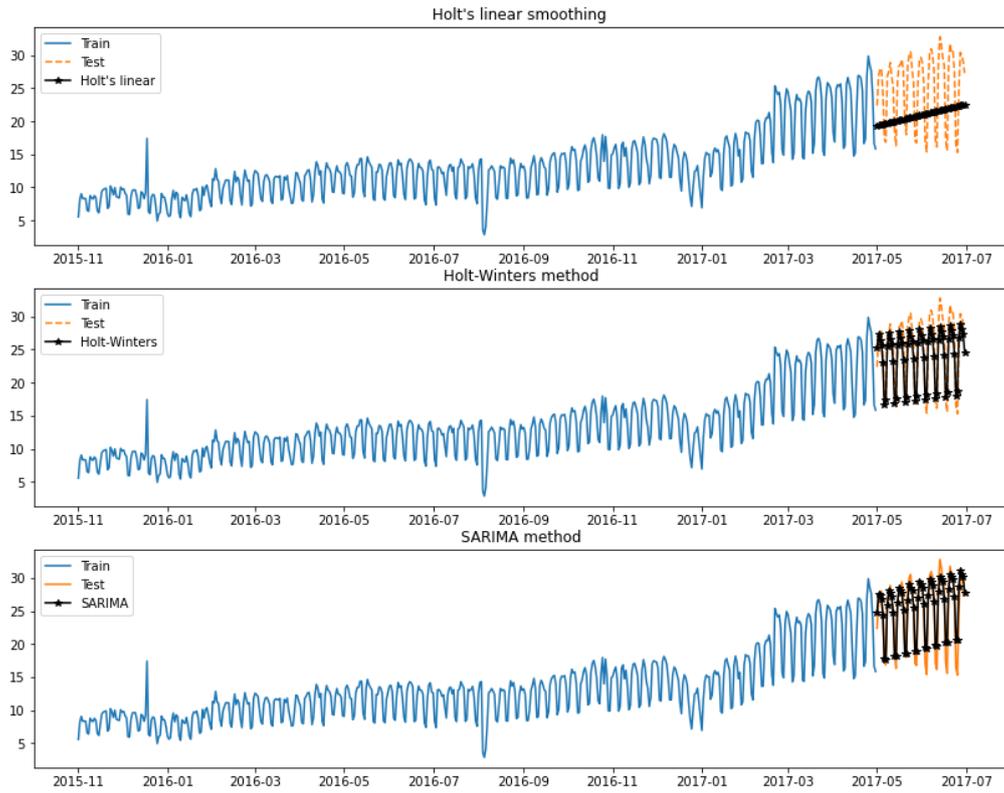
The results are shown in two graphs in Figures 2, 3, 4 and 5.

### Predicting traffic at the first junction



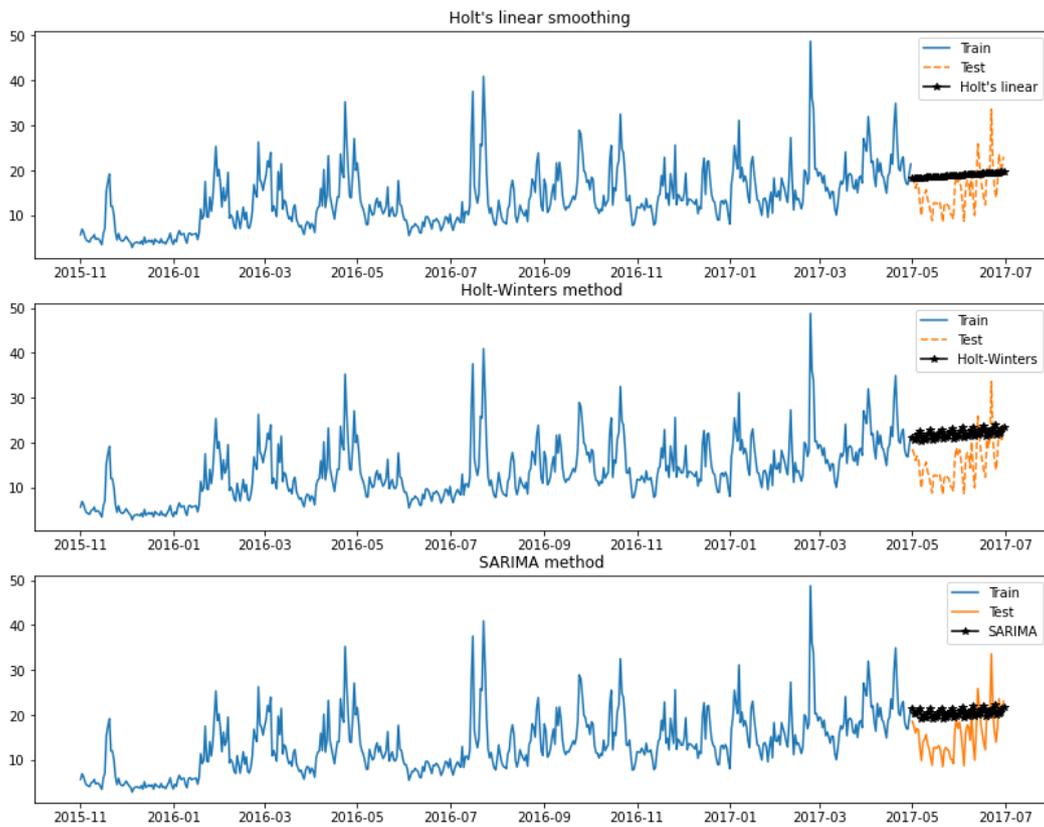
**Figure 2 - RMSE estimation for predicting traffic congestion at the first junction**

### Predicting traffic at the second junction



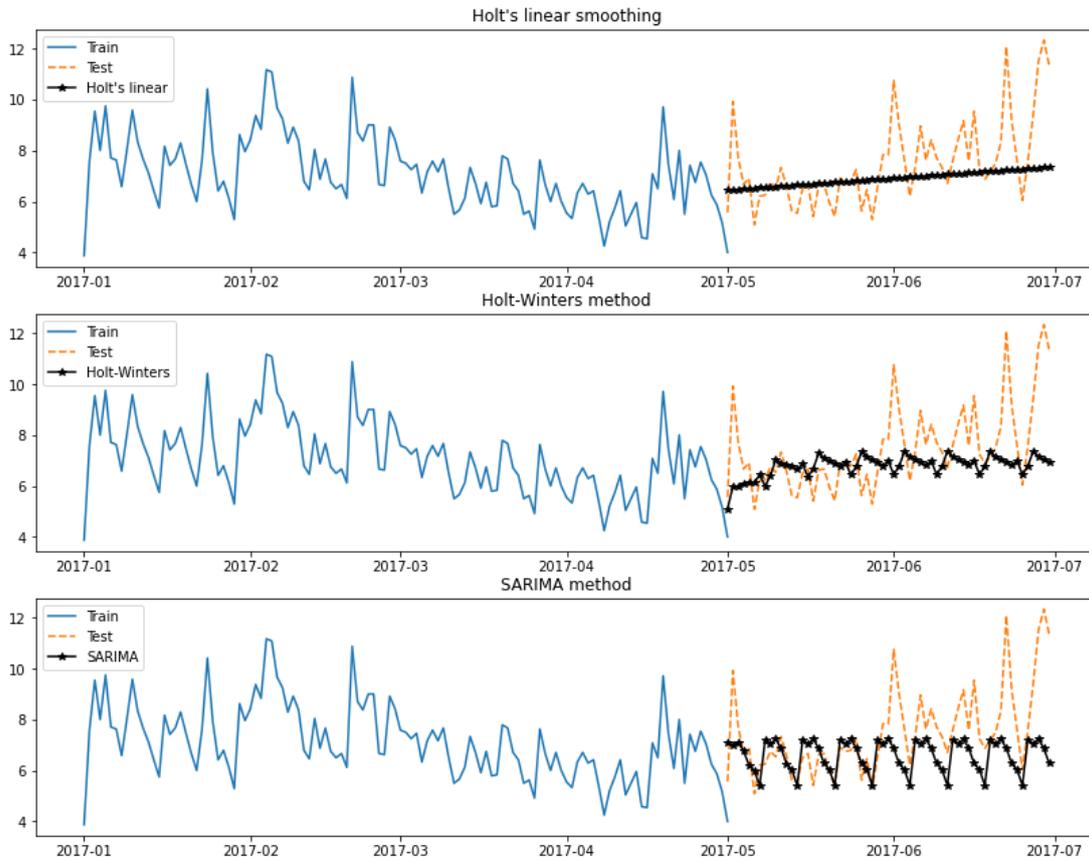
**Figure 3 - RMSE estimation to predict traffic congestion at the second junction**

### Predicting traffic at the third junction



**Figure 4 - RMSE estimation to predict traffic congestion at the third junction**

## Predicting traffic at the fourth junction



**Figure 5 - RMSE estimation to predict traffic congestion at the fourth junction**

The X-axis graphs the dates, and the Y-axis graphs the number of cars passing through that junction. For each of the junctions for the test dataset, which includes readings of the number of cars over two months, a prediction is created. The estimated RMSE for each of the predictions is shown in Table 1.

Table 1 - Comparative analysis of traffic forecasting methods for each junction

	RMSE		
	Holt's linear smoothing	The Holt-Winters method	ARIMA
Junction 1	14.043	10.452	6.443
Junction 2	6.898	2.33	1.849
Junction 3	5.523	7.081	5.0755
Junction 4	1.63	2.634	1.804

The results show that the forecasting of time series using the integrated autoregressive model shows an advantage compared to other selected methods, which is associated with the seasonality of the data under study. However, it should be noted that the ARIMA model requires more resources and time.

### Conclusion

In this paper, we developed a traffic prediction model for predicting traffic congestion at junctions.

The proposed model has the following properties:

- It allows you to generate a prediction with pre-filtered data.
- The forecast is generated for individual junctions, which saves computing power.
- Uses statistical data from individual vehicles (GPS/GLONASS data) rather than information from traffic sensors as data sources.

- Analyzes the efficiency of individual prediction algorithms.

Further areas of work include:

- Research related to generating forecasts simultaneously for the entire street and road network of the city.
- Research related to the use of neural networks.
- Research based on the traffic data of urban passenger transport in the city of Stavropol.

*Funding: The research was supported by the Russian Science Foundation Grant No. 22-71-10046, <https://rscf.ru/en/project/22-71-10046/>*

## ЛИТЕРАТУРА/ REFERENCES

1. Batty M. Smart cities of the future // The European Physical Journal Special Topics. 2012. Vol. 214. P. 481-518.
2. Arena F., Pau G., Severino A. A review on IEEE 802.11 p for intelligent transportation systems // Journal of Sensor and Actuator Networks. 2020. Vol. 9. No. 2.
3. Allahar H. What are the Challenges of Building a Smart City? // Technology Innovation Management Review. 2020. Vol. 10. No. 9. P. 38-48.
4. Qu W. Short-term intersection traffic flow forecasting // Sustainability. 2020. Vol. 12. No. 19.
5. Vlahogianni E.I., Kar-laftis M.G., Golias J.C. Short-term traffic forecasting: Where we are and where we're going // Transportation Research Part C: Emerging Technologies. 2014. Vol. 43. Part 1. P. 3-19.
6. Pavlyuk D. Feature selection and extraction in spatiotemporal traffic forecasting: a systematic literature review // European Transport Research Review. 2019. Vol. 11. No. 1.
7. Kashyap A. A. Traffic flow prediction models—A review of deep learning techniques // Cogent Engineering. 2022. Vol. 9. No. 1.
8. Cai L. A sample-rebalanced outlier-rejected k-nearest neighbor regression model for short-term traffic flow forecasting // IEEE access. 2020. Vol. 8.
9. Sun H., Liu H., Xiao H., He R., Ran B. Short term traffic forecasting using the local linear regression model // Journal of Transportation Research Board. 2003. Vol. 1836. P. 143-150.
10. Mai T., Ghosh B., Wilson S. Short-term traffic flow forecasting using dynamic linear models // Irish Transport Research Network, 2011.
11. Ma T., Antoniou C., Toledo T. Hybrid machine learning algorithm and statistical time series model for network-wide traffic forecast // Transportation Research Part C: Emerging Technologies. 2020. Vol. 111. P. 352-372.
12. Ghosh B., Basu B., O'Mahony M. Bayesian time-series model for short-term traffic flow forecasting // Journal of transportation engineering. 2007. Vol. 133. No. 3. P. 180-189.
13. Çetiner B. G., Sari M., Borat O. A neural network based traffic-flow prediction model // Mathematical and Computational Applications. 2010. Vol. 15. No. 2. P. 269-278.
14. Yi H., Jung H. J., Bae S. Deep neural networks for traffic flow prediction // 2017 IEEE international conference on big data and smart computing (BigComp). – IEEE, 2017. P. 328-331.
15. Guorong G., Yanping L. Traffic Flow Forecasting based on PCA and Wavelet Neural Network // Information Science and Management Engineering (ISME). 2010. Vol. 1. P. 158-161.

16. Gardner Jr E. S. Exponential smoothing: The state of the art // Journal of forecasting. 1985. Vol. 4. No. 1. P. 1-28.
17. Tratar L. F., Strmčnik E. The comparison of Holt–Winters method and Multiple regression method: A case study // Energy. 2016. Vol. 109. P. 266-276.
18. Lin X., Huang Y. Short-term high-speed traffic flow prediction based on ARIMA-GARCH-M model // Wireless Personal Communications. 2021. Vol. 117. No. 4. P. 3421-3430.

#### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Луценко Владислав Вячеславович** – аспирант, кафедры вычислительной математики и кибернетики факультета математики и компьютерных наук имени профессора Н.И. Червякова ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет». 355000, Россия, г. Ставрополь, тел. 8-960-424-33-09, E-mail: [vlutcenko@ncfu.ru](mailto:vlutcenko@ncfu.ru)

**Lutsenko Vladislav Viacheslavovich**, post-graduate student, Department of computational mathematics and cybernetics, Faculty of mathematics and computer science named after Professor N. I. Chervyakov, North-Caucasus Federal University, 355000, Russia, Stavropol, 355000, tel. 8-960-424-33-09, E-mail: [vlutcenko@ncfu.ru](mailto:vlutcenko@ncfu.ru)

**Кучеров Николай Николаевич** – старший научный сотрудник учебно-научного центра «Вычислительной математики и параллельного программирования на суперЭВМ» факультета математики и компьютерных наук имени профессора Н.И. Червякова ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет». 355000, Россия, г. Ставрополь, тел. 8-865-295-68-00, E-mail: [nkuchеров@ncfu.ru](mailto:nkuchеров@ncfu.ru)

**Kuchеров Nikolay Nikolaevich** – Senior Researcher, Educational and Scientific Center "Computational Mathematics and Parallel Programming on Supercomputers", Faculty of mathematics and computer science named after Professor N. I. Chervyakov, North-Caucasus Federal University, 355000, Russia, Stavropol, 355000, tel. 8-865-295-68-00, E-mail: [nkuchеров@ncfu.ru](mailto:nkuchеров@ncfu.ru)

**Гладков Андрей Владимирович** – младший научный сотрудник учебно-научного центра «Вычислительной математики и параллельного программирования на суперЭВМ» факультета математики и компьютерных наук имени профессора Н.И. Червякова ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет». 355000, Россия, г. Ставрополь, тел. 8-865-233-06-60, E-mail: [agladkov@ncfu.ru](mailto:agladkov@ncfu.ru)

**Gladkov Andrei Vladimirovich** – Junior Researcher, Educational and Scientific Center "Computational Mathematics and Parallel Programming on Supercomputers", Faculty of mathematics and computer science named after Professor N. I. Chervyakov, North-Caucasus Federal University, 355000, Russia, Stavropol, 355000, tel. 8-865-233-06-60, E-mail: [agladkov@ncfu.ru](mailto:agladkov@ncfu.ru)

Дата поступления в редакцию: 03.04.2023  
После рецензирования: 13.05.2023  
Дата принятия к публикации: 07.06.2023

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 59-70  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):59-70

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / TECHNICAL SCIENCE

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

Научная статья / Original article

УДК 004.052.32

DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.6

**Игорь Анатольевич Калмыков**  
[Igor A. Kalmykov],  
**Игорь Александрович Проворнов**  
[Igor A. Provornov]

**Разработка математической модели  
отказоустойчивого преобразователя  
invsubbytes в полиномиальной системе  
классов вычетов**

**Development of a mathematical model of a  
fault-tolerant invsubbytes converter in a  
polynomial system of residue classes**

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

**Аннотация.** Статья посвящена вопросу повышения отказоустойчивости процедуры InvSubBytes SPN-преобразователей. Описывается возможность применения корректирующего кода в полиномиальной системе классов вычетов в качестве инструмента детектирования и устранения последствий сбоев работы блоков замены.

**Ключевые слова:** SPN-система, InvSubBytes, отказоустойчивость, полиномиальная система классов вычетов, корректирующие коды.

**Для цитирования:** Калмыков И. А., Проворнов И. А. Разработка математической модели отказоустойчивого преобразователя invsubbytes в полиномиальной системе классов вычетов // Современная наука и инновации. 2023. №2 (42). С. 59-70. <https://doi.org/10.37493/2307-910x.2023.2.6>

**Abstract.** The article is devoted to the issue of improving the fault tolerance of the InvSubBytes procedure of SPN converters. Describes the possibility of applying a corrective code in a polynomial system of residue classes as a tool for detecting and eliminating the consequences of failures in the operation of replacement blocks.

**Key words:** SPN system, InvSubBytes, fault tolerance, polynomial system of residue classes, corrective codes.

**For citation:** Kalmykov I. A., Skornov I. A. Development of a mathematical model of a fault-tolerant invsubbytes converter in a polynomial system of residue classes *Modern Science and Innovations*. 2023;2(42):59-70. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.6>

**Введение.** В настоящее время широкое распространение получает концепция «Интернета вещей» – сети передачи данных между физическими объектами и внешней средой. Подобные технологии активно используются в медицине, сельском хозяйстве, транспортных системах, управлении городской инфраструктурой и т.п. Вместе с тем, значительная часть передаваемой в таких системах информации является конфиденциальной и требует защиты от несанкционированного доступа.

Это достигается совокупностью применения различных мер, в том числе мер криптографической защиты информации. Одним из наиболее распространённых алгоритмов шифрования, применяемых в «Интернете вещей» является американский стандарт шифрования, представляющий собой реализацию технологии SPN-шифрования. Однако, американский стандарт шифрования может быть подвержен атакам на основе сбоев, заключающимся в активном внешнем воздействии на шифратор различных факторов,

нарушающих его нормальные условия эксплуатации. Возникающие в результате таких воздействий ошибки снижают криптостойкость шифрования.

Одним из вариантов противодействия атакам на основе сбоев считается внедрение механизмов обнаружения и исправления ошибок. Целью настоящего исследования является повышение отказоустойчивости дешифратора американского стандарта шифрования за счет применения корректирующих кодов в полиномиальной системе классов вычетов.

**1. Проблематика обеспечения надежности систем, реализующих американский стандарт шифрования.** Американский стандарт шифрования представляет собой симметричный криптоалгоритм, который в результате многократного применения к исходному набору данных размером 128 бит процедур сложения с ключевой информацией (AddRoundKey), подстановки (SubBytes), перемешивания (MixColumns) и сдвига (ShiftRows) преобразует его в зашифрованный блок данных, пригодный для безопасной передачи по открытым каналам связи. Шифрование информации осуществляется за 10 последовательных шагов обработки данных (раундов), при этом в раундах с 1 по 9 включительно используются все 4 базовых процедуры, а в раунде 10 только 3 (за исключением перемешивания). В свою очередь, на приёмной стороне происходит его расшифрование за счет повторного сложения с ключевой информацией (AddRoundKey) и последовательной реализации процедур, обратных к преобразованиям, выполненным в шифраторе: InvSubBytes, InvMixColumns, InvShiftRows. Дешифрование также осуществляется в течении 10 раундов, при этом в 1 раунде используются только процедуры AddRoundKey, InvSubBytes, InvShiftRows, а в раундах 2 по 10 включительно добавляется InvMixColumns. Таким образом, систему передачи данных с реализацией криптографической защиты информации на основе американского стандарта шифрования можно представить в виде совокупности отдельных операций, как показано на рисунке 1.

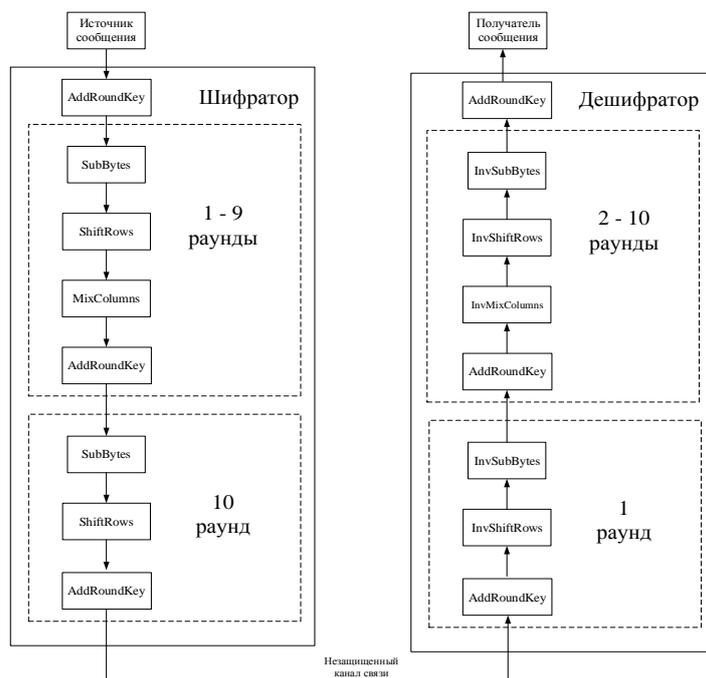


Рисунок 1. Система передачи данных с криптографической защитой

Figure 1. Data transmission system with cryptographic protection

С точки зрения отказоустойчивости рассматриваемой системы, наиболее уязвимыми являются блоки выполнения процедур SubBytes, MixColumns, InvSubBytes и InvMixColumns так они требуют более сложной аппаратной реализации, что приводит к увеличению вероятности возникновения сбоев в процессе функционирования.

В работе [1] предложен способ повышения отказоустойчивости процедуры SubBytes за счет применения корректирующих кодов полиномиальной системы классов вычетов. Вместе с тем, на текущий момент нерешенной является научная задача реализации обратного преобразования InvSubBytes, что приводит к необходимости дополнительных

преобразований обрабатываемой информации из позиционной системы счисления в полиномиальную систему классов вычетов.

Преобразование InvSubBytes предназначено для замены входного блока данных, который в американском стандарте шифрования представлен 8 битами, на другой блок данных в соответствии с таблицей замены, представленной на рисунке 2.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f
0	52	09	6a	d5	30	36	a5	38	bf	40	a3	9e	81	f3	d7	fb
1	7c	e3	39	82	9b	2f	ff	87	34	8e	43	44	c4	de	e9	cb
2	54	7b	94	32	a6	c2	23	3d	ee	4c	95	0b	42	fa	c3	4e
3	08	2e	a1	66	28	d9	24	b2	76	5b	a2	49	6d	8b	d1	25
4	72	f8	f6	64	86	68	98	16	d4	a4	5c	cc	5d	65	b6	92
5	6c	70	48	50	fd	ed	b9	da	5e	15	46	57	a7	8d	9d	84
6	90	d8	ab	00	8c	bc	d3	0a	f7	e4	58	05	b8	b3	45	06
7	d0	2c	1e	8f	ca	3f	0f	02	c1	af	bd	03	01	13	8a	6b
8	3a	91	11	41	4f	67	dc	ea	97	f2	cf	ce	f0	b4	e6	73
9	96	ac	74	22	e7	ad	35	85	e2	f9	37	e8	1c	75	df	6e
a	47	f1	1a	71	1d	29	c5	89	6f	b7	62	0e	aa	18	be	1d
b	fc	56	3e	4b	c6	d2	79	20	9a	db	c0	fe	78	cd	5a	f4
c	1f	dd	a8	33	88	07	c7	31	b1	12	10	59	27	80	ec	5f
d	60	51	7f	a9	19	b5	4a	0d	2d	e5	7a	9f	93	c9	9c	ef
e	a0	e0	3d	4d	ae	2a	f5	b0	c8	eb	bb	3c	83	53	99	61
f	17	2b	04	7e	ba	77	d6	26	e1	69	14	63	55	21	0c	7d

Рисунок 2. Таблица замены процедуры InvSubBytes  
Figure 2. InvSubBytes procedure replacement table

В классической реализации InvSubBytes байт интерпретируется как два шестнадцатеричных символа, при этом первый символ является идентификатором строки в таблице перестановки, а второй – столбца. На пересечении строки и столбца, обозначенных этими шестнадцатеричными символами, находится новый байт. Однако, при такой реализации система не является отказоустойчивой и любой сбой в ее работе приведет к получению ошибочного значения на выходе блока замены и, как следствие, к сбою работы всего алгоритма.

Одним из методов выявления и устранения ошибок, возникающих в системах обработки и передачи информации, является применение корректирующего кодирования. Основным принципом корректирующего кодирования является добавление в передаваемую (полезную) информацию избыточных (служебных) данных, которые на приемной стороне используются для обнаружения и исправления ошибок. Корректирующая способность кода зависит от отношения служебной информации к полезной: повышение избыточности кода увеличивает его корректирующие свойства. Однако, избыточность снижает эффективность использования системы передачи. С учетом этих взаимно противоречивых требований, перспективным способом повышения отказоустойчивости является применение кодов, обеспечивающих коррекцию ошибок при минимальной относительной избыточности.

**2. Математические основы полиномиальной системы классов вычетов.** В полиномиальной системе классов вычетов число представляется в виде набора остатков от его деления на полиномы-основания  $p_i$ :

$$A = (\alpha_1(x), \alpha_2(x) \dots \alpha_i(x) \dots \alpha_k(x)) \tag{1}$$

где  $\alpha_i(x) = A \bmod p_i$ .

Количество чисел, которые можно представить в конкретной полиномиальной системе классов вычетов определяется выражением:

$$A < P_{p_{a\bar{b}}}, \tag{2}$$

где  $P_{p_{a\bar{b}}} = \prod_{i=1}^k p_i$  – рабочий диапазон.

Операции сложения, вычитания и умножения чисел сводятся к соответствующим операциям с их остатками:

$$A + B = (\alpha_1(x) + \beta_1(x), \alpha_2(x) + \beta_2(x) \dots \alpha_i(x) + \beta_i(x) \dots \alpha_k(x) + \beta_k(x)), \quad (3)$$

$$A - B = (\alpha_1(x) - \beta_1(x), \alpha_2(x) - \beta_2(x) \dots \alpha_i(x) - \beta_i(x) \dots \alpha_k(x) - \beta_k(x)), \quad (4)$$

$$A \cdot B = (\alpha_1(x) \cdot \beta_1(x), \alpha_2(x) \cdot \beta_2(x) \dots \alpha_i(x) \cdot \beta_i(x) \dots \alpha_k(x) \cdot \beta_k(x)). \quad (5)$$

Уменьшение разрядности обрабатываемых операндов и параллельное выполнение операций позволяет увеличить быстродействие системы. Кроме того, независимость выполнения операций над остатками и отсутствие взаимосвязи между вычислительными трактами позволяют не допустить распространения возникающих ошибок, что является предпосылкой создания на базе полиномиальной системы классов вычетов эффективных корректирующих кодов [2].

Для реализации корректирующих свойств кода остатки разделяются на информационные и контрольные:

$$A = (\alpha_1(x), \alpha_2(x) \dots \alpha_k(x), \alpha_{k+1}(x), \alpha_{k+2}(x) \dots \alpha_n(x)), \quad (6)$$

где  $k$  – количество информационных остатков,

$n$  – общее количество остатков.

Остатки в количестве  $r = n - k$  используются для обнаружения и коррекции возникающих ошибок [3].

При реализации корректирующих алгоритмов также используются значения контрольного и полного диапазонов:

$$P_{\text{контр}} = \prod_{i=n-k+1}^n p_i, \quad (7)$$

$$P_{\text{полн}} = P_{\text{раб}} \cdot P_{\text{контр}}. \quad (8)$$

3. Разработка математической модели отказоустойчивого преобразователя InvSubBytes в полиномиальной системе классов вычетов.

Под математической моделью понимается система математических элементов и отношений между ними, адекватно отражающая некоторые свойства объекта, существенные с точки зрения решаемой задачи.

В свою очередь с точки зрения описания преобразования InvSubBytes значимыми свойствами являются:

- входной бит данных, поступающий на вход преобразователя InvSubBytes;
- выходной бит данных, являющийся результатом работы преобразователя InvSubBytes;
- функциональные зависимости, связывающие входные и выходные данные.

Так как взаимосвязь входных и выходных параметров американского стандарта шифрования определена его спецификацией, то задача разработки математической модели отказоустойчивого преобразователя InvSubBytes сводится к разработке такого вычислительного алгоритма, результаты работы которого должны повторять результаты классического алгоритма, но его принципы дополнительно должны обеспечивать возможность устранения возникающих ошибок.

В качестве прототипа подобного алгоритма, целесообразно использовать алгоритм, описанный в [4], в котором устранение ошибок производится за счет использования контрольных остатков, вычисляемых следующим образом:

$$\alpha_{k+1} = \lambda_1^{k+1} \cdot \alpha_1 + \dots \lambda_i^{k+1} \cdot \alpha_i + \dots \lambda_k^{k+1} \cdot \alpha_k \bmod p_{k+1}, \quad (9)$$

$$\alpha_{k+2} = \lambda_1^{k+2} \cdot \alpha_1 + \dots \lambda_i^{k+2} \cdot \alpha_i + \dots \lambda_k^{k+2} \cdot \alpha_k \bmod p_{k+2}, \quad (10)$$

где  $\lambda_i^{k+1}, \lambda_i^{k+2}$  – константы системы счисления,

$P_{k+1}, P_{k+2}$  – контрольные основания.

Предлагается использовать следующую модификацию алгоритма:

- информационные основания:  $p_1(x) = x^4 + x + 1, p_2(x) = x^4 + x^3 + 1$ ;

- контрольное основание  $p_3(x) = p_1(x) = x^4 + x^3 + x^2 + x + 1$ ;

-  $\lambda_1^{k+1} = 1, \lambda_2^{k+1} = 1, \lambda_1^{k+2} = 1, \lambda_2^{k+2} = x$ ;

- при определении первого контрольного остатка не выполнять деление по модулю

$P_{k+1}$ ;

- при определении второго контрольного остатка выполнять деление по модулю

$P_{k+1}$ .

Для реализации процедуры InvSubBytes в рассматриваемой полиномиальной системе классов вычетов предлагается:

1) Входной байт  $S_{\text{вх}}$ , рассматриваемый как элемент конечного поля  $\text{GF}(2^8)$ , представлять в полиномиальной системе классов вычетов, т.е. в виде набора остатков от его деления на полиномы-основания  $p_1(x), p_2(x)$ :

$$p_1(x) = x^4 + x + 1, \quad (11)$$

$$p_2(x) = x^4 + x^3 + 1. \quad (12)$$

Тогда представление входного байта  $S_{\text{вх}}$  будет иметь вид:

$$S_{\text{вх}} = (s_1(x), s_2(x)), \quad (13)$$

где:  $s_1(x) = S_{\text{вх}} \bmod p_1,$

$s_2(x) = S_{\text{вх}} \bmod p_2.$

2) Набор выходных значений S-блока (т.е. все множество  $\text{GF}(2^8)$ ) хранить и представлять в полиномиальной системе классов вычетов в виде совокупности информационных ( $\alpha_1(x), \alpha_2(x)$ ) и контрольных ( $\alpha_3(x), \alpha_4(x)$ ) остатков, рассчитываемых по формулам:

$$\alpha_1(x) = S_{\text{вых}} \bmod p_1, \quad (14)$$

$$\alpha_2(x) = S_{\text{вых}} \bmod p_2, \quad (15)$$

$$\alpha_3(x) = \alpha_1(x) + \alpha_2(x), \quad (16)$$

$$\alpha_4(x) = (\alpha_1 + x \cdot \alpha_2(x)) \bmod p_3(x), \quad (17)$$

где  $p_3(x) = x^4 + x^3 + x^2 + x + 1$  – контрольное основание.

3) Представление входного байта в полиномиальной системе классов вычетов использовать как идентификаторы строк и столбцов в таблицах, содержащих информацию о значении выходного байта  $S_{\text{вых}}$ , при этом  $s_1$  использовать как идентификатор строки, а  $s_2$  – как идентификатор столбца. На пересечении  $s_1$  и  $s_2$  в первой таблице следует разместить  $\alpha_1(x)$ , во второй –  $\alpha_2(x)$ , в третьей –  $\alpha_3(x)$ , в четвертой –  $\alpha_4(x)$ . При построении таблиц необходимо сохранить соответствие пар входного и выходного байтов стандартной реализации InvSubBytes для возможности интеграции предлагаемого варианта процедуры и классического.

Таким образом, выходное значение  $S_{вых}$  будет определяться в результате работы четырех таблиц замены, представленных на рисунках 3 – 6.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f
0	d	7	1	a	0	e	b	c	7	7	5	6	b	b	7	f
1	b	9	8	e	a	1	c	4	e	9	1	1	d	8	1	2
2	1	f	0	0	f	8	1	4	8	6	0	f	7	3	d	0
3	2	d	8	1	8	c	6	1	0	f	c	3	6	a	f	3
4	2	b	2	2	5	5	e	b	d	2	8	1	c	4	a	9
5	a	6	c	9	9	3	3	7	4	2	b	c	f	4	e	3
6	3	e	3	d	c	9	8	8	6	d	9	8	c	7	a	6
7	d	b	6	3	0	3	e	d	0	0	e	f	b	8	9	7
8	4	5	2	a	a	7	6	c	1	e	9	5	a	4	0	f
9	f	7	1	5	c	7	9	d	f	c	0	5	b	d	5	e
a	9	6	4	a	9	5	a	2	a	2	e	2	6	f	2	7
b	5	c	6	d	6	6	b	2	d	f	2	6	4	0	3	f
c	9	8	5	3	2	a	9	f	a	e	d	5	a	b	b	e
d	5	8	7	5	8	0	2	3	b	4	3	4	3	1	4	1
e	7	0	0	5	c	c	4	1	e	7	4	e	c	a	3	9
f	4	5	b	f	7	d	6	e	0	1	4	d	b	8	8	9

Рисунок 3. Таблица определения  $\alpha_1(x)$ .

Figure 3. Definition table.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f
0	4	6	2	c	a	7	e	d	d	c	9	3	9	b	b	4
1	1	9	3	9	4	1	2	a	b	7	e	6	b	d	b	9
2	3	1	e	b	5	8	f	5	b	b	2	7	2	9	3	3
3	b	c	2	4	5	8	2	d	4	c	e	d	f	a	d	0
4	3	0	5	f	2	b	5	4	e	1	e	c	c	7	f	0
5	0	9	7	b	2	4	a	f	b	8	7	9	6	0	6	c
6	1	3	3	d	1	8	9	6	7	f	f	0	3	4	3	8
7	8	3	5	8	5	2	e	a	9	0	d	8	c	a	d	a
8	4	3	0	5	e	0	d	6	a	4	e	f	d	6	7	e
9	3	3	5	1	a	5	c	6	2	f	6	e	6	2	6	2
a	5	e	e	b	a	4	1	6	8	c	f	d	4	b	2	1
b	c	b	a	0	1	6	2	a	1	0	e	0	d	1	7	f
c	6	f	d	f	7	9	4	a	7	1	9	0	6	8	5	0
d	8	7	7	7	1	d	4	5	d	1	e	9	d	9	c	7
e	e	f	8	a	0	4	f	8	8	9	8	c	5	2	6	3
f	3	5	a	9	8	5	c	a	c	0	2	7	f	4	c	1

Рисунок 4. Таблица определения  $\alpha_2(x)$ .

Figure 4. Definition table.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f
0	9	1	3	6	a	9	5	1	a	b	c	5	2	0	c	b
1	a	0	b	7	e	0	e	e	5	e	f	7	6	5	a	b
2	2	e	e	b	a	0	e	1	3	d	2	8	5	a	e	3
3	9	1	a	5	d	4	4	c	4	3	2	e	9	0	2	3
4	1	b	7	d	7	e	b	f	3	3	6	d	0	3	5	9
5	a	f	b	2	b	7	9	8	f	a	c	5	9	4	8	f
6	2	d	0	0	d	1	1	e	1	2	6	8	f	3	9	e
7	5	8	3	b	5	1	0	7	9	0	3	7	7	2	4	d
8	0	6	2	f	4	7	b	a	b	a	7	a	7	2	7	1
9	c	4	4	4	6	2	5	b	d	3	6	b	d	f	3	c
a	c	8	a	1	3	1	b	4	2	e	1	f	2	4	0	6
b	9	7	c	d	7	0	9	8	c	f	c	6	9	1	4	0
c	f	7	8	c	5	3	d	5	d	f	4	5	c	3	e	e
d	d	f	0	2	9	d	6	6	6	5	d	d	8	8	8	6
e	9	f	8	f	c	8	b	9	6	e	c	2	9	8	5	a
f	7	0	1	6	f	8	a	4	c	1	6	a	4	c	4	8

Рисунок 5. Таблица определения  $\alpha_3(x)$ .

Figure 5. Definition table.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f
0	5	b	5	1	7	0	4	5	e	c	4	0	a	e	2	7
1	9	8	e	f	2	3	8	3	b	7	e	d	8	1	4	3
2	7	d	f	5	5	b	c	e	d	3	4	1	3	2	b	6
3	7	6	c	9	2	f	2	8	8	4	3	a	b	d	6	3
4	4	b	8	f	1	0	4	3	2	0	7	a	7	a	7	9
5	a	7	2	c	d	b	4	a	1	1	5	d	3	4	2	8
6	1	8	5	4	e	a	9	4	8	0	4	8	a	f	c	5
7	e	d	c	0	a	7	1	a	1	0	7	c	0	f	0	0
8	c	3	2	0	5	7	f	0	6	6	6	8	3	8	e	0
9	9	1	b	7	b	d	2	1	b	1	c	a	7	9	9	a
a	3	9	b	f	e	d	8	e	9	9	3	b	e	a	6	5
b	e	9	1	d	4	a	f	5	f	f	d	6	d	2	d	2
c	5	5	c	e	c	b	1	8	4	c	c	5	6	8	1	e
d	6	6	9	b	a	9	a	9	2	6	c	5	6	0	f	f
e	8	d	3	2	c	4	9	2	d	6	7	5	6	e	f	f
f	2	f	c	e	4	7	d	9	b	1	0	3	6	0	3	b

Рисунок 6. Таблица определения  $\alpha_4(x)$ .

Figure 6. Definition table.

В предлагаемой реализации процедуры InvSubBytes благодаря наличию контрольных остатков существует возможность устранения сбоев в работе блоков вычисления информационных остатков за счет работы следующего корректирующего алгоритма:

1) На основе значений  $\alpha_1(x)$  и  $\alpha_2(x)$ , полученных в результате работы блоков замены, функционирующих в соответствии с таблицами, предоставленными на рисунках 3 и 4, вычисляются контрольные значения  $\alpha_{3_k}(x)$  и  $\alpha_{4_k}(x)$ :

$$\alpha_{3_k}(x) = \alpha_1(x) + \alpha_2(x), \tag{18}$$

$$\alpha_{4_k}(x) = (\alpha_1 + x \cdot \alpha_2(x)) \bmod p_3(x). \tag{19}$$

В случае корректной работы этих блоков замены рассчитанные значения  $\alpha_{3_k}(x)$  и  $\alpha_{4_k}(x)$  совпадают со значениями  $\alpha_3(x)$  и  $\alpha_4(x)$ , полученными в результате работы блоков замены, функционирующих в соответствии с таблицами, предоставленными на рисунках 5 и 6.

2) Вычисляются синдромы ошибки, которые являются показателем степени искажения информационных остатков:

$$\delta_1(x) = \alpha_3(x) \oplus \alpha_{3_k}(x), \tag{20}$$

$$\delta_2(x) = \alpha_4(x) \oplus \alpha_{4_k}(x). \tag{21}$$

3) На основе полученных значений  $\delta_1(x)$ ,  $\delta_2(x)$  и априорной информации о распределении ошибок, фрагмент которой представлен в таблице 1, проводится локализация и исправление ошибок:

$$S_{\text{вых}_{\text{корр}}} = S_{\text{вых}} + \Delta S_{\text{вых}}, \tag{22}$$

где  $\Delta S_{\text{вых}}$  – вектор ошибки.

Таблица 1 – Соответствие значений  $\delta_1(x)$  и  $\delta_2(x)$  локализации ошибок.

Table 1 – Correspondence of values and localization of errors.

Местоположение ошибки		$\delta_1$	$\delta_2$
$\alpha_1(3 \text{ разряд})$		$x^3$	$x^3$
$\alpha_1(2 \text{ разряд})$		$x^2$	$x^3$
$\alpha_1(1 \text{ разряд})$		$x$	$x$
$\alpha_1(0 \text{ разряд})$		1	1
$\alpha_2(3 \text{ разряд})$		$x^3$	$x + 1$
$\alpha_2(2 \text{ разряд})$		$x^2$	$x^2$
$\alpha_2(1 \text{ разряд})$		$x$	$x^2$
$\alpha_2(0 \text{ разряд})$		1	$x^3 + x^2 + 1$
Местоположение ошибок		$\delta_1$	$\delta_2$
$\alpha_1(0 \text{ разряд})$	$\alpha_2(0 \text{ разряд})$	0	$x + 1$
$\alpha_1(0 \text{ разряд})$	$\alpha_2(1 \text{ разряд})$	$x + 1$	$x^2 + 1$
...	...	...	...
$\alpha_1(3 \text{ разряд})1$	$\alpha_2(3 \text{ разряд})$	0	$x^2 + x + 1$

Рассмотрим пример работы предлагаемой модели.

Пусть на вход устройства реализации процедуры InvSubBytes поступает число  $44_{16}$ , тогда в полиномиальной системе классов вычетов оно будет иметь вид:

$$44_{16} = (44_{16} \bmod x^4 + x + 1, 44_{16} \bmod x^4 + x^3 + 1) = (8_{16}, B_{16}).$$

Используя значения  $8_{16}$  и  $B_{16}$  из первой таблицы замены извлекается значение  $\alpha_1(x) = D_{16}$ , из второй –  $\alpha_2(x) = 1_{16}$ , из третьей –  $\alpha_3(x) = C_{16}$ , из четвертой –  $\alpha_4(x) = F_{16}$ .

В полиномиальной форме эти значения будут иметь вид:

$$\begin{aligned} D_{16} &= x^3 + x^2 + 1, \\ 1_{16} &= 1, \\ C_{16} &= x^3 + x^2, \\ F_{16} &= x^3 + x^2 + x + 1. \end{aligned}$$

Для проверки корректности значений  $\alpha_1(x)$  и  $\alpha_2(x)$  вычисляются значения  $\alpha_{3_k}(x)$  и  $\alpha_{4_k}(x)$  в соответствии с выражениями (10) и (11):

$$\begin{aligned} \alpha_{3_k}(x) &= \alpha_1(x) + \alpha_2(x) = x^3 + x^2 + 1 + 1 = x^3 + x^2 = C_{16}, \\ \alpha_{4_k}(x) &= (x^3 + x^2 + 1 + (x \cdot 1) \bmod x^4 + x^3 + x^2 + x + 1 = x^3 + x^2 + x + 1 = D_{16}. \end{aligned}$$

В соответствии с выражениями (12) и (13) вычисляются синдромы ошибок:

$$\begin{aligned} \delta_1 &= C_{16} + C_{16} = 0, \\ \delta_2 &= F_{16} + F_{16} = 0. \end{aligned}$$

Равенство коэффициентов  $\delta_1(x)$  и  $\delta_2(x)$  указывает на равенства  $\alpha_3(x) = \alpha_{3_k}(x)$  и  $\alpha_4(x) = \alpha_{4_k}(x)$ . Таким образом, проведенные вычисления подтвердили отсутствие сбоев в блоках замены, результатом работы которых является получение информационных остатков выходного значения InvSubBytes.

Допустим, в ходе работы блока замены, содержащего первые информационные остатки выходного значения InvSubBytes произошел сбой, и результатом его работы стало значение  $\alpha_1 = F$ , тогда:

$$\begin{aligned} \alpha_{3_k}(x) &= x^3 + x^2 + x, \\ \alpha_{4_k}(x) &= x^3 + x^2 + 1, \\ \delta_1(x) &= \alpha_3(x) + \alpha_{3_k}(x) = (x^3 + x^2) + (x^3 + x^2 + x) = x, \\ \delta_2(x) &= \alpha_4(x) + \alpha_{4_k}(x) = (x^3 + x^2 + x + 1) + (x^3 + x^2 + 1) = x. \end{aligned}$$

С учетом информации о связи коэффициентов  $\delta_1$  и  $\delta_2$  с локализацией и глубиной ошибки (таблица 1) можно сделать вывод, что ошибка произошла в первом разряде первого информационного остатка. Факт сбоя в работе блока замены можно использовать как условие повторного выполнения алгоритма или как условие запуска механизмов коррекции.

Для устранения коррекции ошибки необходимо выполнить вычисления в соответствии с выражением (14). С учетом известной информации о местоположении ошибки:

$$\Delta S_{\text{облх}} = (x, 0).$$

Тогда выходное значение блока коррекции ошибок:

$$S_{\text{облх}_{\text{корр}}} = S_{\text{облх}} + \Delta S_{\text{облх}} = (x^3 + x^2 + x + 1, 1) + (x, 0) = (x^3 + x^2 + 1, 1) = (D_{16}, 1_{16}).$$

Таким образом, ошибка, являющаяся последствием сбоя в работе преобразователя InvSubBytes, устранена.

**4. Сравнительный анализ существующих корректирующих кодов в полиномиальной системе классов вычетов.** В настоящий момент при построении отказоустойчивых систем в полиномиальной системе классов вычетов преимущественно используются методы на основе вычисления позиционных характеристик, одной из которых является интервал числа [5].

Для реализации данного метода необходимо:

1) Для каждого основания  $p_i$  вычислить ортогональный базис  $B_i$ :

$$P_i = \frac{P_{полн}}{P_i}, \quad (23)$$

$$\delta_i = P_i \bmod p_i, \quad (24)$$

$$\delta_i m_i \equiv 1 \bmod p_i, \quad (25)$$

$$B_i = m_i P_i. \quad (26)$$

2) Для каждого основания  $p_i$  вычислить значение  $S_i$ :

$$S_i = \frac{B_i}{P_{раб}}. \quad (27)$$

3) Для каждого информационного основания вычислить значение  $B_i^*$ :

$$B_i^* = B_i \bmod P_{раб}. \quad (28)$$

4) Перевести обрабатываемое число из позиционной системы счисления в полиномиальную систему классов вычетов в соответствии с выражением (1).

5) Вычислить ранг безыбыточной системы:

$$r^* = \left[ \frac{\sum_{i=1}^k \alpha_i \cdot B_i^*}{P_{раб}} \right]. \quad (29)$$

6) Вычислить значение интервала, указывающего на местоположение ошибки:

$$G = \left[ \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot S_i + r^* \right]_{P_{контр}} \quad (30)$$

7) На основе значения интервала  $G$  определить вектор ошибки  $\Delta S_{вых}$ , выполнить исправление возникшей ошибки в соответствии с выражением (22).

Для полиномиальной системы классов вычетов с информационными основаниями  $p_1 = x^4 + x + 1$ ,  $p_2 = x^4 + x^3 + 1$  и контрольными основаниями  $p_3 = x^5 + x^2 + 1$ ,  $p_4 = x^5 + x^3 + 1$ :

$$P_{раб} = x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^3 + x + 1,$$

$$P_{контр} = x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + x^2 + 1,$$

$$S_1 = x^{11} + x^9 + x^7 + x^5 + x^2,$$

$$S_2 = x^9 + x^7 + x^3 + x,$$

$$S_3 = x^5 + x^3 + 1,$$

$$S_4 = x^9 + x^8 + x^6 + x^4 + x^3 + x^2 + 1,$$

$$B_1^* = x^7 + x^5 + x^3 + x^2,$$

$$B_2^* = x^7 + x^5 + x^3 + x^2 + 1.$$

Таким образом, для рассматриваемой системы выражение (30) будет иметь вид:

$$G = \left[ \alpha_1 \cdot S_1 + \alpha_2 \cdot S_2 + \alpha_3 \cdot S_3 + \alpha_4 \cdot S_4 + r^* \right]_{P_{\text{контр}}} =$$

$$= \left[ \begin{array}{l} \alpha_1 \cdot (x^{11} + x^9 + x^7 + x^5 + x^2) + \alpha_2 \cdot (x^9 + x^7 + x^3 + x) + \alpha_3 \cdot (x^5 + x^3 + 1) + \\ + \alpha_4 \cdot (x^9 + x^8 + x^6 + x^4 + x^3 + x^2 + 1) + \frac{\alpha_1 \cdot (x^7 + x^5 + x^3 + x^2) + \alpha_2 \cdot (x^7 + x^5 + x^3 + x^2 + 1)}{P_{\text{раб}}} \end{array} \right]_{P_{\text{контр}}}$$

По результатам сравнения предлагаемого алгоритма и известного можно сделать вывод, что вычислительная сложность последнего значительно выше за счет:

- большего количества операций (в известном алгоритме – 11, в предлагаемом – 5);
- большей разрядности обрабатываемых чисел.

**Заключение.** Предлагаемый вариант процедуры InvSubBytes позволяет обеспечить реализацию процедуры InvSubBytes, несмотря на возникший в процессе функционирования сбой, за счет применения корректирующих модулярных кодов.

Данную математическую модель целесообразно использовать при построении дешифратора американского стандарта шифрования, способного сохранять работоспособное состояние в условиях сбоя SPN-преобразователя.

Перспективным направлением исследования является разработка математических и структурных моделей:

- процедуры InvMixColumns;
- шифратора/дешифратора американского стандарта шифрования;
- системы передачи данных с реализацией криптографической защиты информации на основе американского стандарта шифрования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Проворнов И. А. Исследование корректирующей способности модулярных кодов, применяемых в AES-системах // Проблемы разработки перспективных микро- и наноэлектронных систем (МЭС). 2022. № 4. С. 136–141.
2. Червяков Н. И., Сахнюк П. А., Шапошников А. В., Ряднов С. А. Модулярные параллельные вычислительные структуры нейропроцессорных систем. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. 288 с.
3. Калмыков И. А., Гахов В. Р. и др. Применение корректирующих кодов полиномиальной системы классов вычетов для построения спецпроцессоров цифровой обработки сигналов / Труды международного Форума по проблемам науки, техники и образования. Том 1. / Под ред.: В. П. Савиных, В. В. Вишневого. М.: Академия наук, 2004. С. 133-135.
4. Устройство для обнаружения и исправления ошибок в системе остаточных классов: а. с. 714399 СССР: МКИ С С6 F 11/08 / Г. Г. Смолко, И. Я. Акушинский, В.М. Бурцев, Л.В. Каплан (СССР). – № 2439703/18–24; заявл. 26.01.77; опубл. 05.02.80, Бюл. № 5.
5. Калмыков И.А. Математические модели нейросетевых отказоустойчивых вычислительных средств, функционирующих в полиномиальной системе классов вычетов / Под ред. Н.И. Червякова. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. 276 с.

## REFERENCES

1. Promornov I.A. Investigation of the correcting ability of modular codes used in AES systems // Problems of development of promising micro- and nanoelectronic systems (MES). 2022. No. 4. P. 136-141.
2. Chervyakov N.I., Sakhnyuk P.A., Shaposhnikov A.V., Ryadnov S.A. Modular parallel computing structures of neuroprocessor systems. M.: FIZMATLIT, 2003. 288 p.
3. Kalmykov I.A., Gakhov V.R., etc. Application of correcting codes of the polynomial system of deduction classes for the construction of special processors of digital signal processing /

Proceedings of the International Forum on Science, Technology and Education. Volume 1./ Edited by: V.P. Savinykh, V.V. Vishnevsky. – M.: Academy of Sciences, 2004. P. 133-135.

4. Device for detecting and correcting errors in the system of residual classes: а. с. 714399 USSR: MKI C C6 F 11/08 / G. G. Smolko, I. Ya. Akushinsky, V. M. Burtsev, L.V. Kaplan (USSR). – No. 2439703/18–24; dec. 01/26/77; publ. 05.02.80, Bull. No. 5.

5. Kalmykov I.A., Mathematical models of neural network fault-tolerant computing tools operating in a polynomial system of deduction classes / Edited by N.I. Chervyakova. – M.: FIZMAT-LIT, 2005. – 276 p.

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

**Калмыков Игорь Анатольевич**, профессор, доктор технических наук, профессор кафедры информационной безопасности автоматизированных систем Института цифрового развития ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», Ставрополь, Российская Федерация, e-mail: kia762@yandex.ru.

**Kalmykov Igor Anatolyevich**, Professor, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Information Security of Automated Systems of the Institute of Digital Development of the North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russian Federation, e-mail: kia762@yandex.ru.

**Проворнов Игорь Александрович**, аспирант Института цифрового развития ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Российская Федерация. e-mail: igorprovornov@yandex.ru

**Provornov Igor Aleksandrovich**, postgraduate student, Institute for Digital Development of North-Caucasian Federal University, Stavropol, Russian Federation, e-mail: igorprovornov@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 03.04.2023

После рецензирования: 13.05.2023

Дата принятия к публикации: 07.06.2023

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 71-82  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):71-82

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
TECHNICAL SCIENCE

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

Научная статья / Original article

УДК 519.6, 519.71  
DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.7

Дмитрий Анатольевич Первухин  
[Dmitry AnatolievichPervukhin]  
Давардуст Хади  
[Davardoost Hadi],  
Дмитрий Дмитриевич Котов  
[Dmitry Dmitrievich Kotov]

## Методы разрешения конфликта организационно-технических систем в нефтегазовой отрасли

### Methods of conflict resolution of organizational and technical systems in the oil and gas industry

**Аннотация.** Конфликты сопровождают проекты в нефтегазовой отрасли на протяжении всех этапов их жизненного цикла. Некоторые конфликты способствуют достижению целей проекта и улучшают его эффективность в целом, некоторые могут стать препятствием для его осуществления. Это может привести к задержкам, невыполнению задач и срыву сроков выполнения проекта. Настоящее исследование направлено на изучение одного из этапов разработки газового месторождения Южный Парс, расположенного в Асалуйе, Иран. Результаты исследования сконцентрированы на ключевых вопросах, связанных со сложностью проекта и конфликтами, которые необходимо разрешать в ходе его реализации. Основной целью данного исследования является раскрытие взаимосвязи между проектным конфликтом и его сложностью, которые раскрываются в отношениях между подрядчиками и компанией. В настоящей работе в качестве объекта исследования выбрана организационно-техническая система, представляющая собой газовое месторождение Южный Парс, расположенное в Асалуйе, Иран. В качестве источников информации использованы данные, полученные от двенадцати опытных специалистов по проектам различных уровней со стажем работы от 20 до 25 лет. Полученные данные обработаны с использованием программы Leximancer и по результатам исследования сформулированы выводы и направления разрешения конфликта. Полученные результаты свидетельствуют о том, что тремя основными факторами конфликта при реализации проекта в нефтегазовой отрасли, которые приводят к его сложности, являются: санкции, время и стоимость проекта. Кроме того, существенное влияние на конфликт оказывают также: сфера деятельности и внутриорганизационные коммуникации.

**Ключевые слова:** конфликт, сложность, управление проектами

**Для цитирования:** Первухин Д. А., Давардуст Хади, Котов Д. Д. Методы разрешения конфликта организационно-технических систем в нефтегазовой отрасли // Современная наука и инновации. 2023. №2 (42). С. 71-82. <https://doi.org/10.37493/2307-910x.2023.2.7>

**Abstract.** Conflicts accompany projects in the oil and gas industry throughout all stages of their life cycle. Some conflicts contribute to achieving the goals of the project and improve its overall effectiveness; some may become an obstacle to its implementation. This can lead to delays, non-fulfillment of tasks and disruption of project deadlines. The present study is aimed at studying one of the stages of development of the South Pars gas field located in Asaluyeh, Iran. The results of the study focus on key issues related to the complexity of the project and conflicts that need to be resolved during its implementation. The main purpose of this study is to reveal the relationship

*between the project conflict and its complexity, which are revealed in the relationship between contractors and the company. In this paper, the organizational and technical system representing the South Pars gas field located in Asaluyeh, Iran, is chosen as the object of research. The data obtained from twelve experienced project specialists of various levels with work experience from 20 to 25 years were used as sources of information. The data obtained were processed using the Leximancer program and, based on the results of the study, conclusions and directions for conflict resolution were formulated. The results obtained indicate that the three main factors of conflict in the implementation of a project in the oil and gas industry, which lead to its complexity, are sanctions, time and cost of the project. In addition, the following also have a significant impact on the conflict: the scope of activity and intra-organizational communications*

**Key words:** Conflict, Complexity, Project Management

**For citation:** Pervukhin D. A., Davardust Hadi, Kotov D. D. Methods of conflict resolution of organizational and technical systems in the oil and gas industry. *Modern Science and Innovations*. 2023;2(42):71-82. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.7>

**Введение.** Совокупность работ, составляющих современную научную базу по управлению проектами, нелегко классифицировать или разделить на категории по различным признакам. Однако общая проблема, возникающая при управлении различными проектами, заключается в естественных последствиях взаимодействий составных частей проекта с участием людей, приводящих к конфликтам. Это та область, которой необходимо уделять пристальное внимание [1,2].

Конфликты, возникающие при реализации проектов, особенно нефтегазовых, варьируются от критически значимых до малозначимых по целому ряду причин. Какова бы ни была основная причина, такие конфликты не остаются без последствий и часто приводят к тем или иным согласованным действиям, направленным на разрешение конфликта или препятствующим распространению его результатов.

Конфликты и разногласия, естественно, возникают в проектной команде в течение жизненного цикла проекта. Очень часто участники и стороны проекта будут расходиться во мнениях относительно приоритетов, распределения ресурсов, качества конкретной работы, способов решения обнаруженных проблем и так далее. Некоторые конфликты могут способствовать достижению целей и повышению эффективности проекта. С другой стороны, некоторые конфликты могут помешать его реализации. Таким образом, это приводит к напряженности среди участников проекта, а задержки мешают участникам начать или завершить свою работу и, следовательно, влияют на сроки выполнения проекта [3].

Результаты исследования, представленные в данной статье, описывают один из этапов разработки газового месторождения Южный Парс, расположенного в Асалуе, Иран. На рисунке 1 представлена обобщенная схема взаимодействия участников нефтегазового проекта – компаниями и подрядчиками, и третьими сторонами.

Результаты анализа литературы и различных источников показывают, что конфликт в рамках управления проектами является недостаточно проработанной областью исследования. Данное исследование направлено на развитие большего понимания роли конфликта в сложности нефтегазовых проектов.

Учитывая нынешнюю конкурентную среду компаний, рост международных отношений, существование санкций и необходимость поставок материалов и товаров для проектов из зарубежных стран, назначение руководителей проектов, которые могут снизить различные барьеры и уменьшить конфликты, является жизненно важным и неизбежным для повышения эффективности проектов в нефтегазовой отрасли. Вторая необходимость заключается в том, что нефтегазовая промышленность Ирана распространена по всему миру, является исключительно важной для самой страны и ее экономики [4].

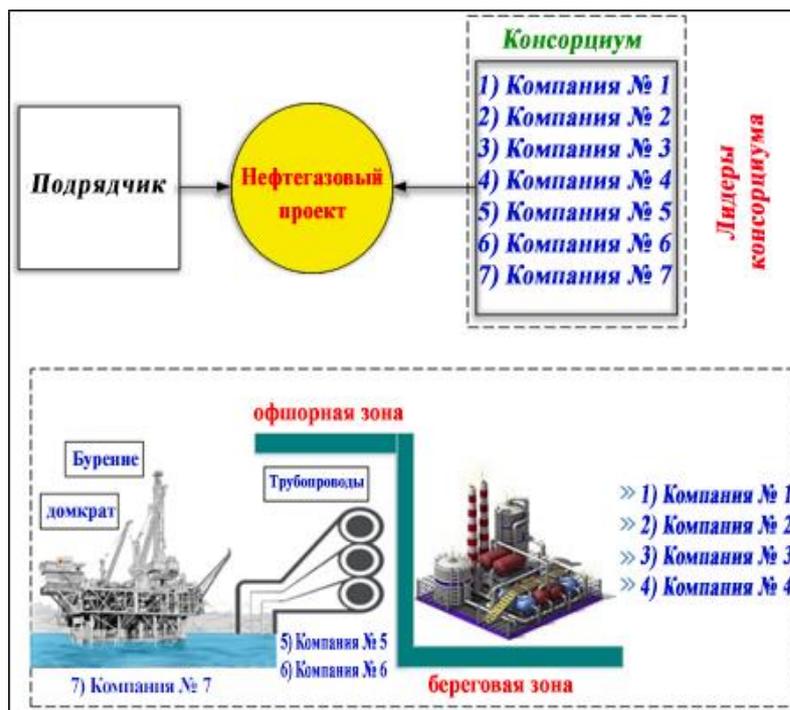


Рисунок 1. Обобщенная схема взаимодействия участников нефтегазового проекта

Figure 1. Generalized scheme of interaction of oil and gas project participants

В нефтегазовой сфере достаточно часто существует множество противоречий между разными людьми, заинтересованными в решении различного рода трудноформализуемых задач. При решении подобных задач бывает сложно получить количественные оценки, а затем провести качественный и количественный анализ возможных вариантов решений [5–7]. Поэтому для достижения этих целей широко применяются переговоры, которые ведут к разрешению конфликтов между участниками проекта. Основной целью данного исследования является раскрытие взаимосвязи между проектным конфликтом и сложностью проекта, которые рассматриваются как конфликт между подрядчиками и компанией [8].

**Методология исследования.** Данное исследование проводилось с использованием обоснованной теории Корбина и Штрауса [9]. Методология обоснованной теории (Grounded Theory Methodology, GTM) разработана для того, чтобы обеспечить открытие индуктивной теории. Она «позволяет исследователю разработать теоретический отчет об общих особенностях темы, одновременно обосновывая его эмпирическими наблюдениями или данными» [10]. Представленный метод особенно актуален для исследования вопросов, по которым было проведено ограниченное количество предварительных исследований и для которых необходимо построение теории [11–13].

Обоснованную теорию отличает от такого метода, как тематический анализ, то, что обоснованная теория нацелены на возможность решения задач прогнозирования [9,13,14], что означает возможность ее использования для предвидения результатов. Обоснованные теории объясняют социальные процессы и поведение, которые выходят за рамки поведения отдельных людей [15]. В данном исследовании для изучения основных движущих сил конфликта между подрядчиком и компанией в условиях сложности нефтегазовых проектов выбрана теория GTM. Цель обоснованной теории – объяснить сущность процесса и его движущие силы (или причины) [9,13]. В обоснованной теории концепции определяются по наличию индикаторов. Здесь важно отметить, что индикатор – это признак процесса, а не его описание. Основанная теория выбрана в качестве методологии исследования из-за ее прогностической способности. Понимание процесса возникновения конфликтов в нефтегазовых проектах и того, как необходимо справляться с ними, позволяет повлиять результаты реализации проектов.

Процедуры методологии обоснованной теории. Не существует уникального, общепринятого набора процедур GTM для руководства процессом кодирования во время сбора и анализа данных. В таблице 1 представлены три процедуры GTM для сбора и анализа данных.

Таблица 1. - Процедуры GTM для сбора и анализа данных

Table 1. - GTM procedures for data collection and analysis

Процедура GTM	Описание	Ссылка
Открытое кодирование	Акт наклеивания первоначальных ярлыков на все имеющиеся данные.	[16]
Осевое кодирование	Детальный анализ одной категории (вокруг «оси» категории).	[9,17]
Избирательное кодирование	Кодирование ограничивается определением только тех случаев, которые относятся к основной категории.	[16]

Исследования GTM в области конфликтов и сложности проектов следуют либо глазеровскому, либо страусовскому подходу к кодированию [9,13,16]. Оба подхода начинаются с открытого кодирования, но различаются последующими этапами. Открытое кодирование – это первоначальное построчное кодирование всех данных, которое часто документируется примерами кодов и общим количеством открытых кодов [18,19]. Исследования GTM, которые следуют Глейзеру [20,21], на последующих этапах применяют выборочное кодирование, определяя категории, которые связаны с основной категорией. Избирательное кодирование документируется путем приведения примеров и объяснения причин проведения определенных этапов абстрагирования [22]. Исследования GTM, которые следуют процедуре кодирования Штрауса [17], проводят осевое кодирование, которое выполняется для развития более глубокого знания всех категорий, в качестве дополнительного шага перед применением выборочного кодирования. Исследования, в которых сообщается об осевом кодировании, описывают свойства категорий и последствия осевого кодирования [18].

**Анализ данных.** Каждое полученное интервью было расшифровано и профессионально переведено с персидского на английский язык. Затем они были проверены на точность экспертом проекта. Следующие интервью были закодированы в более длинных фрагментах и предложениях с кодами, построенными на основе тех, которые были установлены во время первого этапа кодирования. О процессе кодирования и возникающих идеях делались заметки. По мере продолжения кодирования коды из предыдущих интервью применялись к последующим интервью, и возникали новые коды. Заключительные интервью служили для подтверждения ранее созданных кодов и уточнения свойств и измерений ключевых понятий. Для ясности вышеописанный процесс описан линейно, однако он был итеративным, с перекрестными ссылками на интервью, чтобы придать смысл возникающим концепциям. Категории корректировались по мере того, как разворачивался процесс кодирования. Результирующая обоснованная теория создавалась в течение года. Эти данные были закодированы вскоре после сбора, с использованием подхода открытого кодирования и, по возможности, собственных слов участников в качестве кодов.

Для поддержки управления данными использовалось программное обеспечение Leximancer. Цель применения Leximancer – позволить данным генерировать прозрачную модель, которая может быть интерпретирована аналитиком. Таким образом, этот специалист может эффективно проводить смысловую экспертизу огромных объемов текста [23,24]. На следующем этапе обсуждаются все данные, полученные с помощью категории открытого кодирования, после транскрипции которых исследователь начинает процесс открытого

кодирования. Затем данные обрабатываются методами осевого кодирования и, наконец, в результате выборочного кодирования появляется основная категория.

**Открытое кодирование.** Обоснованная теория использует три уровня кодирования. Вначале применяется открытое кодирование – это этап, на котором исходные данные, например, стенограммы, первоначально изучаются и кодируются в процессе, который разбивает интервью на отдельные части данных. Эти данные в конечном итоге сопоставляются и накапливаются для формирования категорий схожих явлений. Процесс открытого кодирования рассматривает данные без каких-либо ограничений по объему и без применения каких-либо посторонних фильтров. Таким образом, все данные принимаются, и никакие не исключаются. Это позволяет исследователю искать закономерности, которые могут привести к социальным явлениям, представляющим в конечном итоге интерес. По мере заполнения категорий, наиболее плотные из них становятся известными как основные категории [15]. Из результатов первого набора интервью вырисовываются начальные основные категории, которые представляют собой выделенные области конфликта, такие как «структура внутриорганизационных коммуникаций», «уточнение объема работ», «санкции и риски». Согласно ответам, полученным в ходе интервью, выделены проблемные области и потенциально проблемные с точки зрения руководителей проектов вопросы.

**Осевое кодирование.** Когда основные категории становятся очевидными, исследователь переходит на следующий уровень кодирования, который известен как выборочное кодирование. Оно позволяет исследователю отфильтровать и закодировать данные, которые считаются более релевантными для создания вариантов концепций. Поэтому на этом уровне используются и кодируются только наиболее значимые отрывки стенограммы. Кроме того, для облегчения этой задачи исследователь должен использовать структурированные вопросы интервью, чтобы охватить новое и более сфокусированное направление исследования. Как только становится очевидным, что основными категориями движущих сил конфликта являются «уточнение объема работ», «санкции и риски», «препятствия проекта» и т.д., последующие интервью становятся все более целенаправленными, сфокусированными. На этом этапе полученные данные относятся только к сложности проекта.

**Выборочное кодирование.** Последний этап кодирования известен как селективное кодирование. Селективное кодирование происходит, когда основные категории становятся насыщенными. Насыщение является одновременно особенностью и сильной стороной обоснованной теории. В отличие от других методов качественного анализа, которые приобретают строгость через многочисленные уровни подтверждения или триангуляции (Мертенс, 1998), GTM строит аналитический пример, постоянно находя новые категории доказательств. В конце концов, после определенного периода сбора данных, достигается точка, где нет новых данных в результате дополнительного сбора данных, это точка насыщения: «Человек продолжает собирать данные до тех пор, пока не получает только уже известные утверждения» [25–27]. Выборочное кодирование рассматривает эти насыщенные категории и предоставляет исследователю аналитические критерии, которые помогают в концептуальном развитии отношений между категориями и их релевантности в литературе [21]. Поскольку процедура кодирования до этой фазы работала на разрушение кластеризации данных в соответствии с абстрактными началами сходства, выборочное кодирование, наряду с сортировкой, снова соединяет разрушенные части воедино, чтобы концептуализировать отношения между гипотезами, полученными в результате открытого и выборочного кодирования.

По мере получения данных, более сфокусированные категории сбора быстро насыщаются, на этом этапе сбор прекращается и данные были вновь собраны в виде базового социального процесса, описывающего ситуацию, которую испытывают участники нефтегазового проекта.

**Методология исследования.** В ходе интервью с опытными руководителями проектов и его участниками, а также данных, собранных на встречах с различными специалистами, в

изучаемом примере разработки газового месторождения на юге Парса были выявлены четыре основные (главные) категории конфликтов. Изучение этих категорий важно не только для оценки, но и для разработки месторождения. В следующем разделе рассматривается описание общих факторов, составляющих конфликт. Как объяснялось ранее, в таблице 1 рассмотрены три уровня кодирования, первоначально открытые обозначения кодирования. Затем, когда основные категории становятся очевидными, исследователь переходит на следующий уровень кодирования, который известен как осевое кодирование, и категории объединяются в группу осевого кодирования. Наконец, селективное кодирование происходит, когда основные категории становятся насыщенными. В следующей таблице 2 описаны все категории, связанные с осевым кодированием, и полностью описано, как эти факторы создают конфликт в конкретном примере.

Можно сделать вывод, что существует тринадцать важных характеристик движущих сил конфликта, которые представлены в таблице 2. Она показывает признаки основных категорий, согласно которым наиболее важные элементы конфликта могут быть обусловлены временем проекта и стоимостью проекта, наложением внешних санкций, внешними барьерами, прозрачностью информации – например, уточнением объема работ, и, наконец, наименее важными внутриорганизационными проблемами на одном из этапов разработки газового месторождения Южный Парс.

**Таблица 2. - Общие факторы, выявленные в отношении 13 осевых кодовых меток**  
**Table 2. - Common factors identified with respect to 13 axial code labels**

Ряд	1					2				3		4				5		6		7	
Общие факторы	отсутствие надлежащих мер реагирования, процедур и калькуляционных основ					Конфликты возникают из-за внутриорганизационных коммуникаций и различий в желаниях				Конфликты из-за отсутствия интегрированной системы кодирования и отслеживания документов		Увеличение стоимости проекта				Увеличение времени реализации проекта		Возникновение конфликтов на этапе планирования и реализации проекта		Распределение затрат с другими этапами и методы учета	
Элементы общих факторов	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	2-1	2-2	2-3	2-4	3-1	3-2	4-1	4-2	4-3	4-4	5-1	5-2	6-1	6-2	7-1	
		Отсутствие системы реагирования на риск	Отсутствие соответствующей организационной	Отсутствие соответствующей процедуры расчета хода	Ошибки при расчете процента выполнения проекта	Отсутствие базы для бухгалтерских и аудиторских	Отсутствие прочности в рамках отношений	отсутствие соответствующих систем оценки и вознаграждения	Отсутствие доверия и близости между сотрудниками и	необходимость письменных запросов, таких как электронная почта и письма	Изменение уровней управления и развития навыков, а также различия в установках и желаниях	Отсутствие интегрированной системы кодирования и системной нумерации	Невозможность категоризации и отслеживания документов	Увеличение стоимости проекта в связи с санкциями	Увеличение расходов по проекту в результате	Увеличение затрат по проектам в связи с изменением	Увеличение стоимости проекта в связи с изменением	увеличение продолжительности проекта	Увеличение количества вариативных ордеров	Затруднения в деятельности различных секций	Нестабильность в подходах к реализации проекта и социальные изменения

Ряд	8						9		10				11	12			13	
Общие факторы	Конфликты возникают из-за того, что не определены «барьеры, риски, политические и экономические санкции, недоступность сырья»						Конфликты возникают из-за различий в договорах и международных отношениях		Конфликты, которые порождаются внешними организациями и факторы				Конфликты, возникающие из-за отсутствия приоритета этой фазы между другими фазами	Конфликты, порождаемые прозрачностью информации			Конфликты возникают из-за отсутствия надлежащего разьяснения объема работ	
Элементы общих факторов	8-1	8-2	8-3	8-4	8-5	8-6	9-1	9-2	10-1	10-2	10-3	10-4	11-1	12-1	12-2	12-3	13-1	13-2
Необходимость в эксперте-консультанте																		
Не выявление барьеров, рисков и факторов, вызывающих конфликты																		
Структурные конфликты проекта из-за экономики сотрудничества																		
Санкции и ограничения Существование и совместное использование ресурсов																		
Влияние санкций путем создания ограничений на экспорт и импорт, а также ограничений на въезд и выезд капитала																		
Политическое давление и нехватка сырья																		
Не выделение надлежащего времени в контракте																		
Различия в планировании и реализации																		
Существование многозадачных организаций																		
Другие внешние организации, такие как муниципалитеты и экологические мероприятия																		
Неспособность создать общую цель для всех подрядчиков и членов команды, в том числе																		
Экологические стрессы																		
Конфликты, возникающие из-за отсутствия приоритета этой фазы между другими фазами и игнорирования потребностей по сравнению с другими фазами.																		
Не использовать сессии мозгового штурма и составления схемы мыслей																		
Предотвращение личных впечатлений																		
Ответы на вопросы членов команды																		
Определение точных объемов работ																		
Неоднозначность ролей и обязанностей																		

Полученная теория, состоящая из 38 открытых кодировок и 13 осевых кодировок, стала окончательным результатом данного исследования.

**Результаты и обсуждения.** Для решения задачи использовалась программа проведения автоматического концептуального анализа содержания данных Leximancer. «Программа Leximancer использует информацию о словах-ассоциациях для извлечения из текста возникающих концепций» [24]. Этот подход позволяет генерировать таксономию для каждого набора данных [23]. Исследователь может настроить параметры системы в соответствии с данными. Кроме того, результаты проекта представлены в виде интерактивной концептуальной карты, рядом с которой находится панель для текстовых запросов и статистических результатов. «Leximancer все чаще используется в качестве альтернативы ручному кодированию с помощью более традиционных методов. Его приземленный подход имеет преимущества в определенных областях исследований. В данном случае он позволил использовать исследовательский подход, позволяя списку понятий автоматически возникать из текста. В данном исследовании настройка проектов Leximancer осуществляется таким образом, чтобы межгрупповая динамика отображалась с минимальным ручным вмешательством. Этот подход, прочно опирающийся на текст, позволяет достичь уровня надежности, который является преимуществом перед другими методами» [28].

**Интерпретация концептуальной карты Leximancer.** На картах понятий (см. рисунки 2-4) отображаются метки, дающие названия понятий, которые были обнаружены из текста. «Проект» является примером, изображенным на рисунке 3. «Чем центральнее метка

понятия, тем чаще это понятие встречается в тексте (например, «Затраты» часто кодируется в этих стенограммах). Размер точки (или фигуры), лежащей в основе обозначения понятия, говорит о том, насколько это понятие связано с другими. Чем чаще понятие кодировалось вместе с другими понятиями в одном сегменте текста, тем больше его концептуальная точка» [28].

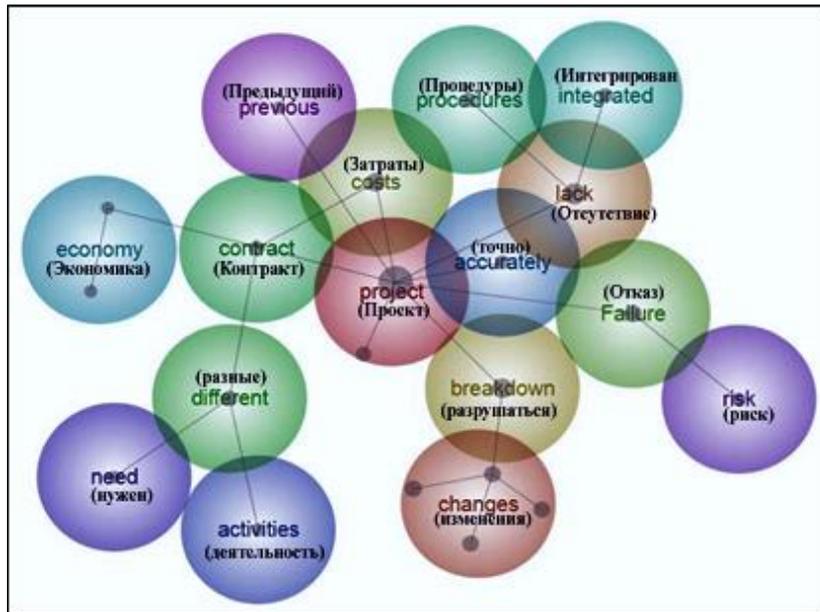


Рисунок 2. Итоговый тип и характер факторов, способствующих возникновению конфликта

Figure 2. The final type and nature of the factors contributing to the conflict

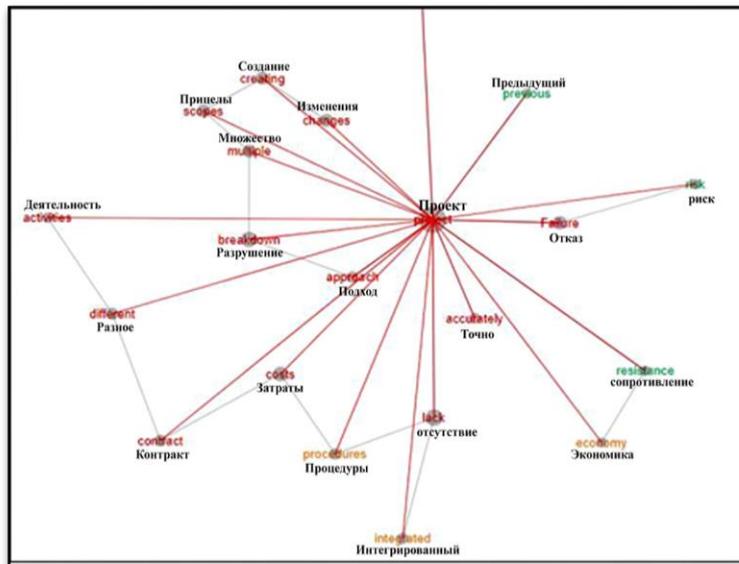


Рисунок 3. Контекстуальные сходства, сгруппированные на карте, которые каким-то образом взаимосвязаны

Figure 3. Contextual similarities grouped on the map that are somehow interconnected

Красная сеть путей показывает наиболее распространенные связи между понятиями (особенно понятие «Проект», которое окружено различными движущими силами конфликта), хотя существуют и другие прямые взаимосвязи. Сеть помогает понять наиболее частые связи между понятиями. Понятия группируются на карте в соответствии с контекстуальным сходством, то есть близлежащие понятия связаны между собой

определенным образом. Например, «Процедуры» и «Интегрированный» находятся рядом друг с другом на рисунке 4 из-за таких утверждений, как «Отсутствие интегрированной системы кодирования и процедур».

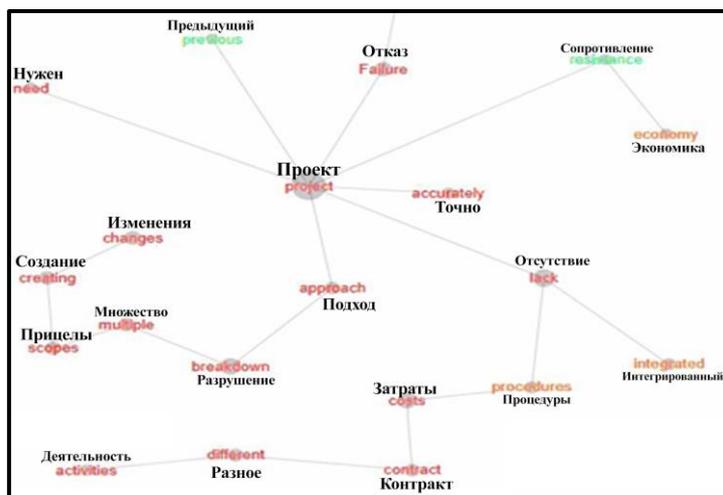


Рисунок 4. Отношения содержания, озвученные каждым интервьюером, что позволяет сравнить концепции

Figure 4. Content relations voiced by each interviewer, which allows you to compare concepts

Как показано на рисунке 4, эти точки представляют собой содержание ответов каждого интервьюера, и они позволяют сравнить концепции. Например, на рисунке 4 показано, что менеджеры проекта в основном обсуждали «Санкции» и «Время, стоимость», в то время как члены команды не делали того же, и они обсуждали в основном «Внутриорганизационные конфликты», поэтому эти понятия расположились рядом с меткой «Коммуникация» на карте понятий.

**Результаты использования концептуальной карты Leximancer.** В этом блоке мы описываем схему концептуальной карты для конфликтов неоднозначности сложности. Схема, полученная из рисунка 2, показывает, что наиболее значимыми конфликтами, связанными с исследованием, являются «Санкции (барьеры)», «Время», «Стоимость», «Определение приоритетов проекта» и «Уточнение объема». Каждое из этих понятий описано в предыдущих разделах.

Основополагающей причиной, придающей «санкциям» наиболее важный приоритет, является непосредственное воздействие санкций на нефтехимическую и нефтяную промышленность Ирана, особенно на раздел закупок и строительства. Термин «санкции» включает в себя внешние санкции, повышение курса конвертации валюты и изменение цен на топливо. «Действия США уже привели к падению курса риала и трехзначной инфляции, поскольку иранцы пытаются укрыться в американских долларах и золоте. Они также происходят на фоне многомесячных протестов в Иране в связи с ухудшением экономических условий и обвинениями в коррупции и бесхозяйственности» [29].

Вторым общим фактором, который был важен для генераторов конфликтов, были «Время» и «Стоимость». Во многих интервью большинство руководителей проектов жаловались на задержки платежей со стороны компании. Поэтому, поскольку стоимость работ, выполненных подрядчиками, не была оплачена вовремя, они были вынуждены остановить ход проекта. Также, наоборот, поскольку компания сделала много заказов с отклонениями, подрядчикам пришлось переделывать и останавливать текущие работы и приступать к заказанным работам. Поэтому затягивание «времени» проекта было неприемлемо для компании. Таким образом, эти два фактора привели к многочисленным конфликтам.

Третьим общим фактором конфликта, выявленным в данном исследовании, был фактор «Расстановка приоритетов». Учитывая, что этот этап находился далеко от ирано-катарской границы по сравнению с другими этапами, он был менее приоритетным. Таким образом, компания и Министерство нефти не уделили должного внимания этой фазе. Кроме того, бюджет, выделенный на этот проект, был направлен на другие фазы. Поэтому данный проект оставался бездействующим и вызвал претензии со стороны подрядчиков, что породило множество конфликтов. Переходя к «Уточнению объема работ» (см. рисунки 3 и 4), можно утверждать, что этот фактор был одним из основных генераторов сложности конфликтов. В ходе интервью выяснилось, что иногда компания не указывала подрядчикам точные объемы работ. Как следствие, по окончании работ возникали противоречия по вопросу объемов запланированных и выполненных работ. Это создает огромный конфликт между подрядчиками и компанией.

Последним фактором, который был наименее важным в генераторах конфликтов, были внутриорганизационные конфликты. Этот конфликт был результатом отсутствия системного кодирования, отсутствия соответствующих процедур и коммуникаций [30–37].

В целом, на основании карты концепций Leximancer и обоснованной теории конфликта, его сложности и неоднозначности, можно сделать вывод о природе возникновения и сложности конфликта. Стоит отметить, что если разработки газовых месторождений Южного Парса относятся к категории мегапроектов, то очевидно, что они являются сложными по своей сути. Кроме того, выявленные в данном исследовании конфликты также делают проект сложным. Таким образом, между сложностью, самим проектом и конфликтом существует трехсторонняя связь.

Время и затраты взаимосвязаны с санкциями и ограничениями. Это означает, что чем больше санкций наложено, тем с большим количеством остановок работы столкнется проект, поэтому для смягчения последствий временных затрат и расходов, в первую очередь, следует сосредоточиться на управлении санкциями. Наконец, для уточнения объема работ и определения приоритетности этапа, чтобы уделить больше внимания компании, следует проводить совещания (мозговой штурм, mind mapping, уточнения). Это приводит к лучшему пониманию обязанностей, что необходимо для всего консорциума и компании.

**Заключение.** В данной статье обсуждалась роль конфликта в сложности проектов. В ней метод обоснованной теории рассматривается в контексте других качественных методов, объясняется, что он собой представляет, как он работает и почему он был выбран для данного исследования.

Результаты данного исследования показывают, что мегапроекты по разработке газового месторождения Южный Парс относятся к категории мегапроектов и по своей сути являются сложными, а выявленные в данном исследовании конфликты также делают проект сложным. Таким образом, существует трехсторонняя связь между конфликтом, сложностью и проектом. Другие выводы, помимо конфликта «сложность- амбигуальность», представляют собой наиболее значимые конфликты, относящиеся к исследуемому случаю, а именно: 1 - санкции (барьеры), 2 - время проекта, 3 - стоимость проекта, 4 - определение приоритетов проекта, 5 - уточнение масштаба.

Рекомендуется сконцентрировать причины и источники конфликтов для подрядчиков и компании. Негативные последствия каждого из них должны быть минимизированы путем немедленного и точного выявления факторов конфликта. Подрядчики и компания должны обойти санкции или найти лучший способ избежать наложения санкции.

## ЛИТЕРАТУРА | REFERENCES

1. Gul S. The role of conflict & negotiation in the complexity of projects // University of Southampton, School of Management, Doctoral Thesis, 2012. 373 p.
2. Gul S. et al. Towards an Understanding of the Complexity of Creative Efforts: A Conflict and Negotiation Perspective // Business & Economic Review. 2015. Vol. 7, No. 2.
3. Gray C.F., Larson E.W. Project Management: The Managerial Process: Fifth edition // McGraw-Hill. 2011.

4. Karshenas M. and A.M. Oil in the Islamic Republic of Iran. Plundered National? Successes and Failures in National Resource Extraction. 2011. P. 114–150.
5. Iklé F.C., Leites N. Political negotiation as a process of modifying utilities // *Journal of Conflict Resolution*. 1962. Vol. 6, No. 1.
6. Zhang D. A logic-based axiomatic model of bargaining // *Artificial Intelligence*. 2010. Vol. 174, No. 16–17. P. 1307–1322.
7. Ilyushin Yu. V., Afanasieva O. V. Spatial distributed control system of temperature field: synthesis and modeling // *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2021. No. 16. P. 1491–1506.
8. Novozhilov I. M. et al. Development and Prototyping of a Distributed Control System for an Uninhabited Underwater Exploration Vehicle // *LETI Transactions on Electrical Engineering & Computer Science*. 2022. Vol. 15, No. 4. P. 17–28.
9. Ozanne J. L., Strauss A., Corbin J. Basics of Qualitative Research // *Journal of Marketing Research*. 1992. Vol. 29, No. 3.
10. Martin P. Y., Turner B. A. Grounded Theory and Organizational Research // *The Journal of Applied Behavioral Science*. 1986. Vol. 22, No. 2.
11. Fernández W. D. The grounded theory method and case study data in IS research: issues and design // *Information Systems Foundations: Constructing and Criticising Workshop at The Australian National University*. 2004. Vol. 1, No. 22. P. 43-59. July 16-17.
12. Lehmann H. Grounded theory and information systems: Are we missing the point? // *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*. 2010.
13. Seidel S., Urquhart C. On emergence and forcing in information systems grounded theory studies: The case of Strauss and Corbin // *Journal of Information Technology*. 2013. Vol. 28, No. 3.
14. Glaser B.G., Holton J. Remodeling grounded theory // *Historical Social Research*. 2007. Vol. 32, No. 19. P. 47–68.
15. Glaser B.G. Conceptualization: On Theory and Theorizing Using Grounded Theory // *International Journal of Qualitative Methods*. 2002. Vol. 1, No. 2.
16. Glaser B.G., and A.L.Strauss. *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. Chicago: Aldine Publishing. 1967.
17. Denzin N.K., Strauss A.L. *Qualitative Analysis for Social Scientists*. // *Contemporary Sociology*. 1988. Vol. 17, No. 3.
18. Smolander K., Rossi M., Puro S. Software architectures: Blueprint, literature, language, or decision // *European Journal of Information Systems*. 2008. Vol. 17, No. 6.
19. Strong D.M., Volkoff O. Understanding organization-enterprise system fit: A path to theorizing the information technology artifact // *MIS Quarterly: Management Information Systems*. 2010. Vol. 34, No. 4.
20. Glaser B.G. The grounded theory perspective: Conceptualization contrasted with description // *Sociology press*. 2001.
21. Glaser B.G. *Advances in the methodology of grounded theory: Theoretical sensitivity* // *University of California*. 1978.
22. Lee C.S. Modeling the business value of information technology // *Information and Management*. 2001. Vol. 39, No. 3.
23. Smith D.A. LEXIMANSER [Electronic resource] // Retrieved from LEXIMANCER tutorials: <https://info.leximancer.com/tutorial-guides/>.2019.
24. Smith A.E., Humphreys M.S. Evaluation of unsupervised semantic mapping of natural language with Leximancer concept mapping // *Behavior Research Methods*. 2006. Vol. 38, No. 2.

25. Seldén L. On Grounded Theory - With some malice // Journal of Documentation. 2005. Vol. 61, No. 1. P. 114–129.
26. Javadi S. mohammad, Davardoost H. İç İletişimin Çalışan Katılımı Üzerindeki Etkisi İran Petrokimya Endüstrisinde // İş'te Davranış Dergisi. 2019. Vol. 4, No. 1.
27. Javadi S.M., Davardoost H., Javadi M. The Impact of Internal Communications on Employee Engagement in Iran's Petrochemical Industry // Journal of Behavior at Work-JB@W-İş'te Davranış Dergisi-İDD. 2019. Vol. 4, No. 1.
28. Cretchley J. et al. Conversations between carers and people with schizophrenia: A qualitative analysis using leximancer // Qualitative Health Research. 2010. Vol. 20, No. 12.
29. www.cfr.org. [Electronic resource]. 2020.
30. Deutsch M. Conflicts: Productive and Destructive // Journal of Social Issues. 1969. Vol. 25, No. 1.
31. Leung M. Y., Liu A. M.M., Ng S. T. Is there a relationship between construction conflicts and participants' satisfaction? // Engineering, Construction and Architectural Management. 2005. Vol. 12, No. 2.
32. Coleman P. T. Power and Conflict. The Handbook of Conflict Resolution-Theory and Practice. Deutsch, M. and Coleman, PT // Jossey-Bass, San Francisco. 2000.
33. Jordan J. V. Courage in connection: Conflict, compassion, creativity // Stone Center for Developmental Services and Studies, Wellesley College. 1990. Vol. 45.
34. Jehn K. A., Mannix E. A. The dynamic nature of conflict: A longitudinal study of intragroup conflict and group performance // Academy of Management Journal. 2001. Vol. 44, No. 2.
35. de Dreu C. K.W. The virtue and vice of workplace conflict: Food for (pessimistic) thought // Journal of Organizational Behavior. 2008. Vol. 29, No. 1.
36. Jehn K. A., Northcraft G.B., Neale M.A. Why differences make a difference: A field study of diversity, conflict, and performance in workgroups // Administrative Science Quarterly. 1999. Vol. 44, No. 4.
37. Jameson J. K. Toward a comprehensive model for the assessment and management of intraorganizational conflict: Developing the framework // International Journal of Conflict Management. 1999. Vol. 10, No. 3.

#### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Первухин Дмитрий Анатольевич**, д. т. н., профессор, Санкт-Петербургский горный университет, 21-я лин. В.О., 2, Санкт-Петербург, 199106 Россия, [pervuchin@rambler.ru](mailto:pervuchin@rambler.ru).

**Pervukhin Dmitry Anatolievich**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Saint Petersburg Mining University 21st lin. V.O., 2, St. Petersburg, 199106 Russia, [pervuchin@rambler.ru](mailto:pervuchin@rambler.ru).

**Давардуст Хади**, Аспирант, Санкт-Петербургский горный университет, 21-я лин. В.О., 2, Санкт-Петербург, 199106 Россия, [s215133@stud.spmi.ru](mailto:s215133@stud.spmi.ru).

**Davardoost Hadi**, PhD student, Saint Petersburg Mining University 21st lin. V.O., 2, St. Petersburg, 199106 Russia, [s215133@stud.spmi.ru](mailto:s215133@stud.spmi.ru).

**Котов Дмитрий Дмитриевич**, Аспирант, Санкт-Петербургский горный университет, 21-я лин. В.О., 2, Санкт-Петербург, 199106 Россия, [s215027@stud.spmi.ru](mailto:s215027@stud.spmi.ru).

**Kotov Dmitry Dmitrievich**, PhD student, Saint Petersburg Mining University 21st lin. V.O., 2, St. Petersburg, 199106 Russia, [s215027@stud.spmi.ru](mailto:s215027@stud.spmi.ru).

Дата поступления в редакцию: 03.04.2023  
После рецензирования: 13.05.2023  
Дата принятия к публикации: 07.06.2023

## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ | TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 83-94  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):83-94

*Научная статья / Original article*

УДК 637.143.6

DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.8

**Динара Александровна Салманова**  
[Dinara A. Salmanova]

**Изучение физико-химических и реологических свойств молочных систем, восстановленных с использованием кавитационной дезинтеграции**

**Investigation of physico-chemical and rheological properties of dairy systems rehydrated using cavitation disintegration**

*Северо-Кавказский Федеральный Университет, г. Ставрополь, Россия / North-Caucasian Federal University, Stavropol, Russia, [salmanova.dinara@yandex.ru](mailto:salmanova.dinara@yandex.ru)*

**Аннотация.** Изучено формирование физико-химических и реологических свойств восстановленных молочных систем «сухое обезжиренное молоко – сухая деминерализованная молочная сыворотка» в зависимости от параметров и продолжительности ультразвуковой обработки, а также от процента замены в растворах сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой. Получены тернарные поверхности, а также математические модели в виде уравнений регрессии описывающие формирование исследуемых свойств восстановленных растворов. Определены оптимальные режимы обработки, а также уровень замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой.

**Ключевые слова:** восстановленная молочная основа, сухая деминерализованная молочная сыворотка, сухое обезжиренное молоко, кавитационная дезинтеграция

**Благодарности:** Автор выражает благодарность доктору технических наук, профессору, член-корреспонденту Российской академии наук И.А. Евдокимову, а также доктору технических наук, доценту А.А. Брацихину за проведение консультаций и ценные советы по теме исследования.

**Для цитирования:** Салманова Д. А. Изучение физико-химических и реологических свойств молочных систем, восстановленных с использованием кавитационной дезинтеграции // *Современная наука и инновации*. 2023. №2 (42). С. 83-94. <https://doi.org/10.37493/2307-910x.2023.2.8>

**Abstract.** The formation of physicochemical and rheological properties of the rehydrated dairy systems «skimmed milk powder – demineralized whey powder» was studied depending on the parameters and duration of ultrasonic treatment, as well as on the percentage of replacement in solutions of skimmed milk powder with dry demineralized whey. Ternary surfaces are obtained, as well as mathematical models in the form of regression equations describing the formation of the studied properties of the reduced solutions. Optimal treatment modes were determined, as well as the percentage of replacement of skimmed milk powder with dry demineralized whey.

**Key words:** rehydrated milk base, dry demineralized whey, skimmed milk powder, cavitation disintegration

**Acknowledgments:** The author is grateful to Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences I.A. Evdokimov, as well as Doctor of Technical Sciences, Associate Professor A.A. Bratsikhin for consultations and valuable advice on the research topic.

**For citation:** Salmanova D. Al. Investigation of physico-chemical and rheological properties of dairy systems rehydrated using cavitation disintegration. *Modern Science and Innovations*. 2023;2(42):83-94. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.8>

**Введение.** При производстве молочных продуктов, таких как сыр, творог, масло и сливки, как правило, получают побочные молочные продукты – сыворотка, пахта и обезжиренное молоко [1 – 9].

Уровень использования сыворотки в России сдерживается низким содержанием сухих веществ (до 6 %), высокой стоимостью транспортировки, сезонностью и удаленностью мест получения сырья от перерабатывающих производств. Производство и обогащение напитков, десертов и функциональных продуктов питания с использованием натуральной сывороткой является низкорентабельным, несмотря на высокую биологическую ценность данного сырья [10 – 14].

Наиболее предпочтительным способом переработки получаемой сыворотки на сегодняшний день является производство сухой молочной сыворотки, на которую приходится около 60 % объемов переработки [15 – 21].

Многие отрасли пищевой промышленности широко применяют сухую сыворотку, однако в большинстве своём при дальнейшем использовании её необходимо восстановить. Процесс восстановления должен обеспечивать стабильность жидкой системы при идентичных показателях состава и свойств по аналогии с натуральной сывороткой [22 – 24]. Одним из способов интенсификации процесса восстановления сухих молочных систем является ультразвуковое воздействие [25 – 34]. Использование ультразвукового воздействия способствует формированию восстановленных растворов с оптимальными физико-химическими и реологическими свойствами.

**Материалы и оборудование.** Для ультразвуковой обработки восстановленных растворов использовали лабораторный ультразвуковой гомогенизатор Hilscher UP – 400S («Hilscher» Germany) (400 Вт, 24 кГц). Измерение активной кислотности растворов молочных систем проводили с использованием рН-метра-иономера Эксперт – 001. Измерения и контроль активной кислотности были проведены по аттестованной методике № ВНИМИ – 03/98. Измерения вязкости проводили на вискозиметре типа Брукфильда. Использовался ротационный вискозиметр DV-II+PRO модель LV DV-II+PRO с цилиндрическими измерительными системами. Определение плотности выполняли по ГОСТ 3625-84 ареометром АОН-4. Определение титруемой кислотности выполняли по ГОСТ 3624-92.

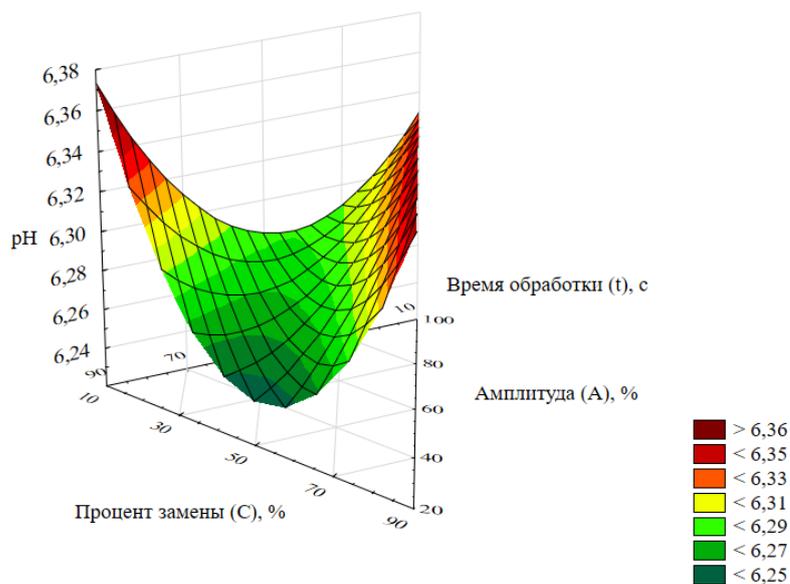
**Результаты и обсуждение.** Для изучения физико-химических и реологических показателей восстановленных молочных систем была построена матрица математического планирования эксперимента [35]. Для этого использовался метод латинского квадрата, применимый для трехфакторного эксперимента, где в качестве параметров для построения матрицы использовали: амплитуду механических колебаний по шкале прибора Hilscher UP – 400S (А, %), время обработки раствора ультразвуком (t, с), процент замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой (С, %).

Для того чтобы достигнуть сходства восстановленных молочных систем с контрольным образцом восстановленного обезжиренного молока для изучения были выбраны следующие параметры: активная кислотность (рН, ед.), вязкость ( $\eta$ , мПа·с), плотность ( $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>), титруемая кислотность (°Т). Полученные экспериментальные данные восстановленных образцов представлены в таблице 1.

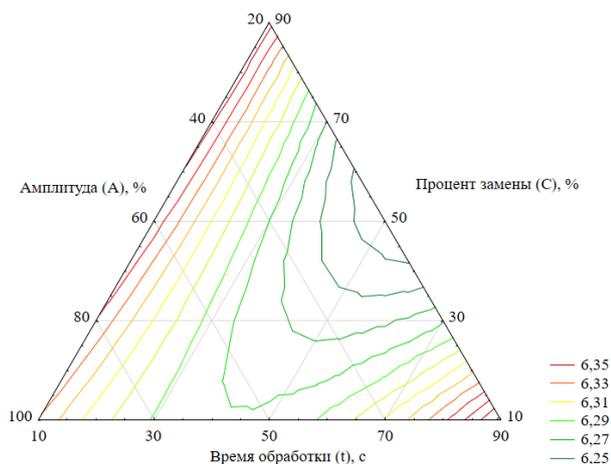
На основании экспериментальных данных в программном пакете Statistica 10.0 были построены и обучены нейронные сети. Для обучения нейронных сетей использовался алгоритм обратного распространения [36]. Далее были получены тернарные поверхности и изолинии их сечений (рисунки 1 – 4), а также математические модели в виде уравнений регрессии, описывающие зависимость изменения физико-химических и реологических показателей восстановленных систем от амплитуды и времени обработки растворов ультразвуком, а также от процента замены в растворах сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой.

Таблица 1 – Экспериментальные данные /Table 1 – Experimental data

№ образца	Амплитуда, %	Время обработки, с	Процент замены, %	Активная кислотность, ед	Вязкость, мПа·с	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Титруемая кислотность, °Т
1	20	10	10	6,327	3,58	1037	22
2	20	50	50	6,270	3,40	1043	21
3	20	90	90	6,290	3,84	1047	17
4	60	10	50	6,320	3,95	1038	20
5	60	50	90	6,324	4,40	1036	14
6	60	90	10	6,288	3,15	1030	21
7	100	10	90	6,327	4,40	1033	14
8	100	50	10	6,268	3,71	1035	22
9	100	90	50	6,237	3,44	1038	21
Контрольный	–	–	–	6,325	4,40	1040	18



а)



б)

Рисунок 1 – Зависимость pH систем

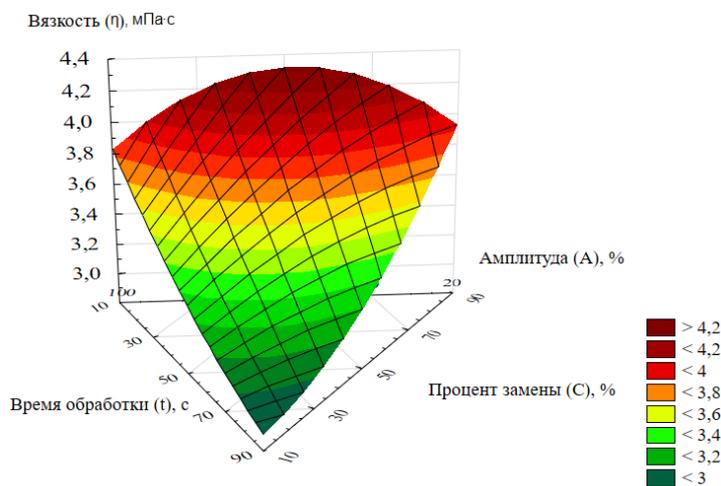
«сухое обезжиренное молоко – сухая деминерализованная молочная сыворотка» от амплитуды, времени обработки ультразвуком и процента замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой: а – тернарная поверхность, б – изолинии сечения тернарной поверхности

Figure 1 – Dependence of pH systems «skimmed milk powder – demineralized whey powder» from the amplitude, the time of ultrasound treatment and the percentage of replacement of skimmed milk powder with dry demineralized whey: а – ternary surface, б – isolines of the section of the ternary surface

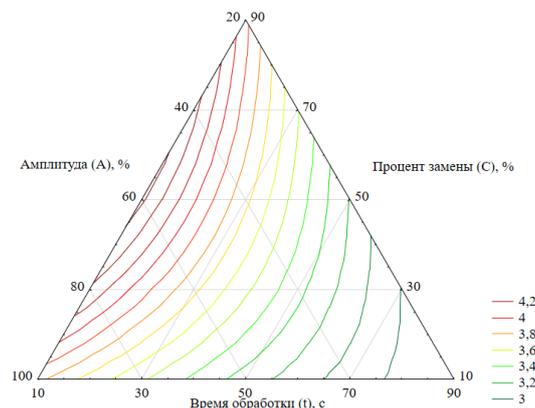
Зависимость активной кислотности от режимов обработки (амплитуды и времени кавитационной дезинтеграции и процента замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой  $pH = f(A, C, t)$  описывается следующим математическим уравнением:

$$pH = 6,3295 \cdot A + 6,3728 \cdot t + 6,3544 \cdot C - 0,2733 \cdot A \cdot t + 0,0202 \cdot A \cdot C - 0,4834 \cdot C \cdot t + 0,0642 \cdot A \cdot C \cdot t$$

Установлено, что восстановленный раствор с приближенными к контрольному образцу восстановленного обезжиренного молока значениями активной кислотности формируется при следующих технологических параметрах: амплитуда механических колебаний – от 20 до 40 %, время воздействия ультразвука – от 40 до 60 секунд, процент замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой – от 40 % до 60 %.



а)



б)

Рисунок 2 – Зависимость вязкости систем

«сухое обезжиренное молоко – сухая деминерализованная молочная сыворотка» от амплитуды, времени обработки ультразвуком и процента замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой: а – тернарная поверхность, б – изолинии сечения тернарной поверхности

Figure 2 – Dependence of viscosity of systems «skimmed milk powder – demineralized whey powder» from the amplitude, the time of ultrasound treatment and the percentage of replacement of skimmed milk powder with dry demineralized whey: а – ternary surface, б – isolines of the ternary surface section

Зависимость вязкости от режимов обработки и процента замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой  $\eta = f(A, C, t)$  описывается следующим математическим уравнением:

$$\eta = 3,8299 \cdot A + 2,9068 \cdot t + 3,9278 \cdot C - 0,4453 \cdot A \cdot t + 1,7701 \cdot A \cdot C - 0,8891 \cdot C \cdot t - 0,2252 \cdot A \cdot C \cdot t$$

Установлено, что восстановленный раствор с приближенными к контрольному образцу восстановленного обезжиренного молока значениями вязкости формируется при следующих технологических параметрах: амплитуда механических колебаний – от 20 до 40 %, время воздействия ультразвука – от 60 до 90 секунд, процент замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой – от 10 % до 30 %.

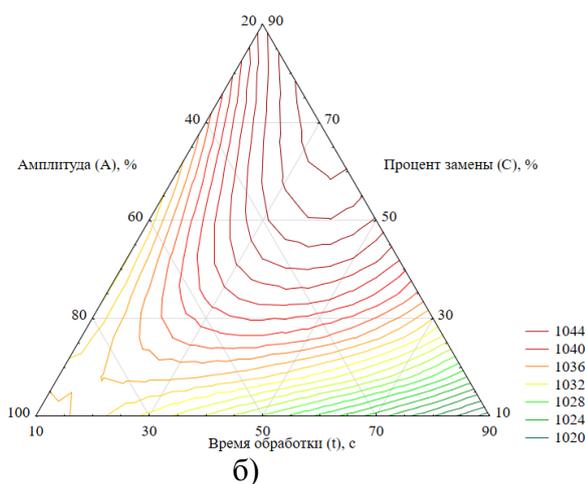
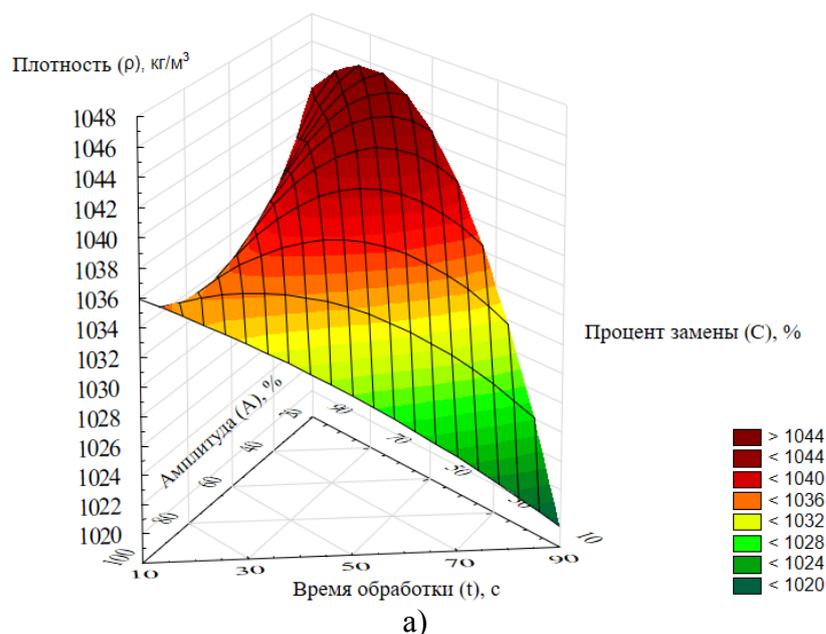


Рисунок 3 – Зависимость плотности систем

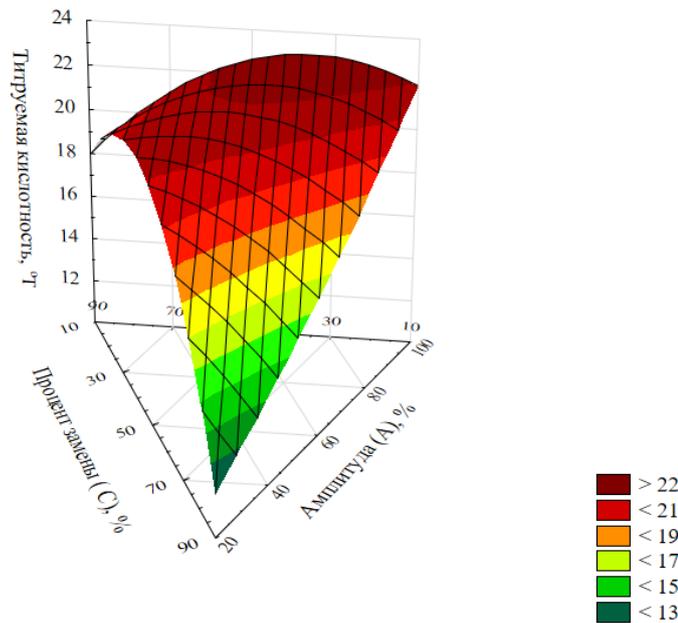
«сухое обезжиренное молоко – сухая деминерализованная молочная сыворотка» от амплитуды, времени обработки ультразвуком и процента замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой: а – тернарная поверхность, б – изолинии сечения тернарной поверхности

Figure 3 – Dependence of the density of systems «skimmed milk powder – demineralized whey powder» from the amplitude, the time of ultrasound treatment and the percentage of replacement of skimmed milk powder with dry demineralized whey: а – ternary surface, б – isolines of the ternary surface section

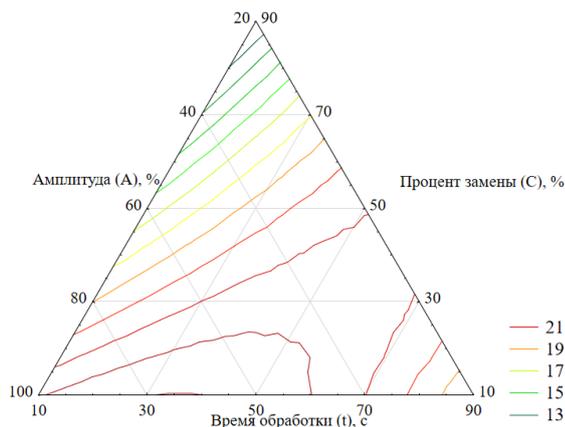
Зависимость плотности от режимов обработки и процента замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой  $\rho = f(A, C, t)$  описывается следующим математическим уравнением:

$$\rho = 1035,8987 \cdot A + 1019,4671 \cdot t + 1042,5808 \cdot C + 4,9764 \cdot A \cdot t - 23,4818 \cdot A \cdot C + 47,4592 \cdot C \cdot t + 139,4673 \cdot A \cdot C \cdot t$$

Установлено, что восстановленный раствор с приближенными к контрольному образцу восстановленного обезжиренного молока значениями плотности формируется при следующих технологических параметрах: амплитуда механических колебаний – от 20 до 50 %, время воздействия ультразвука – от 30 до 60 секунд, процент замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой – от 10 % до 50 %.



а)



б)

Рисунок 4 – Зависимость титруемой кислотности систем

«сухое обезжиренное молоко – сухая деминерализованная молочная сыворотка» от амплитуды, времени обработки ультразвуком и процента замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой: а – тернарная поверхность, б – изолинии сечения тернарной поверхности

Figure 4 – Dependence of titrated acidity of systems «skimmed milk powder – demineralized whey powder» from the amplitude, the time of ultrasound treatment and the percentage of replacement of skimmed milk powder with dry demineralized whey: а – ternary surface, б – isolines of the section of the ternary surface

Зависимость титруемой кислотности от режимов обработки и процента замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой  $T = f(A, C, t)$  описывается следующим математическим уравнением:

$$T = 21,8943 \cdot A + 17,9765 \cdot t + 12,0187 \cdot C + 11,0139 \cdot A \cdot t - 2,3182 \cdot A \cdot C + 23,757 \cdot C \cdot t$$

Восстановленный раствор с приближенными к контрольному образцу восстановленного обезжиренного молока значениями титруемой кислотности формируется при следующих технологических параметрах: амплитуда механических колебаний – от 20 до 50 %, время воздействия ультразвука – от 10 до 30 секунд, процент замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой – от 70 % до 90 %.

**Заключение.** В результате проведенного экспериментального исследования установлено, что оптимальные по исследуемым физико-химическим и реологическим свойствам системы формируются при следующих режимах обработки ультразвуком: амплитуда механических колебаний от 20 до 50 % по шкале прибора Hilscher UP – 400S, что соответствует величине интенсивности ультразвука от  $0,72 \cdot 10^5$  Вт/м<sup>2</sup> до  $1,26 \cdot 10^5$  Вт/м<sup>2</sup>; время обработки ультразвуком от 40 до 60 секунд. Восстановленный раствор с приближенными к контрольному образцу восстановленного обезжиренного молока физико-химическими и реологическими свойствами формируется при уровне замены обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой в пределах от 10 до 50 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Rafiq, S. M., Rafiq S. I. Milk by-products Utilization // Current issues and challenges in the dairy industry. 2019. Vol. 8, No. 8. P. 31-38.
2. Zokaityte E., Cernauskas D., Klupsaite D., Lele V., Starkute V., Zavistanaviciute P., Bartkiene E. Bioconversion of milk permeate with selected lactic acid bacteria strains and apple by-products into beverages with antimicrobial properties and enriched with galactooligosaccharides // Microorganisms. 2020. Vol. 8, No. 8. 1182 p.
3. Lemiasheuski V. O., Özcan M. M., Ostrenko K. S. Milk and milk by products and alternative assessment methods // Sakharov readings 2021: Environmentsl problems of the XXI century. Minsk: IVC of the Ministry of Finance, 2021. Vol. 1. 338 p.
4. Ravindra M. R., Sharma M., Krishnegowda R., Sangma A. Valorization of By-Products of Milk Fat Processing // Biotechnology for Zero Waste: Emerging Waste Management Techniques. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2022. P. 557-567.
5. Blinov A. V., Siddiqui S. A., Blinova A. A., Khramtsov A. G., Oboturova N. P., Nagdalian A. A., Ibrahim S. A. Analysis of the dispersed composition of milk using photon correlation spectroscopy // Journal of Food Composition and Analysis. 2022. No. 108. P. 1-29.
6. Kytä, V., Roitto M., Astaptsev A., Saarinen M., Tuomisto H. L. Review and expert survey of allocation methods used in life cycle assessment of milk and beef // The International Journal of Life Cycle Assessment. 2022. Vol. 27, No. 2. P. 191-204.
7. Meneses R. B., Monteiro M. L. G., Santos F. D., Leão M. D. R., Conte-Junior C. A. Sensory Characteristics of Dairy By-Products as Potential Milk Replacers in Ice Cream // Sustainability. 2021. No. 13. 1531 p.
8. Сомов В. С., Евдокимов И. А. Мониторинг современных трендов переработки вторичного молочного сырья для получения сухих миенрало-органических смесей и солей молока // Современные достижения биотехнологии. Техника, технологии и упаковка для реализации инновационных проектов на предприятиях пищевой и биотехнологической промышленности: материалы VII Международной научно-практической конференции (20–24 октября 2020 г.). / под ред. Евдокимова И. А., Лодыгина А. Д., Вартумяна А. А. Пятигорск: Издательство ПФ СКФУ, 2020. Т. II. 206 с.
9. Гачегова В. В., Ивкова И. А. Применение вторичных продуктов переработки молока в производстве кисломолочных продуктов // Национальная (Всероссийская) научно-

практическая конференция «Современные тенденции развития ветеринарной науки и практики». Омск: Издательство Омский ГАУ, 2021. С. 221-224.

10. Витушкина М. А., Дулепова М. А. Сывороточные белки молока и их свойства // Вестник науки. 2020. Т. 5, № 8 (29). С. 51-58.

11. Tsermoula P., Khakimov B., Nielsen J. H., Engelsen S. B. WHEY-The waste-stream that became more valuable than the food product // Trends in Food Science & Technology. 2021. Vol. 118. P. 230-241.

12. Khramtsov A. G., Blinov A. V., Blinova A. A., Serov A. V. Influence of the whey type on composition and properties of its mineralizates // Foods and Raw materials. 2017. Vol. 5, No. 1. P. 30-40.

13. Витушкина М. А. Использование молочной сыворотки в пищевой промышленности // Вестник науки. 2021. Т. 5, № 1 (34). С. 127-132.

14. Краснопёрова Е. Ф., Назаренко Т. А., Нуржанова А. А. Разработка технологии сывороточного напитка для функционального питания // Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой юбилею Заслуженного работника высшей школы Российской Федерации, доктора технических наук, профессора Гавриловой Натальи Борисовны. Омск: Издательство Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2020. С. 417-421.

15. Волкова Т. А. Реализация наилучших доступных технологий при производстве сухих концентратов из молочной сыворотки // Современные достижения биотехнологии. Глобальные вызовы и актуальные проблемы переработки и использования вторичных сырьевых ресурсов агропромышленного комплекса России. Материалы VIII Международной научно-практической конференции / под ред. И. А. Евдокимова, А. Д. Лодыгина. Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью «Бюро новостей», 2021. С. 68-71.

16. Муслимова Н. Р., Кулуштаева Б. М., Майжанова А. О. Рациональное использование молочной сыворотки в пищевой промышленности // Интеграция образования, науки и производства: материалы Международной научно-практической конференции (г. Мелеуз, 17 апреля 2020 г.), 2020. 103 с.

17. Сейфуллаева М. Э., Беленикина М. Г. Рынок молочной промышленности России: состояние и перспективы // Маркетинг в России и за рубежом. 2016. № 6. С. 106-114.

18. Степанов К. М., Дармаева Г.Г., Ханхалдаева С. Г-Д. и др. Безотходная переработка молочного сырья // Молочная промышленность. 2020. № 2. С. 43-45.

19. Леушина А. Д., Устюжанинова Л. В. Исследование возможности получения этилового спирта из молочной сыворотки // VIII Пушкинская конференция «Биохимия, физиология и биосферная роль микроорганизмов», Школа-конференция молодых ученых, аспирантов и студентов «Генетические технологии в микробиологии и микробное разнообразие»: сборник тезисов. М.: ГЕОС, 2022. Т. 6. 294 с.

20. Володин Д. Н., Золоторева М. С., Топалов В. К., Евдокимов И. А., Храмцов А. Г., Мертин П. Переработка молочной сыворотки: понятная стратегия, реальные технологии, адекватные инвестиции, востребованные продукты // Молочная промышленность. 2015. № 5. С. 36-41.

21. Рязанцева К. А., Коростелева М. М. Рынок функциональных продуктов, обогащенных сывороточными ингредиентами // Молочная промышленность. 2021. № 1. С. 30-33.

22. Lloyd R., Stewart H., Bailey D. Slowly dissolving particles in instant whole milk powder-Characterisation and quantitative analysis // International dairy journal. 2019. Vol. 97. P. 65-70.

23. Ho T. M., Zhu J., Bansal N., Boyce M. C., Le T. T. Effect of pH and heat treatment on physicochemical and functional properties of spray-dried whey protein concentrate powder // International Dairy Journal. 2021. Vol. 119. P. 5-43.

24. Горелкина А. К., Тимошук И. В., Багдонас Н. С. Влияние контаминантов водопроводной воды на компоненты восстановленной сыворотки // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2020. № 4. С. 25-30.
25. Рохлова М. В., Юшина Е. А. Основные направления применения акустической кавитации в производстве пищевых продуктов // E-Scio. 2020. № 6 (45). С. 85-97.
26. Костенко К. В., Брацихин А. А., Салманова Д. А., Борисенко А. А. Перспективы применения акустической обработки для производства молочных продуктов // Вестник СКФУ. 2016. № 4 (55). 222 с.
27. Борисенко А. А., Брацихин А. А., Костенко К. В., Костенко Е. Г., Борисенко Л. А. Применение ультразвукового воздействия в пищевой промышленности // Современные достижения биотехнологии. Глобальные вызовы и актуальные проблемы переработки и использования вторичных сырьевых ресурсов агропромышленного комплекса России. Материалы VIII Международной научно-практической конференции / под ред. И. А. Евдокимова, А. Д. Лодыгина. Ставрополь, 2021. С. 43-47.
28. Balthazar C. F., Santillo A., Guimarães J. T., Bevilacqua A., Corbo M. R., Caroprese M., Albenzio M. Ultrasound processing of fresh and frozen semi-skimmed sheep milk and its effects on microbiological and physical-chemical quality // Ultrasonics Sonochemistry. 2019. Vol. 51. P. 241-248.
29. Alves de Aguiar Bernardo Y., Kaic Alves do Rosario D., Conte-Junior C. Adam Ultrasound on Milk Decontamination: Potential and Limitations Against Foodborne Pathogens and Spoilage Bacteria // Food Reviews International. 2021. P. 1-14.
30. Carrillo-Lopez L. M., Garcia-Galicia I. A., Tirado-Gallegos J. M., Sanchez-Vega R., Huerta-Jimenez M., Ashokkumar M., Alarcon-Rojo A. D. Recent advances in the application of ultrasound in dairy products: Effect on functional, physical, chemical, microbiological and sensory properties // Ultrasonics Sonochemistry. 2021. Vol. 73. P. 105-147.
31. Singla M., Sit N. Application of ultrasound in combination with other technologies in food processing: A review // Ultrasonics Sonochemistry. 2021. Vol. 73. P. 105-156.
32. Feng H., Ding J., Zhou B. Ultrasonic Processes // Food Safety Engineering. – Springer, Cham, 2020. P. 579-605.
33. Oliveira A. R., Guimarães J. T., Ramos G. L. P., Esmerino E. A., Pimentel T. C., Neto R. P., Cruz A. G. Benefits of thermosonication in orange juice whey drink processing // Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2022. Vol. 75. P. 1-29.
34. Neokleous I., Tarapata J., Papademas P. Non-thermal processing technologies for dairy products: Their effect on safety and quality characteristics // Frontiers in Sustainable Food Systems. 2022. Vol. 6. 184 p.
35. Shashkanova O., Maliutina K. Mathematical Modeling and Planning of a Three-Factor Experiment to Determine the Content of Copper and Zinc in the Brass Coating of Steel Wire // 2019 1st International Conference on Control Systems, Mathematical Modelling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA). IEEE, 2019. P. 590-595.
36. Bratsikhin A., Kostenko K., Salmanova D. Reconstitution of dry whey by cavitation disintegration based on the water catholyte // Journal of Hygienic Engineering and Design. 2017. Vol. 21. P. 103-107.

## REFERENCES

1. Rafiq, S. M., Rafiq S. I. Milk by-products Utilization // Current issues and challenges in the dairy industry. 2019. Vol. 8, No. 8. P. 31-38.
2. Zokaityte E., Cernauskas D., Klupsaite D., Lele V., Starkute V., Zavistanaviciute P., Bartkiene E. Bioconversion of milk permeate with selected lactic acid bacteria strains and apple by-products into beverages with antimicrobial properties and enriched with galactooligosaccharides // Microorganisms. 2020. Vol. 8, No. 8. 1182 p.

3. Lemiasheuski V. O., Özcan M. M., Ostrenko K. S. Milk and milk by products and alternative assessment methods // Sakharov readings 2021: Environmental problems of the XXI century. Minsk: IVC of the Ministry of Finance, 2021. Vol 1. 338 p.
4. Ravindra M. R., Sharma M., Krishnegowda R., Sangma A. Valorization of By-Products of Milk Fat Processing // Biotechnology for Zero Waste: Emerging Waste Management Techniques. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2022. P. 557-567.
5. Blinov A. V., Siddiqui S. A., Blinova A. A., Khramtsov A. G., Oboturova N. P., Nagdalian A. A., Ibrahim S. A. Analysis of the dispersed composition of milk using photon correlation spectroscopy // Journal of Food Composition and Analysis. 2022. No. 108. P. 1-29.
6. Kytä, V., Roitto M., Astaptsev A., Saarinen M., Tuomisto H. L. Review and expert survey of allocation methods used in life cycle assessment of milk and beef // The International Journal of Life Cycle Assessment. 2022. Vol. 27, No. 2. P. 191-204.
7. Meneses R. B., Monteiro M. L. G., Santos F. D., Leão M. D. R., Conte-Junior C. A. Sensory Characteristics of Dairy By-Products as Potential Milk Replacers in Ice Cream // Sustainability. 2021. No. 13. 1531 p.
8. Somov V. S., Evdokimov I. A. Monitoring sovremennykh trendov pererabotki vtorichnogo molochnogo syr'ya dlya polucheniya sukhikh mienralo-organicheskikh smesei i solei moloka // Sovremennye dostizheniya biotekhnologii. Tekhnika, tekhnologii i upakovka dlya realizatsii innovatsionnykh proektov na predpriyatiyakh pishchevoi i biotekhnologicheskoi promyshlennosti: materialy VII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (20–24 oktyabrya 2020 g.). / pod red. Evdokimova I. A., Lodygina A. D., Vartumyana A.A. Pyatigorsk: Izdatel'stvo PF SKFU, 2020. T. II. 206 p.
9. Gachegova V. V., Ivkova I. A. Primenenie vtorichnykh produktov pererabotki moloka v proizvodstve kislomolochnykh produktov // Natsional'naya (Vserossiiskaya) nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Sovremennye tendentsii razvitiya veterinarnoi nauki i praktikI». Omsk: Izdatel'stvo Omskii GAU, 2021. P. 221-224.
10. Vitushkina M. A., Dulepova M. A. Syvorotochnye belki moloka i ikh svoistva // Vestnik nauki. 2020. T. 5, No. 8 (29). P. 51-58.
11. Tsermoula P., Khakimov B., Nielsen J. H., Engelsen S. B. WHEY-The waste-stream that became more valuable than the food product // Trends in Food Science & Technology. 2021. Vol. 118. P. 230-241.
12. Khramtsov A. G., Blinov A. V., Blinova A. A., Serov A. V. Influence of the whey type on composition and properties of its mineralizates // Foods and Raw materials. 2017. Vol. 5, No. 1. P. 30-40.
13. Vitushkina M. A. Ispol'zovanie molochnoi syvorotki v pishchevoi promyshlennosti // Vestnik nauki. 2021. T. 5, No. 1 (34). P. 127-132.
14. Krasnoperova E. F., Nazarenko T. A., Nurzhanova A. A. Razrabotka tekhnologii syvorotochnogo napitka dlya funktsional'nogo pitaniya // Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi yubileyu Zasluzhennogo rabotnika vysshei shkoly Rossiiskoi Federatsii, doktora tekhnicheskikh nauk, professora Gavrilovoi Natal'i Borisovny. Omsk: Izdatel'stvo Omskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet imeni P.A. Stolypina, 2020. P. 417-421.
15. Volkova T. A. Realizatsiya nailuchshikh dostupnykh tekhnologii pri proizvodstve sukhikh kontsentratov iz molochnoi syvorotki // Sovremennye dostizheniya biotekhnologii. Global'nye vyzovy i aktual'nye problemy pererabotki i ispol'zovaniya vtorichnykh syr'evykh resursov agropromyshlennogo kompleksa Rossii. Materialy VIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii / pod red. I. A. Evdokimova, A. D. Lodygina. Stavropol': Obshchestvo s ogranichennoi otvetstvennost'yu «Byuro novostei», 2021. P. 68-71.
16. Muslimova N. R., Kulushtaeva B. M., Maizhanova A. O. Ratsional'noe ispol'zovanie molochnoi syvorotki v pishchevoi promyshlennosti // Integratsiya obrazovaniya, nauki i proizvodstva: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (g. Meleuz, 17 aprelya 2020 g.), 2020. 103 p.

17. Seifullaeva M. E., Belenikina M. G. Rynok molochnoi promyshlennosti Rossii: sostoyanie i perspektivy // Marketing v Rossii i za rubezhom. 2016. No. 6. P. 106-114.
18. Stepanov K. M., Darmaeva G. G., Khankhaldaeva S. G-D. i dr. Bezotkhodnaya pererabotka molochnogo syr'ya // Molochnaya promyshlennost'. 2020. No. 2. P. 43-45.
19. Leushina A. D., Ustyuzhaninova L. V. Issledovanie vozmozhnosti polucheniya ehtilovogo spirta iz molochnoi syvorotki // VIII Pushchinskaya konferentsiya «Biokhimiya, fiziologiya i biosfernaya rol' mikroorganizmoV», Shkola-konferentsiya molodykh uchenykh, aspirantov i studentov «Geneticheskie tekhnologii v mikrobiologii i mikrobnoe raznoobrazie»: sbornik tezisov. M.: GEOS, 2022. T. 6. 294 p.
20. Volodin D.N., Zolotoreva M.S., Topalov V.K., Evdokimov I.A., Khramtsov A.G., Mertin P. Pererabotka molochnoi syvorotki: ponyatnaya strategiya, real'nye tekhnologii, adekvatnye investitsii, vostrebovannye produkty // Molochnaya promyshlennost'. 2015. No. 5. P. 36-41.
21. Ryazantseva K. A., Korosteleva M. M. Rynok funktsional'nykh produktov, obogashchennykh syvorotochnymi ingredientami // Molochnaya promyshlennost'. 2021. No. 1. P. 30-33.
22. Lloyd R., Stewart H., Bailey D. Slowly dissolving particles in instant whole milk powder-Characterisation and quantitative analysis // International dairy journal. 2019. Vol. 97. P. 65-70.
23. Ho T. M., Zhu J., Bansal N., Boyce M. C., Le T. T. Effect of pH and heat treatment on physicochemical and functional properties of spray-dried whey protein concentrate powder // International Dairy Journal. 2021. Vol. 119. P. 5-43.
24. Gorelkina A. K., Timoshchuk I. V., Bagdonas N. S. Vliyanie kontaminantov vodoprovodnoi vody na komponenty vosstanovlennoi syvorotki // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Pishchevaya tekhnologiya. 2020. No. 4. P. 25-30.
25. Rokhlova M. V., Yushina E. A. Osnovnye napravleniya primeneniya akusticheskoi kavitatsii v proizvodstve pishchevykh produktov // E-Scio. 2020. No. 6 (45). P. 85-97.
26. Kostenko K. V., Bratsikhin A. A., Salmanova D. A., Borisenko A. A. Perspektivy primeneniya akusticheskoi obrabotki dlya proizvodstva molochnykh produktov // Vestnik SKFU. 2016. No. 4 (55). 222 p.
27. Borisenko A. A., Bratsikhin A. A., Kostenko K. V., Kostenko E. G., Borisenko L. A. Primenenie ul'trazvukovogo vozdeistviya v pishchevoi promyshlennosti // Sovremennye dostizheniya biotekhnologii. Global'nye vyzovy i aktual'nye problemy pererabotki i ispol'zovaniya vtorichnykh syr'evykh resursov agropromyshlennogo kompleksa Rossii. Materialy VIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii / pod red. I. A. Evdokimova, A. D. Lodygina. Stavropol', 2021. P. 43-47.
28. Balthazar C. F., Santillo A., Guimarães J. T., Bevilacqua A., Corbo M. R., Caroprese M., Albenzio M. Ultrasound processing of fresh and frozen semi-skimmed sheep milk and its effects on microbiological and physical-chemical quality // Ultrasonics Sonochemistry. 2019. Vol. 51. P. 241-248.
29. Alves de Aguiar Bernardo Y., Kaic Alves do Rosario D., Conte-Junior C. Adam Ultrasound on Milk Decontamination: Potential and Limitations Against Foodborne Pathogens and Spoilage Bacteria // Food Reviews International. 2021. P. 1-14.
30. Carrillo-Lopez L. M., Garcia-Galicia I. A., Tirado-Gallegos J. M., Sanchez-Vega R., Huerta-Jimenez M., Ashokkumar M., Alarcon-Rojo A. D. Recent advances in the application of ultrasound in dairy products: Effect on functional, physical, chemical, microbiological and sensory properties // Ultrasonics Sonochemistry. 2021. Vol. 73. P. 105-147.
31. Singla M., Sit N. Application of ultrasound in combination with other technologies in food processing: A review // Ultrasonics Sonochemistry. 2021. Vol. 73. P. 105-156.
32. Feng H., Ding J., Zhou B. Ultrasonic Processes // Food Safety Engineering. Springer, Cham, 2020. P. 579-605.

33. Oliveira A. R., Guimarães J. T., Ramos G. L. P., Esmerino E. A., Pimentel T. C., Neto R. P., Cruz A. G. Benefits of thermosonication in orange juice whey drink processing // Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2022. Vol. 75. P. 1-29.
34. Neokleous I., Tarapata J., Papademas P. Non-thermal processing technologies for dairy products: Their effect on safety and quality characteristics // Frontiers in Sustainable Food Systems. 2022. Vol. 6. 184 p.
35. Shashkanova O., Maliutina K. Mathematical Modeling and Planning of a Three-Factor Experiment to Determine the Content of Copper and Zinc in the Brass Coating of Steel Wire // 2019 1st International Conference on Control Systems, Mathematical Modelling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA). IEEE, 2019. P. 590-595.
36. Bratsikhin A., Kostenko K., Salmanova D. Reconstitution of dry whey by cavitation disintegration based on the water catholyte // Journal of Hygienic Engineering and Design. 2017. Vol. 21. P. 103-107.

#### ОБ АВТОРЕ / ABOUT THE AUTHOR

**Салманова Динара Александровна**, инженер научно-исследовательской лаборатории пищевой и промышленной биотехнологии ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Россия, Ставрополь, улица Пушкина, 1, 8-906-462-49-14, ORCID: 0009-0003-2240-0777, [salmanova.dinara@yandex.ru](mailto:salmanova.dinara@yandex.ru)

**Salmanova Dinara Alexandrovna**, engineer of the Research Laboratory of Food and Industrial Biotechnology, North Caucasus Federal University, Pyshkin str. 1, 355029 Stavropol, Russia, 8-906-462-49-14, ORCID: 0009-0003-2240-0777, [salmanova.dinara@yandex.ru](mailto:salmanova.dinara@yandex.ru)

Дата поступления в редакцию: 03.04.2023

После рецензирования: 13.05.2023

Дата принятия к публикации: 07.06.2023

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 95-101  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):95-101

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ  
ПРОДУКТОВ /  
TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS

Научная статья / Original article

УДК 663.86.054.2  
DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.9

**Марина Александровна Новикова**  
[Marina A. Novikova],  
**Максим Владимирович Гончаров**  
[Maksim V. Goncharov],  
**Дмитрий Владимирович Сызранцев**  
[Dmitrij V. Syzrancev],  
**Геннадий Валентинович Алексеев**  
[Gennadij V. Alekseev]

**Интенсификация процесса очистки  
сточных вод для ее вторичного  
использования на пищевых предприятиях**

**Intensification of the wastewater treatment  
process for its secondary use in food  
enterprises**

<sup>1</sup> *Национальный исследовательский университет «МЭИ» (филиал) г. Смоленск, Россия /  
Moscow Power Engineering Institute (branch) Smolensk, Russia, [mar.novikova@ro.ru](mailto:mar.novikova@ro.ru)*  
<sup>2</sup> *Национальный исследовательский университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия /  
ITMO University, St. Petersburg, Russia, [romanchikovspb@mail.ru](mailto:romanchikovspb@mail.ru)*

**Аннотация** На сегодняшний день вопросы ресурсосбережения все больше волнуют человечество, в связи с этим становятся перспективными вопросы вторичного использования сырья и вспомогательных материалов. В среднем на пищевых предприятиях используется около 50 м<sup>3</sup> воды в смену, эта вода помимо основного технологического процесса используется на вспомогательные операции. В статье были проанализированы стандартные методы очистки сточных вод от загрязнений и современные способы повышения качества очистки.

**Ключевые слова:** ресурсосбережение, экология, вторичное использование, очистка воды, сточные воды, производственный цикл.

**Для цитирования:** Новикова М. А., Гончаров М. В., Сызранцев Д. В., Алексеев Г. В. Интенсификация процесса очистки сточных вод для ее вторичного использования на пищевых предприятиях // *Современная наука и инновации*. 2023. №2 (42). С. 95-101. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.9>

**Abstract** To date, the issues of resource conservation are of increasing concern to mankind, in this regard, the issues of the secondary use of raw materials and auxiliary materials are becoming promising. On average, food enterprises use about 50 m<sup>3</sup> of water per se, this water in addition to the main technological process is used for auxiliary operations. The article considered standard methods of wastewater treatment from pollution and modern ways to improve the quality of treatment

**Key words:** resource conservation, ecology, recycling, water purification, waste water, production cycle.

**For citation:** Novikova M. A., Goncharov M. V., Syzrantsev D. V., Alekseev G. V. Intensification of the wastewater treatment process for its secondary use in food enterprises. *Modern Science and Innovations*. 2023;2(42):95-101. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.9>

According to the definitions, wastewater is water obtained after human activities and supplied for treatment at treatment facilities. At the moment, wastewater is one of the main sources of pollution of the biosphere. Due to the large amount of wastewater and the heterogeneous

composition of contaminants at wastewater treatment plants, it is necessary to use a variety of treatment methods [1,2].

Most often, at enterprises, the resulting wastewater is discharged for treatment into citywide wastewater treatment plants; pollution generated at food enterprises requires additional treatment.

Wastewater received after technological processes at industrial enterprises can be divided into three categories:

- contaminated, containing fats;
- contaminated lean;
- uncontaminated.

Wastewater from food enterprises is characterized by high levels of BOD, COD, nutrients, and fats (Table 1). These indicators do not allow the discharge of wastewater, without prior treatment, into general utility systems.

**Table 1. The composition of wastewater from some food industries**

Indicators	Branches of the food industry				
	Meat processing	Dairy processing	Fish processing	Confectioner y	Brewery
Suspended solids g / dm <sup>3</sup>	1.5-2.0	0.30-0.60	1.30-1.35	1.38	0.50-0.60
pH	6.5-8.5	6.0-8.0	7.0-8.0	7.0-7.5	7.0-7.5
COD g/dm <sup>3</sup>	1.60-2.00	1.50-3.00	1.08-2.00	2.50-3.00	1.20-1.50
BOD g/dm <sup>3</sup>	0.80-1.50	1.20-1.40	0.59-1.30	2.00-2.50	0.80-1.00
Fat content g / dm <sup>3</sup>	0.20	0.10	0.98-0.10	0.11	-

The requirements that apply to the quality of wastewater can be very different and are determined by the intended purpose.

The treatment facilities use multi-stage cleaning, at each stage of cleaning the main quality indicators are monitored. According to regulatory documents, the maximum allowable concentrations of treated water do not depend on the degree of initial pollution and must correspond to the established figures (Table 2).

**Table 2. Maximum permissible concentrations of the main indicators of the quality of treated wastewater**

Indicators	MPC for discharge from urban wastewater treatment plants (GOS)
Suspended solids g / dm <sup>3</sup>	0.30
pH	6-9
COD g/dm <sup>3</sup>	0.50
BOD g/dm <sup>3</sup>	0.30
Fat content g / dm <sup>3</sup>	0.05

The degree of wastewater pollution at modern industrial enterprises provides for the presence of preliminary wastewater treatment by the enterprise itself. Economic pressure from the municipal water utilities and the state, in the form of increased tariffs and fines, puts before the specialists of industrial enterprises the task of using effective cleaning methods and combining standard methods with modern ones.

The following standard methods are used for wastewater treatment:

- mechanical;
- biological;

- chemical;
- physical and chemical;
- electrochemical.

Scientists from different countries are actively engaged in the development of a technological scheme for wastewater treatment from organic pollution, however, despite the fact that the prospects for the use of multi-stage technologies for complex wastewater treatment for food production have been proven, it is necessary to develop a technologically efficient and economically sound treatment scheme.

As experience shows, standard methods do not always allow obtaining a degree of wastewater treatment that would be acceptable for the recycling of these waters in enterprises.

When solving the problems of wastewater treatment, the problems of separation of emulsions are most often considered. Emulsions are a heterogeneous system of two liquids, one of which is distributed into the other, in the form of immiscible droplets.

The theoretical basis for the separation of emulsions is the Stokes law, which determines the laws governing the movement of particles during centrifugation.

$$\text{Re} = \frac{W_{oc} d \rho_c}{18 \mu_c} \leq 2 \quad (1)$$

In accordance with the Stokes law, the velocity of particles in a centrifuge for a laminar mode can be defined:

$$W_{oc} = \frac{d^2 (\rho - \rho_c) W^2 R}{18 \mu_c} \quad (2)$$

Where

$d$  — particle diameter, m;

$\rho$ — density of suspended particles,  $\text{kg/m}^3$  ;

$\rho_c$  is the density of the liquid medium,  $\text{kg/m}^3$  ;

$\mu_c$  is the coefficient of dynamic viscosity of the liquid medium.  $\text{Pa} \cdot \text{s}$  ;

$W$  is the angular velocity of rotation,  $1/\text{s}$  ;

$R$  – radius of rotation, m.

To determine the properties of the emulsion that affect the parameters of the separation process, a value equal to:

$$\frac{(\rho - \rho_c)}{\mu_c} \quad (3)$$

If the value of this value increases, then the speed of movement of particles in the centrifuge increases.

to put this into practice, the liquids are heated, resulting in its viscosity decreases [3-4].

When particles are deposited in a centrifugal field, the rate of settling increases by  $n$  times compared to the rate of settling under the action of gravity.

$$n = \frac{W^2 R}{g} \quad (4)$$

The index  $n$  is the main characteristic that determines the patterns of particle settling under the influence of centrifugal forces, it is also called the separation factor, which, in essence, is the Froude centrifugal criterion

$$\text{Fr} = \frac{W^2 R}{g} \quad (5)$$

The separation factor is one of the main parameters that determine the conditions for the deposition of particles under the action of centrifugal force [5].

The diameter of the particles that are separated during centrifugation (separation) is directly dependent on the performance of the equipment. And it is determined by the formula:

$$d = \left( \frac{V\mu_c 10^6}{5.55n^2 R_b^2 h^2 z (\rho - \rho_c) \cos \alpha_1} \right)^{0.5} \quad (6)$$

Where

V - productivity, m<sup>3</sup> / s;

n is the frequency of rotation of the drum;

R<sub>b</sub> - the maximum radius of the plate, m;

h is the distance between the plates according to the norms, m;

z is the number of plates;

α - the angle of inclination of the surface of the plate (α = 45°-40°).

The results of experimental studies of determining the size of separated particles are shown in Fig.1.

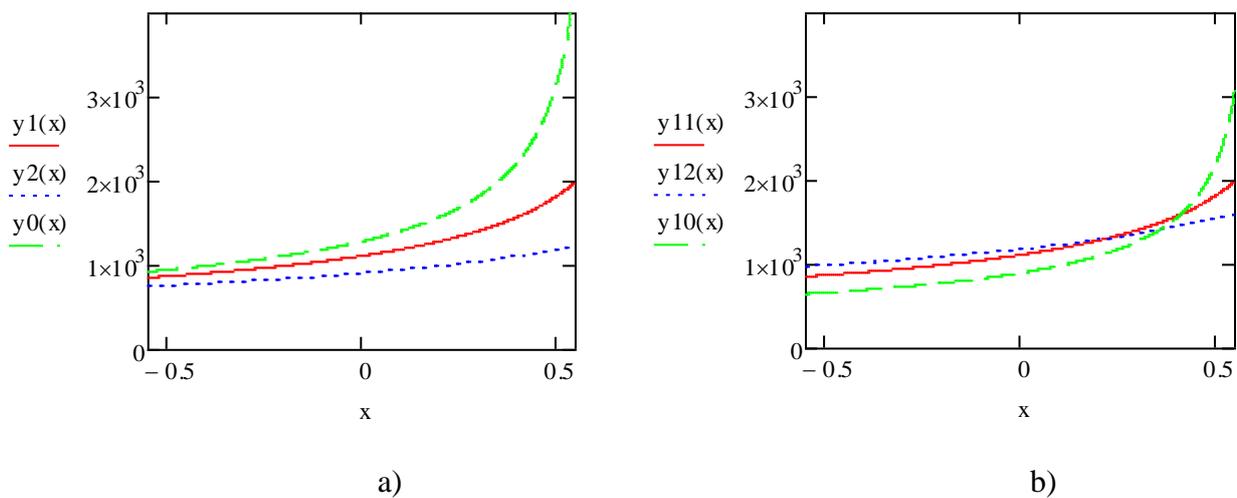


Figure 1. Characteristic features of the change in the size of the separated particles

ITMO researchers have developed a universal plant for the purification of wastewater from food production from oil and fat contamination.

The use of the installation will allow to obtain a sufficiently high level of wastewater treatment. The device provides for the separation of liquids depending on their density (Fig. 2).

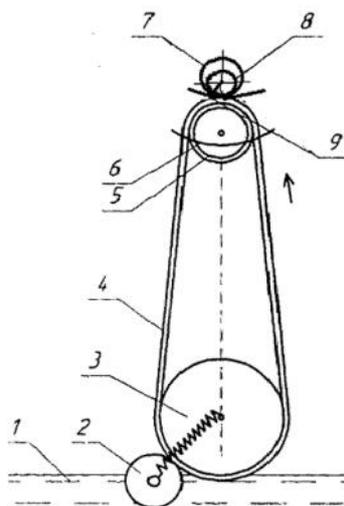


Figure 2. Device for separating liquids by density

When the device is operating, a porous tape (pos. 4) is placed in a container with a liquid to be separated (pos. 1) between two wolves (pos. 2 and 3). The belt absorbs the lighter fraction, when the belt passes between the upper conveying wolf (pos. 5) and the squeeze roll (pos. 7), the previously absorbed particles of the light fraction are removed from the pores of the belt. The thickness of the tape is selected depending on the characteristics of the liquid to be separated.

The collected fraction is directed through the holes on the roll to the collection tray located inside the roll. From the collection tray, the liquid enters for further processing.

As the belt advances, it is compressed between the conveying roll and the lower squeeze roll; during compression, air is removed from the pores of the belt.

The described device has been tested both in the separation of water and oil products, and in the purification of water from confectionery enterprises. The processing of experimental data allows us to draw the following conclusions: when separating a suspension with an increase in the density of the medium being separated, larger particles are separated (Fig. 1a), the same pattern can be traced with an increase in the viscosity of the separated component (Fig. 1b) [5].

The described device can be included in the standard technological scheme of wastewater treatment, which will significantly increase the degree of purification. Water purified by this method can be used for technological purposes in food enterprises. Closed cycles of industrial water supply make it possible to completely eliminate wastewater discharged into surface water bodies, and use fresh water to replenish irretrievable losses.

Improvement of the standard method of mechanical wastewater treatment using the proposed method will increase the efficiency of the treatment process and the environmental friendliness of the resulting water.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Г. В., Егошина Е. В., Башева Е. П., Верболоз Е. И., Боровков М. И. Оценка конкурентоспособности инновационного технического решения // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2014. № 4. С. 137-146.
2. Куликова М. Г., Новикова М. А., Методы усовершенствования очистных сооружений на примере г. Смоленска // Сборник трудов V Международной научно-технической конференции «Энергетика, информатика, инновации – 2015». В 2-х т. Т. 2. Смоленск, 2015. С. 37-39.
3. Новикова М. А., Куликова М. Г. Техническое обеспечение методов очистки сточных вод от биогенных элементов // Сборник трудов VI Международной научно-технической конференции «Энергетика, информатика, инновации – 2014». Смоленск, 2014. С. 222-225.
4. Новикова М. А., Романова О. Н., Куликова М. Г. Характеристика биологических систем очистки сточных вод // Сборник трудов 4-й Международной научно-практической конференции «Техника и технологии: пути инновационного развития». Курск: Юго-Западный государственный университет, 2014. С. 207-210.
5. Пат. 2646423 РФ/ Алексеев Г.В., Калинина Е.В. Устройство для разделения жидкостей по плотности. Заявлено 07.04.2017. Оpub. 05.03.2018.
6. Herdiansyah M. I., Yuliwati E., Ismail M. F., Ismail A. F. Mathematical Model of Optimum Composition on Membrane Fabrication Parameters for Treating Batik Palembang Wastewater // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017. Vol. 12. P. 797-802.
7. Mokhtar N. M., Lau W. J., Ismail A. F., Kartohardjono S., Lai S. O. The potential of direct contact membrane distillation for industrial textile wastewater treatment using PVDF-Cloisite 15A nanocomposite membrane// Chemical Engineering Research and Design. 2016. Vol. 11. P. 284- 293.

8. Maab H., Francis L., Alsaadi A. S., Aubry C., Ghaffour N., Amy G. L., Nunes S. P. Synthesis and fabrication of nanostructured hydrophobic polyazole membranes for low-energy water recovery// *Journal of Membrane Science*. 2012. Vol.11-19. P. 423-424.
9. Pat. 3508652A US/ John E Woolley. Method of and apparatus for separating oil from water. App. 01.11.1968. Pub. 28.04.1970.
10. Pat. 2419315 FR /George Greig,Michael Peter Broadribb/ Oil removal from oily sludge - by filtration on precoated surface filter. App. 1978-03-10. Pub. 1979-10-05.
11. Pat. 0148444A3 EP /Frank Fischer, Gerhold Reitmeier. Verfahren und Vorrichtung zum Trennen eines Öl-Wasser-Gemisches/App. 1985-07-17. Pub. 1985-09-18.

## REFERENCES

1. Alekseev G. V., Egoshina E. V., Basheva E. P., Verboloz E. I., Borovkov M. I. Otsenka konkurentocpocobnosti innovatsionnogo tekhnicheskogo resheniya, *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya: Ehkonomika i ehkologicheskii menedzhment*. 2014. No. 4. P. 137-146.
2. Kulikova M. G., Novikova M. A., *Metody usovershenstvovaniya ochistnykh sooruzhenii na primere g. Smolenska // Sbornik trudov V Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii: v 2 t. «Ehnergetika, informatika, innovatsii - 2015»*. Smolensk. 2015. P. 37-39.
3. Novikova M. A., Kulikova M. G., *Tekhnicheskoe obespechenie metodov ochistki stochnykh vod ot biogennykh ehlementov. // Sbornik trudov VI Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii «Ehnergetika, informatika, innovatsii - 2014»*. Smolensk, 2014. P. 222-225.
4. Novikova M. A., Romanova O. N., Kulikova M. G. *Kharakteristika biologicheskikh sistem ochistki stochnykh vod. // Sbornik trudov 4-i Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Tekhnika i tekhnologii : puti innovatsionnogo razvitiYA» - Yugo-Zapadniy gosudarstvennyi universitet. Kursk, 2014. P. 207-210.*
5. Pat. 2646423 RF / Alekseev G. V., Kalinina E. V. *Ustroistvo dlya razdeleniya zhidkosti po plotnosti. Zayavleno 07.04.2017. Opublikovano 05.03.2018.*
6. Herdiansyah M. I., Yuliwati E., Ismail M. F., Ismail A. F. *Mathematical Model of Optimum Composition on Membrane Fabrication Parameters for Treating Batik Palembang Wastewater // Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2017. Vol. 12. P. 797-802.
7. Mokhtar N. M., Lau W. J., Ismail A. F., Kartohardjono S., Lai S. O. *The potential of direct contact membrane distillation for industrial textile wastewater treatment using PVDF-Cloisite 15A nanocomposite membrane// Chemical Engineering Research and Design*. 2016. Vol. 11. P. 284- 293.
8. Maab H., Francis L., Alsaadi A. S., Aubry C., Ghaffour N., Amy G. L., Nunes S. P. Synthesis and fabrication of nanostructured hydrophobic polyazole membranes for low-energy water recovery// *Journal of Membrane Science*. 2012. Vol.11-19. P. 423-424.
9. Pat. 3508652A US/ John E Woolley. Method of and apparatus for separating oil from water. App. 01.11.1968. Pub. 28.04.1970.
10. Pat. 2419315 FR /George Greig,Michael Peter Broadribb/ Oil removal from oily sludge - by filtration on precoated surface filter. App. 1978-03-10. Pub. 1979-10-05.
11. Pat. 0148444A3 EP /Frank Fischer, Gerhold Reitmeier. Verfahren und Vorrichtung zum Trennen eines Öl-Wasser-Gemisches/App. 1985-07-17. Pub. 1985-09-18.

## ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Новикова Марина Александровна** - старший преподаватель, кафедры «Технологические машины и оборудование» филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске, 214013, Россия, г. Смоленск, тел. 8-951-698-61-02, e-mail: [mar.novikova@ro.ru](mailto:mar.novikova@ro.ru)

**Novikova Marina Aleksandrovna** - senior lecturer, department "Technological machines and equipment", branch of federal state budgetary educational institution of higher education "National research university "MPEI" in Smolensk, 214013, Russia, Smolensk, tel. 8-951-698-61-02, e-mail: [mar.novikova@ro.ru](mailto:mar.novikova@ro.ru)

**Гончаров Максим Владимирович** - к.т.н, доцент, кафедры «Технологические машины и оборудование» филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске, 214013, Россия, г. Смоленск, тел. 8-910-788-11-33, e-mail: [goncharovmaxv@yandex.ru](mailto:goncharovmaxv@yandex.ru)

**Goncharov Maksim Vladimirovich** - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department "Technological Machines and Equipment", Branch of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "National Research University "MPEI" in Smolensk, 214013, Russia, Smolensk, tel. 8-910-788-11-33, e-mail: [goncharovmaxv@yandex.ru](mailto:goncharovmaxv@yandex.ru)

**Сызранцев Дмитрий Владимирович** - аспирант, Национальный исследовательский университет ИТМО, 197101, Россия, г. Санкт-Петербург, тел. 8-911-209-49-67, e-mail: [romanchikovspb@mail.ru](mailto:romanchikovspb@mail.ru)

**Syzrancev Dmitrij Vladimirovich** - Graduate student, National Research University ITMO, 197101, Russia, St. Petersburg, tel. 8-911-209-49-67, e-mail: [romanchikovspb@mail.ru](mailto:romanchikovspb@mail.ru)

**Алексеев Геннадий Валентинович** - д.т.н., профессор, доцент, Национальный исследовательский университет ИТМО, 197101, Россия, г. Санкт-Петербург, тел. 8-921-3350796, e-mail: [Gva2003@mail.ru](mailto:Gva2003@mail.ru)

**Alekseev Gennadij Valentinovich** - D. in Engineering, Professor, Associate Professor, National Research University ITMO, 197101, Russia, St. Petersburg, tel. 8-921-3350796, e-mail: [Gva2003@mail.ru](mailto:Gva2003@mail.ru)

Дата поступления в редакцию: 12.04.2023

После рецензирования: 18.05.2023

Дата принятия к публикации: 19.06.2023

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 102-113  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):102-113

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ  
ПРОДУКТОВ /  
TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS

Научная статья / Original article

УДК 637.143.6

DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.10

Динара Александровна Салманова

[Dinara A. Salmanova]<sup>1</sup>

Андрей Александрович Брацихин

[Andrey A. Bratsikhin]<sup>2</sup>

Иван Алексеевич Евдокимов

[Ivan A. Evdokimov]<sup>1</sup>

Анастасия Александровна Блинова

[Anastasiya A. Blinova]<sup>1</sup>

**Исследование стабильности молочных систем,  
восстановленных с использованием  
кавитационной дезинтеграции**

**Investigation of the stability of dairy systems,  
rehydrated using cavitation disintegration**

<sup>1</sup>Северо-Кавказский Федеральный Университет, г. Ставрополь, Россия /  
North-Caucasian Federal University, Stavropol, Russia, [salmanova.dinara@yandex.ru](mailto:salmanova.dinara@yandex.ru)

<sup>2</sup>Удмуртский государственный аграрный университет, г. Ижевск, Россия /  
Udmurt State Agricultural University, Izhevsk, Russia, [salmanova.dinara@yandex.ru](mailto:salmanova.dinara@yandex.ru)

**Аннотация.** Одно из основных требований к восстановленной молочной системе заключается в ее стабильности на протяжении всего срока хранения. У образцов молочных систем «сухое обезжиренное молоко – сухая деминерализованная молочная сыворотка», восстановленных с использованием кавитационной дезинтеграции, исследовали значения дзета-потенциала частиц дисперсной фазы, а также среднего гидродинамического радиуса мицелл казеина с целью изучить влияние режимов обработки ультразвуком, а также процента замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой в растворе и их влияние на стабильность полученной системы.

**Ключевые слова:** Молочная система, дзета-потенциал, средний гидродинамический радиус мицелл казеина, кавитационная дезинтеграция, стабильность

**Для цитирования:** Салманова Д. А., Брацихин А. А., Евдокимов И. А., Блинова А. А. Исследование стабильности молочных систем, восстановленных с использованием кавитационной дезинтеграции // Современная наука и инновации. 2023. №2 (42). С. 102-113. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.10>

**Abstract.** One of the main requirements for a rehydrated dairy system is stability throughout the entire shelf life. In samples of dairy systems «skimmed milk powder – demineralized whey powder» rehydrated using cavitation disintegration, the values of the zeta potential of dispersed phase particles, as well as the average hydrodynamic radius of casein micelles were studied in order to study the effect of ultrasound treatment modes, as well as the percentage of replacement of skimmed milk powder with dry demineralized whey in solution and their influence on the stability of the resulting system.

**Key words:** Rehydrated milk system, zeta-potential, average hydrodynamic radius of casein micelles, cavitation disintegration, stability

**For citation:** Salmanova D. A., Bratsikhin A. A., Evdokimov I. A., Blinova A. A. Investigation of the stability of dairy systems, rehydrated using cavitation disintegration. *Modern Science and Innovations*. 2023;2(42):102-113. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.10>

**Введение.** Стабильность коллоидного раствора обеспечивается наличием электрического заряда на поверхности коллоидно-дисперсных частиц и гидратных оболочек вокруг частиц.

Различают два основных вида устойчивости коллоидных систем:

- агрегативная (кинематическая) – против укрупнения частиц;
- седиментационная – против оседания.

Устойчивость связана с действием двух факторов:

- структурно-механического фактора (различные оболочки: диффузный слой, гидратная оболочка);
- ионно-электростатического фактора (наличие у каждой коллоидной частицы определённого заряда того же знака, что и у других частиц).

Электростатический потенциал двойного электрического слоя, окружающий наночастицу в растворе, называется дзета-потенциалом и является мерой устойчивости коллоидных систем и белков [1–3].

Дзета-потенциал описывает величину заряда, присутствующего на коллоидной частице, и определяется как заряд частицы в «плоскости сдвига». Эта плоскость представляет собой теоретическое положение вне коллоида (за Штерновским и диффузными слоями, так называемый «двойной слой»), где частица свободно взаимодействует с окружающей ее средой. Частицы с высоким дзета-потенциалом самостабилизируются, поскольку их заряд препятствует слипанию, повышает стабильность и устойчивость к агрегации. При низком дзета-потенциале, притяжение превышает отталкивание, и происходит нарушение устойчивости дисперсии, так коллоиды с низким значением дзета-потенциала склонны к коагуляции или флокуляции [4, 5]. Экспериментально установлено, что порогу коагуляции соответствует некоторое критическое значение дзета-потенциала в 30 мВ [6].

Целью данного исследования является изучение стабильности восстановленных кавитационной дезинтеграцией молочных систем «сухое обезжиренное молоко – сухая деминерализованная молочная сыворотка» посредством измерения дзета-потенциала частиц дисперсной фазы, а также среднего гидродинамического радиуса мицелл казеина восстановленных растворов.

**Материалы и методы, используемое оборудование.** Для ультразвуковой обработки путем кавитационной дезинтеграции растворов использовали лабораторный ультразвуковой гомогенизатор Hilscher UP – 400S («Hilscher» Germany) (400 Вт, 24 кГц).

Измерение дзета-потенциала ( $\zeta$ ) проводили с использованием совмещенного акустического и электроакустического спектрометра Dispersion DT-1202 (Dispersion Technology, Inc., США). Измерения проводили в соответствии с ISO 13099-1-2012.

Измерение среднего гидродинамического радиуса мицелл казеина проводили методом фотонно-корреляционной спектроскопии при помощи многофункционального спектрометра динамического и статического рассеяния света «Photocor Complex» (производство ООО «Антекс-97», Россия). Измерения проводили в соответствии с ГОСТ Р 8.774.

**Результаты и обсуждение.** Восстановленные путем кавитационной дезинтеграцией образцы были получены соответственно построенной матрице математического планирования эксперимента [7], представленной в таблице 1, где в качестве варьируемых параметров использовали:

- амплитуду механических колебаний по шкале прибора Hilscher UP – 400S (A, %),
- время обработки раствора ультразвуком (t, с),
- процент замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой (C, %).

Значение дзета-потенциала частиц дисперсной фазы восстановленных образцов молочной системы «сухое обезжиренное молоко – сухая молочная деминерализованная сыворотка» измеряли в течение 26 суток. Продолжительность наблюдения определялась окончанием процесса коагуляции казеина во всех исследуемых образцах. Для проведения измерений использовали совмещенный акустический и электроакустический спектрометр Dispersion DT-1202 [8 – 11]. Полученные данные представлены в таблице 2, и на рисунках 1 – 9.

Таблица 1 – Матрица математического планирования эксперимента  
Table 1 – Matrix of mathematical planning of the experiment

№ точки	A, %	t, с	C, %
1	20	10	10
2	20	50	50
3	20	90	90
4	60	10	50
5	60	50	90
6	60	90	10
7	100	10	90
8	100	50	10
9	100	90	50

Таблица 2 – Значения дзета-потенциала частиц дисперсной фазы систем «сухое обезжиренное молоко – сухая деминерализованная молочная сыворотка», мВ

Table 2 – Values of the zeta potential of particles of the dispersed phase of the systems «skimmed milk powder – demineralized whey powder», mV

№ образца	Время экспозиции, сутки										
	0	1	2	4	6	8	12	18	22	24	26
1	-11,59	-11,64	-11,54	-11,45	-11,24	-11,12	-11,07	-10,97	-9,98	-0,98	-1,02
2	-32,93	-32,21	-31,73	-31,14	-30,61	-29,61	-29,1	-28,1	-26,49	-1,49	-1,44
3	-74,04	-73,6	-73,23	-73,05	-72,55	-71,45	-70,58	-68,28	-1,25	-1,08	-1,1
4	-34,17	-34,06	-33,91	-33,28	-32,92	-32,84	-31,14	-30,3	-25,85	-1,85	-1,79
5	-83,85	-81,8	-80,38	-79,2	-79,1	-78,45	-75,23	-70,92	-1,2	-1,08	-1,12
6	-9,64	-9,72	-9,64	-9,42	-9,35	-8,78	-9,11	-9,76	-8,94	-0,94	-1,02
7	-78,83	-77,92	-76,12	-72,45	-70,31	-67,21	-61,42	-2,1	-1,4	-1,28	-1,34
8	-9,21	-9,12	-9,04	-8,92	-8,84	-8,78	-8,11	-7,76	-1,05	-0,87	-0,98
9	-38,43	-38,26	-38,5	-36,02	-37,78	-35,84	-34,67	-34,51	-1,06	-1,24	-1,15

В ходе анализа полученных экспериментальных данных было установлено, что значение дзета-потенциала изменяется в зависимости от процента замены в растворе сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой. При 10 % замещения (образцы № 1, № 6 и № 8) значение дзета-потенциала не превышает - 15 мВ. Дзета-потенциал увеличивается по модулю с увеличением процента замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой более 50 %. В данном случае значения дзета-потенциала находятся в диапазоне от -32,93 мВ (образец № 2) до -38,43 мВ (образец № 9). При замене 90 % сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой значение дзета-потенциала находится в диапазоне от -74,04 мВ (образец № 3) до -83,85 мВ (образец № 5). Данный показатель

приближен к полученному в рамках эксперимента значению дзета-потенциала сыворотки (дзета-потенциал = -100,49 мВ).

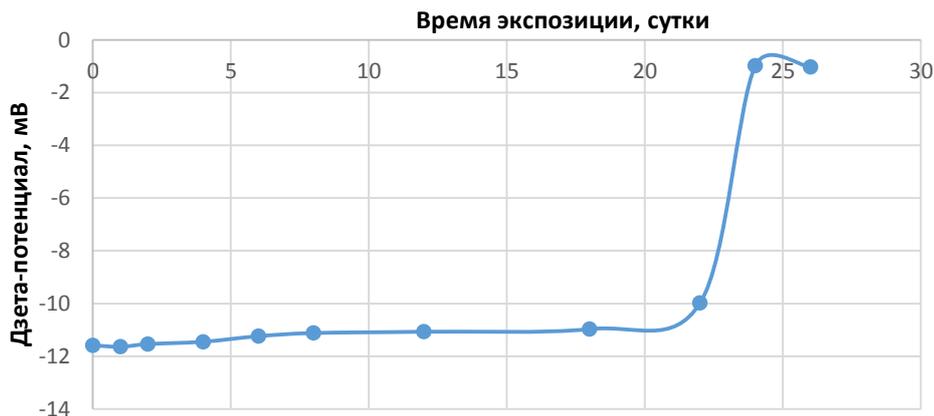


Рисунок 1 – Зависимость дзета-потенциала от времени экспозиции образца № 1  
 Figure 1 – Dependence of the zeta potential on the exposure time of sample № 1



Рисунок 2 – Зависимость дзета-потенциала от времени экспозиции образца № 2  
 Figure 2 – Dependence of the zeta potential on the exposure time of sample № 2

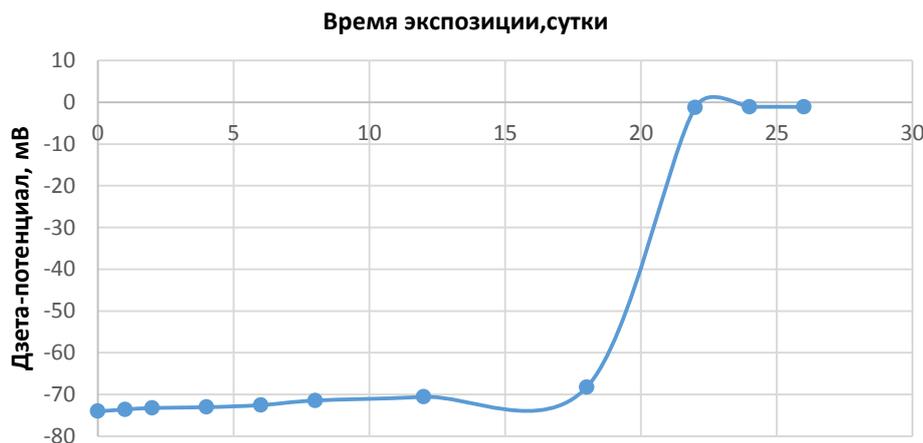


Рисунок 3 – Зависимость дзета-потенциала от времени экспозиции образца № 3  
 Figure 3 – Dependence of the zeta potential on the exposure time of sample № 3



Рисунок 4 – Зависимость дзета-потенциала от времени экспозиции образца № 4  
Figure 4 – Dependence of the zeta potential on the exposure time of sample № 4



Рисунок 5 – Зависимость дзета-потенциала от времени экспозиции образца № 5  
Figure 5 – Dependence of the zeta potential on the exposure time of sample № 5



Рисунок 6 – Зависимость дзета-потенциала от времени экспозиции образца № 6  
Figure 6 – Dependence of the zeta potential on the exposure time of sample № 6



**Рисунок 7 – Зависимость дзета-потенциала от времени экспозиции образца № 7**  
**Figure 7 – Dependence of the zeta potential on the exposure time of sample № 7**



**Рисунок 8 – Зависимость дзета-потенциала от времени экспозиции образца № 8**  
**Figure 8 – Dependence of the zeta potential on the exposure time of sample № 8**



**Рисунок 9 – Зависимость дзета-потенциала от времени экспозиции образца № 9**  
**Figure 9 – Dependence of the zeta potential on the exposure time of sample № 9**

Зависимость дзета-потенциала частиц дисперсной фазы систем «сухое обезжиренное молоко – сухая деминерализованная молочная сыворотка» от времени ( $d\zeta/dt$ ) можно разделить на два участка. На первом участке не происходит значительных изменений дзета-потенциала. Второй участок характеризуется «стремительным» уменьшением значения дзета-потенциала по модулю. Это происходит по причине коагуляции и последующей седиментации частиц дисперсной фазы систем «сухое обезжиренное молоко – сухая деминерализованная молочная сыворотка». Для графика, представленного на рисунке 9, уменьшение значения дзета-потенциала по модулю происходит на 24 сутки.

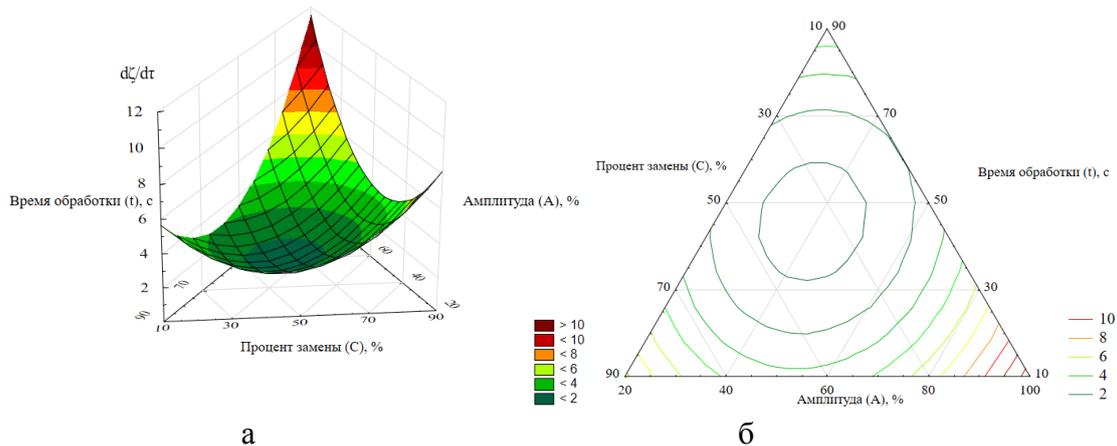
Для последующего построения математической модели зависимости стабильности восстановленных молочных систем от параметров обработки и процента замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой в растворе, необходимо определить значение производной дзета-потенциала по времени  $d\zeta/dt$ . Значение  $d\zeta/dt$  определяли, как тангенс угла наклона  $\alpha$  зависимости  $\zeta = f(\tau)$  (рисунок 9). Полученные значения производной представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Значения  $d\zeta/dt$  частиц дисперсной фазы систем «сухое обезжиренное молоко – сухая деминерализованная молочная сыворотка»

Table 3 – Values of  $d\zeta/dt$  particles of the dispersed phase of the systems «skimmed milk powder – demineralized whey powder»

№ образца	A, %	t, c	%	$\alpha$	$d\zeta/dt$
1	20	10	10	77	4,32
2	20	50	50	73	3,26
3	20	90	90	69	2,60
4	60	10	50	74	3,48
5	60	50	90	65	2,14
6	60	90	10	80	5,65
7	100	10	90	44	0,96
8	100	50	10	61	1,80
9	100	90	50	64	2,05

При помощи программного комплекса Statistica 10.0 получены тернарная поверхность и изолинии ее сечения для величины стабильности восстановленных молочных систем [12]. Полученная тернарная поверхность и изолинии сечения представлены на рисунке 10.



**Рисунок 10 – Зависимость стабильности восстановленных систем «сухое обезжиренное молоко – сухая деминерализованная молочная сыворотка» от амплитуды, времени обработки ультразвуком и процента замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой:**

**а – тернарная поверхность, б – изолинии сечения тернарной поверхности**

**Figure 10 – Dependence of the stability of the restored systems «skimmed milk powder – demineralized whey powder» on the amplitude, time of ultrasound treatment and the percentage of replacement of skimmed milk powder with dry demineralized whey: а – ternary surface, б – isolines of the section of the ternary surface**

По итогам анализа полученных данных установлено, что зависимость дзета-потенциала по времени от амплитуды механических колебаний и процента замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой в растворе  $d\zeta/dt = f(A, C, t)$  имеет следующий вид:

$$d\zeta/dt = 8,1793 \cdot A + 11,5396 \cdot t + 5,6565 \cdot C - 22,0298 \cdot A \cdot t - 16,938 \cdot A \cdot C - 20,8326 \cdot C \cdot t$$

Установлено, что восстановленные растворы с оптимальными значениями дзета-потенциала формируются при следующих режимах обработки ультразвуком: амплитуда механических колебаний – от 20 до 50 %, время воздействия ультразвука – от 40 до 60 секунд. Также установлено, что оптимальный процент замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой для получения стабильного восстановленного раствора составляет от 20 % до 50%.

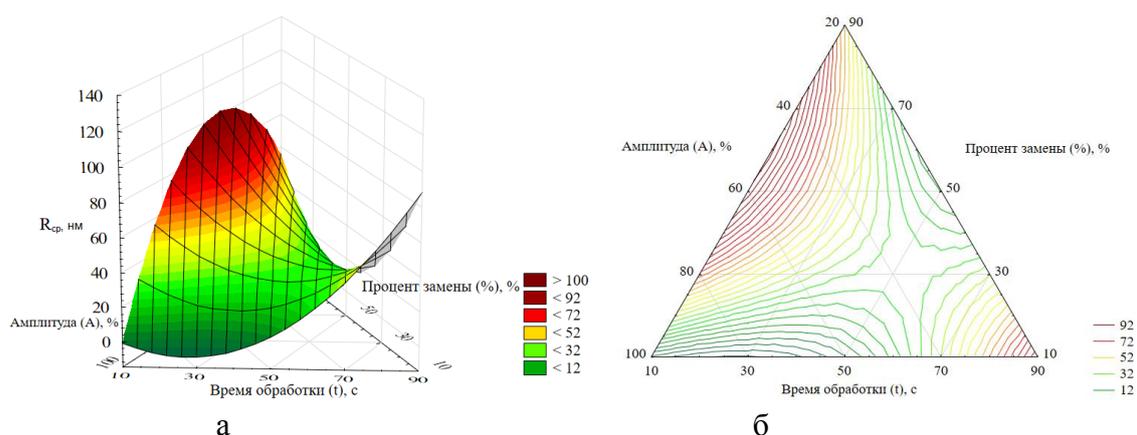
У полученных в рамках многофакторного эксперимента образцов также исследовали значение среднего гидродинамического радиуса мицелл казеина R (нм) [13 – 15]. Измерения проводили в течение 26 суток, также, как и в предыдущем исследовании. Данный период наблюдения определялся этапом завершения коагуляции казеина в растворах и был направлен на изучение изменения размера среднего гидродинамического радиуса мицелл казеина в восстановленном растворе до и после коагуляции. Полученные в ходе исследования данные представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Значения среднего гидродинамического радиуса мицелл казеина, нм.

Table 4 – Values of the average hydrodynamic radius of casein micelles, nm.

№ образца	Время экспозиции, сутки									
	1	2	4	6	8	12	18	22	24	26
1	22,4	41,02	44,64	43,32	42,41	41,02	81,83	22,82	22,82	20,82
2	22,4	75,12	81,73	79,24	77,1	75,12	81,86	76,53	76,53	74,53
3	137,6	137,6	274,1	234,24	172,02	137,6	274,5	256,7	2033,681	2033,681
4	41,02	41,02	137,6	67,2	67,2	41,02	81,84	253,7	228,7	228,7
5	137,6	251,9	251,9	212,32	251,9	251,9	274,5	256,7	4307,076	4310,8
6	22,4	41,02	41,02	41,02	41,02	41,02	81,86	40,43	37,24	37,24
7	137,6	251,9	251,9	251,9	251,9	251,9	274,6	454,7	454,7	470,9
8	22,4	41,02	41,02	40,52	37,25	41,02	44,67	8585,5	8585,5	8600,1
9	22,4	41,02	75,12	85,34	112,01	137,6	2884,019	2793	2793	2801
молоко	22,4	75,12	81,75	65,02	65,02	41,02	81,87	22,82	20,33	20,33
сыворотка	251,9	251,9	274,2	251,9	251,9	251,9	274,5	140,2	124,9	120,1

Получены тернарная поверхности и изолинии сечения для величины среднего гидродинамического радиуса мицелл казеина в восстановленных системах (рисунок 11).



**Рисунок 11 – Зависимость среднего гидродинамического радиуса мицелл казеина восстановленных систем «сухое обезжиренное молоко – сухая деминерализованная молочная сыворотка» от амплитуды, времени обработки ультразвуком и процента замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой:**

**а – тернарная поверхность, б – изолинии сечения тернарной поверхности**

**Figure 11 – Dependence of the average hydrodynamic radius of casein micelles of the reduced systems «skimmed milk powder – demineralized whey powder» on the amplitude, time of ultrasound treatment and percentage of replacement of skimmed milk powder with dry demineralized whey:**

**a – ternary surface, b – isolines of the ternary surface section**

Зависимость среднего гидродинамического радиуса мицелл казеина от параметров обработки и процента замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой в растворе  $R = f(A, C, t)$  описывается следующим математическим уравнением:

$$R = 0,8956 \cdot A + 88,2633 \cdot t + 55,9224 \cdot C - 159,6374 \cdot A \cdot t + 286,7068 \cdot A \cdot C - 241,0704 \cdot t \cdot C$$

Установлено, что значения среднего гидродинамического радиуса мицелл казеина для образцов, полученных в пределах, обеспечивающих получение стабильного восстановленного раствора, не превышает 110 нм.

**Заключение.** Данное исследование является продолжением изучения влияния параметров ультразвуковой обработки и процента замены в восстанавливаемых растворах сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой на процесс восстановления сухих молочных систем. На предыдущем этапе изучено влияние параметров кавитационной дезинтеграции и процента замены в восстанавливаемых растворах процента замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой на формирование физико-химических и реологических свойств восстанавливаемых растворов.

В результате проведенного исследования установлено, что стабильные растворы формируются при следующих режимах обработки ультразвуком: амплитуда механических колебаний – от 20 до 50 %, время воздействия ультразвука – от 40 до 60 секунд, процент замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой составил – от 20 % до 50%. Также установлено, что значения среднего гидродинамического радиуса мицелл казеина для образцов, полученных в пределах, обеспечивающих стабильный раствор, не превышает 110 нм. Таким образом формируется стабильная восстановленная молочная система.

Полученные в ходе данного исследования параметры амплитуды механических колебаний, времени обработки ультразвуком и процента замены сухого обезжиренного молока сухой деминерализованной молочной сывороткой согласуются с оптимальными параметрами восстановления растворов кавитационной дезинтеграцией, при которых формируются их технологически приемлемые физико-химические и реологические характеристики.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Lunardi C. N., Gomes A. J., Rocha F. S., De Tommaso J., Patience G. S. Experimental methods in chemical engineering: Zeta potential // *The Canadian Journal of Chemical Engineering*. 2021. Vol. 99, No. 3. P. 627-639.
2. Biriukov D., Fibich P., Předota M. Zeta potential determination from molecular simulations // *The Journal of Physical Chemistry*. 2020. Vol. 124, No. 5. P. 3159-3170.
3. Kamble S., Agrawal S., Cherumukkil S., Sharma V., Jasra R. V., Munshi P. Revisiting zeta potential, the key feature of interfacial phenomena, with applications and recent advancements // *ChemistrySelect*. 2022. Vol. 7, No. 1. P. 1-40.
4. Беленький Д. И., Аверкин Д. В., Вишневецкий Д. В., Хижняк С. Д., Пахомов П. М. Исследования дисперсных систем и разработка стандартных образцов дзета-потенциала частиц в жидкости // *Измерительная техника*. 2021. № 4. С. 58-62.
5. Радаева И. А., Кручинин А. Г., Туровская С. Н., Илларионова Е. Е., Бигаева А. В. Формирование технологических свойств сухого молока // *Вестник Мурманского государственного технического университета*. 2020. Т. 23, № 3. С. 280-290.
6. Neves M. I. L., Strieder M. M., Silva E. K., Meireles M. A. A. Milk colloidal system as a reaction medium and carrier for the natural blue colorant obtained from the cross-linking between genipin and milk proteins // *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2020. Vol. 61. P. 1-5.

7. Shashkanova O., Maliutina K. Mathematical Modeling and Planning of a Three-Factor Experiment to Determine the Content of Copper and Zinc in the Brass Coating of Steel Wire // 2019 1st International Conference on Control Systems, Mathematical Modelling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA). IEEE, 2019. P. 590-595.

8. Блинов А. В., Серов А. В., Кравцов В. А. Применение акустической и электроакустической спектроскопии в молочном деле // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2018. № 2. С. 7-14.

9. Blinov A. V., Siddiqui S. A., Blinova A. A., Khramtsov A. G., Oboturova N. P., Nagdalian A. A., Ibrahim S. A. Analysis of the dispersed composition of milk using photon correlation spectroscopy // Journal of Food Composition and Analysis. 2022. Vol. 108. P. 1-29.

10. Ясная М. А., Блинов А. В., Блинова А. А., Шевченко И. М., Маглакелидзе Д. Г., Сенкова А. О. Определение оптимальных режимов измерения размера коллоидных частиц методами фотонно-корреляционной и акустической спектроскопии // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2020. № 12. С. 232-242.

11. Храмов А. Г., Блинов А. В., Серов А. В., Оботурова Н. П., Блинова А. А. Изучение возможности использования метода акустической и электроакустической спектроскопии для контроля параметров дисперсной фазы молока во время сквашивания // Современные достижения биотехнологии. Глобальные вызовы и актуальные проблемы переработки и использования вторичных сырьевых ресурсов агропромышленного комплекса России. Материалы VIII Международной научно-практической конференции / под ред. И. А. Евдокимова, А.Д. Лодыгина. Ставрополь, 2021. С. 327-331.

12. Салманова Д. А., Евдокимов И. А., Гвозденко А. А. и др. Математическое моделирование в процессах восстановления сухих молочных продуктов // Материалы IX (66-й) ежегодной научно-практической конференции «Университетская наука – региону» Северо-Кавказского федерального университета. Ставрополь, 2022. С. 132-138.

13. Velazquez-Dominguez A., Henriet M., Abdallah M., Hiolle M., Violleau F., Delaplace G., Peixoto P. P. D. S. Influence of enzymatic cross-linking on the apparent viscosity and molecular characteristics of casein micelles at neutral and acidic pH // Food Hydrocolloids. 2023. Vol. 139. P. 1-7.

14. Holt C., Carver J. A. Quantitative multivalent binding model of the structure, size distribution and composition of the casein micelles of cow milk // International Dairy Journal. 2022. Vol. 126. P.1-4.

15. Сенченкова Е.А., Боровская Л.В. Процесс коагуляции белков молока // The Scientific Heritage. 2021. № 80-3. С. 28-31.

## REFERENCES

1. Lunardi C. N., Gomes A. J., Rocha F. S., De Tommaso J., Patience G. S. Experimental methods in chemical engineering: Zeta potential // The Canadian Journal of Chemical Engineering. 2021. Vol. 99, No. 3. P. 627-639.

2. Biriukov D., Fibich P., Předota M. Zeta potential determination from molecular simulations // The Journal of Physical Chemistry. 2020. Vol. 124, No. 5. P. 3159-3170.

3. Kamble S., Agrawal S., Cherumukil S., Sharma V., Jasra R. V., Munshi P. Revisiting zeta potential, the key feature of interfacial phenomena, with applications and recent advancements // ChemistrySelect. 2022. Vol. 7, No. 1. P. 1-40.

4. Belen'kii D. I., Averkin D. V., Vishnevetskii D. V., Khizhnyak S. D., Pakhomov P. M. Issledovaniya dispersnykh sistem i razrabotka standartnykh obraztsov dzeta-potentsiala chastits v zhidkosti // Izmeritel'naya tekhnika. 2021. No. 4. P. 58-62.

5. Radaeva I. A., Kruchinin A. G., Turovskaya S. N., Illarionova E. E., Bigaeva A. V. Formirovanie tekhnologicheskikh svoystv sukhogo moloka // Vestnik Murmanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2020. T. 23, No. 3. P. 280-290.

6. Neves M. I. L., Strieder M. M., Silva E. K., Meireles M. A. A. Milk colloidal system as a reaction medium and carrier for the natural blue colorant obtained from the cross-linking between

- genipin and milk proteins // *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2020. Vol. 61. P. 1-5.
7. Shashkanova O., Maliutina K. Mathematical Modeling and Planning of a Three-Factor Experiment to Determine the Content of Copper and Zinc in the Brass Coating of Steel Wire // 2019 1st International Conference on Control Systems, Mathematical Modelling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA). IEEE, 2019. P. 590-595.
8. Blinov A. V., Serov A. V., Kravtsov V. A. Primenenie akusticheskoi i ehlektroakusticheskoi spektroskopii v molochnom dele // *Vestnik Severo-Kavkazskogo federal'nogo universiteta*. 2018. № 2. Pp. 7-14.
9. Blinov A. V., Siddiqui S. A., Blinova A. A., Khrantsov A. G., Oboturova N. P., Nagdalian A. A., Ibrahim S. A. Analysis of the dispersed composition of milk using photon correlation spectroscopy // *Journal of Food Composition and Analysis*. 2022. Vol. 108. Pp. 1-29.
10. Yasnaya M. A., Blinov A. V., Blinova A. A., Shevchenko I. M., Maglakelidze D. G., Senkova A. O. Opredelenie optimal'nykh rezhimov izmereniya razmera kolloidnykh chastits metodami fotonno-korelyatsionnoi i akusticheskoi spektroskopii // *Fiziko-khimicheskie aspekty izucheniya klasterov, nanostruktur i nanomaterialov*. 2020. № 12. Pp. 232-242.
11. Khrantsov A. G., Blinov A. V., Serov A. V., Oboturova N. P., Blinova A. A. Izuchenie vozmozhnosti ispol'zovaniya metoda akusticheskoi i ehlektroakusticheskoi spektroskopii dlya kontrolya parametrov dispersnoi fazy moloka vo vremya skvashivaniya // *Sovremennye dostizheniya biotekhnologii. Global'nye vyzovy i aktual'nye problemy pererabotki i ispol'zovaniya vtorichnykh syr'evykh resursov agropromyshlennogo kompleksa Rossii. Materialy VIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii / pod red. I.A. Evdokimova, A.D. Lodygina. Stavropol', 2021. Pp. 327-331.*
12. Salmanova D. A., Evdokimov I. A., Gvozdenko A. A. et al. Matematicheskoe modelirovanie v protsessakh vosstanovleniya sukhikh molochnykh produktov // *Materialy IX (66-i) ezhegodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Universitetskaya nauka – regionu» Severo-Kavkazskogo federal'nogo universiteta. Stavropol', 2022. P. 132-138.*
13. Velazquez-Dominguez A., Henriet M., Abdallah M., Hiolle M., Violleau F., Delaplace G., Peixoto P. P. D. S. Influence of enzymatic cross-linking on the apparent viscosity and molecular characteristics of casein micelles at neutral and acidic pH // *Food Hydrocolloids*. 2023. Vol. 139. P. 1-7.
14. Holt C., Carver J. A. Quantitative multivalent binding model of the structure, size distribution and composition of the casein micelles of cow milk // *International Dairy Journal*. 2022. Vol. 126. P.1-4.
15. Senchenkova E. A., Borovskaya L. V. Protsess koagulyatsii belkov moloka // *The Scientific Heritage*. 2021. No. 80-3. P. 28-31.

#### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Салманова Динара Александровна**, инженер научно-исследовательской лаборатории пищевой и промышленной биотехнологии ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, улица Пушкина, 1, 8-906-462-49-14, ORCID: 0009-0003-2240-0777, [salmanova.dinara@yandex.ru](mailto:salmanova.dinara@yandex.ru)

**Salmanova Dinara Alexandrovna**, engineer of the Research Laboratory of Food and Industrial Biotechnology, North-Caucasus Federal University, Pyshkin str. 1, 355029, Stavropol, Russia, 8-906-462-49-14, ORCID: 0009-0003-2240-0777, [salmanova.dinara@yandex.ru](mailto:salmanova.dinara@yandex.ru)

**Брацихин Андрей Александрович**, доктор техн. наук, доцент, ректор ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный аграрный университет», 426069, Ижевск, улица Студенческая, 11, 8-905-443-92-43, [a\\_bracihin@mail.ru](mailto:a_bracihin@mail.ru)

**Bratsikhin Andrey Alexandrovich**, Doctor in Technical Science, associate professor, rector of Udmurt State Agricultural University, Studentskaya str. 11, 426069, Izhevsk, Russia, 8-905-443-92-43, [a\\_bracihin@mail.ru](mailto:a_bracihin@mail.ru)

**Евдокимов Иван Алексеевич**, доктор техн. наук, профессор, зав. базовой кафедрой «Технологии молока и молочных продуктов» Института живых систем ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, улица Пушкина, 1, 8-962-403-08-47, [ievdokimov@ncfu.ru](mailto:ievdokimov@ncfu.ru)

**Evdokimov Ivan Alekseevich**, Doctor in Technical Science, Professor, Head of the Department of milk and dairy products technology, Institute of Living Systems, North-Caucasus Federal University, Pyshkin str. 1, 355029, Stavropol, Russia, 8-962-403-08-47, [ievdokimov@ncfu.ru](mailto:ievdokimov@ncfu.ru)

**Блинова Анастасия Александровна**, канд. техн. наук, доцент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, улица Пушкина, 1, 8-988-767-94-60, ORCID: 0000-0001-9321-550X, [nastyabogdanova88@mail.ru](mailto:nastyabogdanova88@mail.ru)

**Blinova Anastasiya Alexandrovna**, PhD, associate professor of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North-Caucasus Federal University, Pyshkin str. 1, 355029 Stavropol, Russia, 8-988-767-94-60, ORCID: 0000-0001-9321-550X, [nastyabogdanova88@mail.ru](mailto:nastyabogdanova88@mail.ru)

Дата поступления в редакцию: 12.04.2023

После рецензирования: 18.05.2023

Дата принятия к публикации: 10.06.2023

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 114-124  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):114-124

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ  
ПРОДУКТОВ /  
TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS

Научная статья / Original article

УДК 664.662

DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.11

**Ирина Михайловна Русина**

[Iryna M. Rusina]<sup>1</sup>,

**Ирина Михайловна Колесник**

[Iryna M. Kolesnik]<sup>2</sup>,

**Алиция Ивановна Гузевич**

[Alitsiya I. Guzevich]<sup>1</sup>

**Показатели хлебных палочек на основе  
пшеничной, ржаной муки и порошков  
крупноплодных и мелкоплодных сортов  
томатов**

**Indicators of bread sticks based on wheat, rye  
flour and powders of large-fruited and small-  
fruited varieties of tomatoes**

<sup>1</sup>Гродненский государственный аграрный университет, Гродно, Беларусь /  
Grodno State Agrarian University, Grodno, Belarus, [rimih\\_2010@mail.ru](mailto:rimih_2010@mail.ru)

<sup>2</sup>Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь /  
Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus, [kolesnik\\_irina@inbox.ru](mailto:kolesnik_irina@inbox.ru)

**Аннотация.** В статье представлены результаты определения показателей качества композитных смесей, полуфабрикатов и хлебных палочек на основе пшеничной муки первого сорта, ржаной сеяной муки в соотношениях 70 и 30 частей; 80 и 20 частей и порошков томатов крупноплодных и мелкоплодных сортов в дозировке 1–9 % от массы смеси муки. Отмечалось увеличение титруемой кислотности композитных смесей, теста и выпеченных изделий при увеличении количества порошков из томатов и незначительные изменения набухаемости изделий. Суспензия порошков крупноплодных и мелкоплодных томатов активировала процессы газообразования, что позволило совершенствовать процесс тестоведения. Достоверных различий между показателями качества образцов смесей и хлебных палочек при использовании порошка из крупноплодных или мелкоплодных томатов, а также при разных соотношениях пшеничной и ржаной муки, но с одинаковыми дозировками обогатительной добавки не наблюдалось. Предложено использовать порошок томатов крупноплодных сортов в количестве 7 % для активации дрожжей при получении хлебных палочек функционального назначения.

**Ключевые слова:** порошок томатов, хлебные палочки на основе биологических разрыхлителей, функциональные продукты питания

**Для цитирования:** Русина И. М., Колесник И. М., Гузевич А. И. Показатели хлебных палочек на основе пшеничной, ржаной муки и порошков крупноплодных и мелкоплодных сортов томатов // Современная наука и инновации. 2023. №2 (42). С. 114-124. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.11>

**Abstract.** The article presents the results of determining the quality indicators of composite mixtures, semi-finished products and bread sticks based on wheat flour of the first grade, sifted rye flour in ratios of 70 and 30 parts; 80 and 20 parts and powderes of large-fruited and small-fruited varieties of tomatoes at a dosage of 1–9 % by weight of the flour mixture. An increase in the titratable acidity of composite mixtures, dough and baked products was noted with an increase in the amount of tomato powderes while the wettability of products remained virtually unchanged. A suspension of powderes of large-fruited and small-fruited tomatoes activated the processes of gas formation, which made it possible to improve the dough process. No significant differences were

*found between the quality indicators of samples of mixtures and bread sticks when using powder from large-fruited or small-fruited tomatoes, as well as at different ratios of wheat and rye flour, but with the same dosages of enrichment. It is proposed to use the powder of large-fruited varieties of tomatoes in the amount of 7% for the activation of yeast in the production of functional bread sticks.*

**Key words:** tomato powder, bread sticks, biological leavening agents, functional foods

**For citation:** Rusina I. M., Kolesnik I. M., Gurevich A. I. Indicators of bread sticks based on wheat, rye flour and powders of large-fruited and small-fruited varieties of tomatoes. *Modern Science and Innovations*. 2023;2(42):114-124. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.11>

**Introduction.** Domestic and foreign scientists focus on the feasibility of using secondary resources for the production and processing of agricultural products to expand the range of targeted nutrition products. The positive effect of the introduction of vegetable and fruit processing products on the nutritional and energy value of flour products, quality indicators of finished products and on some technological stages of its production has been proven. The introduction of research results into production contributes to solving the issues of complete processing of fruit and vegetable raw materials in places of their storage or canning [1–3].

Of great importance in the nutrition of a modern person are bakery products with low humidity, therefore, the development of recipes for these products in order to give them a functional orientation has a high scientific and practical potential [4–6].

Our choice of an enriching ingredient for making bread sticks was influenced by the results of experimental studies, which indicate a fairly high content of amino acids, enzymes, sugars, organic acids, dietary fibers, pectins and mineral salts in fresh tomatoes. Many phenolic acids and carotenoids of tomatoes have a pronounced antioxidant activity; therefore, they have a protective effect against oxidative stress [7]. High amylase activity was noted in tomatoes, which can affect the fermentation process and the quality indicators of finished flour products [8].

Tomato powder obtained using various types of drying also contains significant amounts of proteins, sugars, fats, carotenoids, dietary fibers, organic acids, and mineral elements [9–12].

The search for scientific literature data to substantiate the research topic revealed a number of publications that present the results of determining the effect of tomato powder on fermentation processes and quality indicators of bakery and confectionery products. The authors noted the positive effect of certain dosages of tomato powder on the organoleptic and physicochemical properties of crackers, shortbread biscuits, gingerbread, and bakery products, and also determined the optimal stages for adding enriching additives [13–17].

However, earlier scientific articles did not consider the use of tomato powder from large-fruited and small-fruited varieties of tomatoes in the production of bread sticks based on a mixture of wheat-rye flour. This fact determined the purpose of the study - to determine the feasibility of obtaining bread sticks based on composite mixtures of wheat flour of the first grade, seeded rye flour and various dosages of powders from large-fruited and small-fruited tomato varieties.

**Materials and methods.** The following raw materials were used in the experimental work: wheat flour of the first grade (STB 1666-2006 “Wheat flour. Specifications”), seeded rye flour (GOST 7045-2017 “Rye flour. Specifications”), pressed yeast (GOST 171-2015 “Yeast bakery pressed. Specifications”), table rock salt (STB 1828-2008 “Edible rock salt. Specifications”), sugar (GOST 33222-2015 “White sugar. Specifications”), sunflower oil (GOST 1129-2013 “Sunflower oil. Specifications”), drinking water (SanPin 2.1.4.1074-01 “Drinking water. Hygienic requirements for water quality of centralized drinking water supply systems. Quality control”), tomato powders (GOST 32065-2013 “Dried vegetables. General specifications”).

Composite mixtures and finished products were evaluated for compliance with the requirements of STB 1910-2008 “Grain products. Composite mixes. General specifications” and GOST 28881-90 “Bread sticks. General technical conditions”.

In accordance with GOST 27558-87 “Flour and bran. Methods for determining color, smell, taste and crunch” carried out an organoleptic evaluation of flour and composite mixtures, using

GOST 27493-87 “Flour and bran. Method for determining acidity by mash” and GOST 9404-88 “Flour and bran. Moisture Determination Method” to determine the physical and chemical indicators of the quality of flour and composite mixtures (acidity and moisture content). To study the quality of dried tomato powder, we were guided by GOST 28561-90 “Fruit and vegetable processing products. Methods for determination of solids or moisture”.

In the course of a model experiment, the gas-forming ability of yeast was studied in the presence of different dosages of fortifying additives, and the effect of tomato powder on the gas formation of pressed yeast was determined at different periods of storage of biological baking powder [18].

Experimental work was carried out on four variants of composite mixtures:

- Option 1 - the ratio of wheat flour of the first grade and seeded rye 70 and 30 parts, powder of large-fruited tomato varieties in the amount of 1.0–9.0% of the total mass of wheat and rye flour;
- Option 2 - the ratio of wheat flour of the first grade and seeded rye 70 and 30 parts, powder of small-fruited tomato varieties in the amount of 1.0–9.0% of the total mass of wheat and rye flour;
- option 3 – the ratio of wheat flour of the first grade and seeded rye 80 and 20 parts with the addition of powder of large-fruited varieties of tomatoes in dosages of 1.0–9.0% of the total mass of flour.
- Option 4 - the ratio of wheat flour of the first grade and seeded rye 80 and 20 parts with the addition of powder of small-fruited varieties of tomatoes in dosages of 1.0–9.0% of the total mass of flour.

The obtained data were compared with the results of determining the quality indicators of control samples, including wheat and rye flour in the amount of 70:30 parts and 80:20 parts.

The approved recipe was chosen as the basis for improvement [19]. The composition of the control samples of bread sticks of the first and second variants of the experiment included (per 100 grams of flour mixture): wheat flour of the first grade (80 g or 70 g); seeded rye (20 g or 30 g); salt (2 g); sugar (2 g); pressed baking yeast (5 g); sunflower oil for lubrication and water by calculation. Powder of large-fruited or small-fruited tomatoes was added to the test samples in accordance with the research options in the amount of 1–9 g by weight of the flour mixture. To obtain a powder, chopped tomatoes were dried in a TauRo oven at a temperature of 90 °C, then ground in an ML-1 laboratory mill, followed by sieving through a sieve for wheat flour of the first grade.

Based on the data of the model experiment on the study of the gas-forming ability of yeast and the data of previous studies [13], an improved method of dough management was envisaged compared to the traditional one [20]. The process included pre-activation of the yeast suspension with tomato powder at 30 °C for 15 minutes. Then the remaining components were added to the yeast suspension with the powder, the dough was kneaded with a moisture content of 37%, left to rest for 10 minutes at a temperature of 20 °C, rolled out, molded semi-finished products and left in a proofer for 30 minutes at a temperature of 30 °C.

Sheets with blanks were placed in a ShKhL-065 SPU laboratory electric oven and baked for 10–12 minutes at a temperature of 200–210 °C.

**Results and Discussion.** The quality indicators of wheat flour of the first grade and seeded rye met the requirements of TNLA.

The resulting powders of large-fruited and small-fruited tomatoes did not differ in organoleptic characteristics and had an orange color, taste and smell characteristic of tomatoes. The moisture content of the powder from large-fruited tomatoes was 11.3%.

In appearance, the composite mixtures were quite homogeneous. With an increase in the amount of enrichment additive, the color changed from light cream to cream with a red tint, and the taste and smell of dried tomatoes also increased. With an increase in the dosage of tomato powders in all variants of the mixtures, a decrease in moisture content and an increase in titratable acidity were observed (Table 1), which is due to the high content of food acids and other compounds of an acidic nature in tomatoes.

Table 1 Indicators quality composite

Indicator	Quantity additives, %					
	1	3	5	7	9	Control
Option 1						
Humidity, %	11.6±0.2	11.0±0.2	10.5±0.3	10.1±0.3	10.4±0.3	11.8±0.2
Acidity, degrees	7.6±0.2	8.9±0.2	10.5±0.2	10.6±0.2	12.3±0.3	3.9±0.2
Option 2						
Humidity, %	11.6±0.2	11.2±0.2	10.7±0.3	10.0±0.3	9.8±0.3	11.8±0.2
Acidity, degrees	7.6±0.2	8.7±0.2	9.9±0.2	10.9±0.2	12.7±0.3	3.9±0.2
Option 3						
Humidity, %	11.0±0.2	10.8±0.2	10.6±0.3	10.1±0.3	9.9±0.2	11.7±0.2
Acidity, degrees /	7.3±0.2	7.8±0.2	8.3±0.2	9.9±0.2	12.3±0.3	3.8±0.2
Option 4						
Humidity, % /	11.5±0.2	11.3±0.3	10.8±0.2	9.9±0.3	9.7±0.2	11.7±0.2
Acidity, degrees	7.0±0.2	7.9±0.2	8.3±0.2	10.1±0.2	12.5±0.4	3.8±0.2

A comparative analysis of the indicators showed that for all research options there was no significant difference between the moisture content of the samples with equal amounts of enrichment additives. The values of titratable acidity were higher when 30% rye flour was used in mixtures. There were no significant differences in the values of this indicator between samples with the same dosages of tomato powder of large-fruited and small-fruited varieties.

It was possible to wash off gluten from all test samples of composite mixtures, which belonged to quality group II, its elasticity decreased insignificantly with an increase in the dosage of the enrichment additive. An increase in the spread ability of the dough ball was recorded with an increase in the mass fraction of tomato powders in all compiled variants of composite mixtures by 0.33–0.50 cm, while there was no clear dependence of changes in this indicator on the tomato variety.

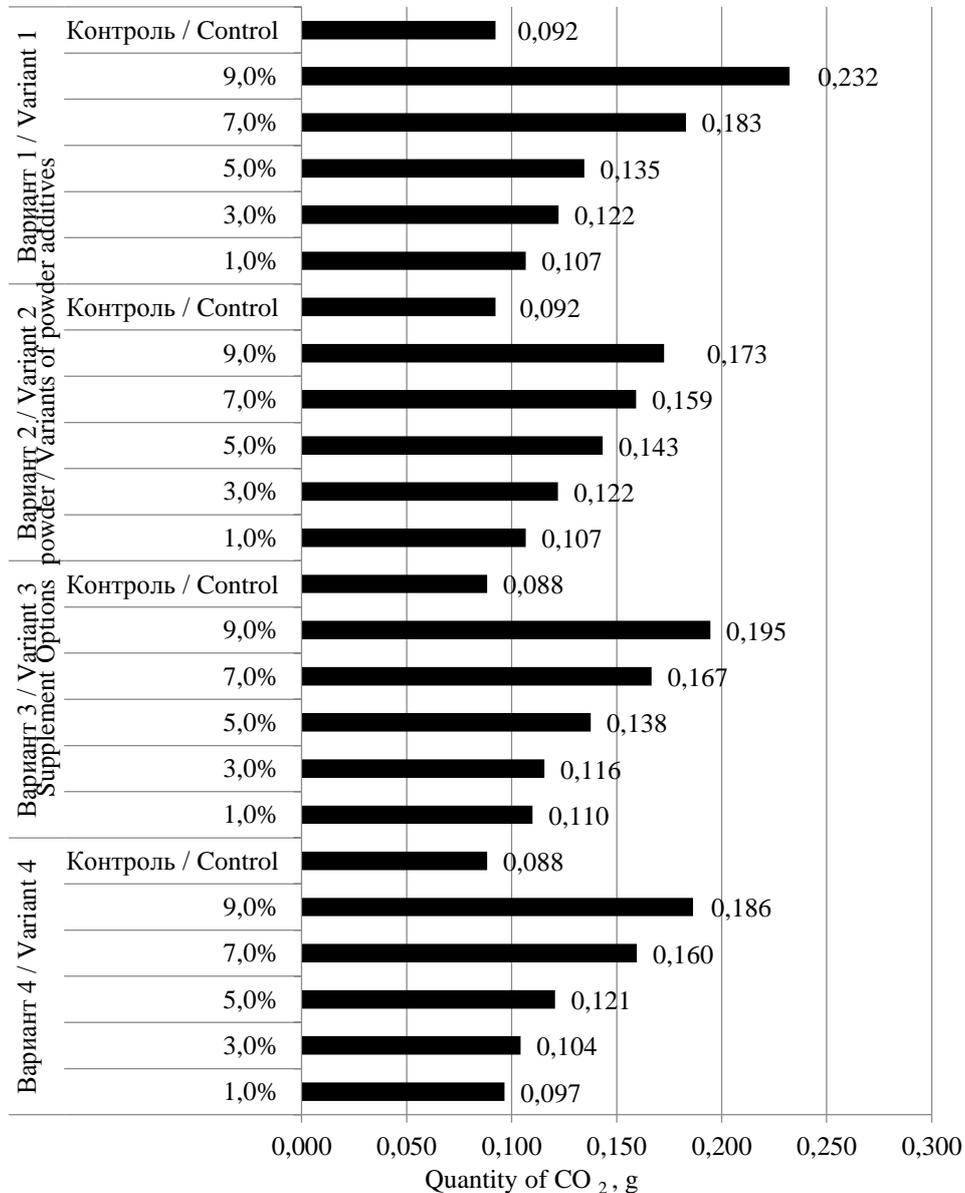
In order to improve the dough process, an assessment was made of the possibility of pre-activation of yeast by a suspension of tomato powders. The process of switching yeast enzyme systems from respiratory to fermentative metabolism proceeds more rapidly in a small amount of nutrient medium that is optimal in composition [21]. In our experiment, powder from large-fruited or small-fruited tomato varieties was added to an aqueous suspension of yeast. The tube was closed with a Meisl lock and thermostated at 30°C for 15 minutes. The results obtained at this stage showed an increase in gas formation when using powder from large-fruited tomatoes by 2.41–3.00 times, and when powder from small-fruited tomatoes is added to the medium, by 5.12–5.74 times relative to the control. At the same time, the amount of carbon dioxide released proportionally increased with an increase in the amount of tomato powder from 1% to 9% relative to the mass of flour. At the stage of further 60-minute fermentation in the presence of flour mixtures, an excess of the total amount of released CO<sub>2</sub> in terms of 1 gram of yeast was recorded in comparison with the control by 1.16–2.52 times in the first version of the composite mixture; 1.32–1.87 times in the second variant; 1.25–2.20 times in the third; 1.09–2.11 times in the fourth version of the composite mixture (Figure 1).

Taking into account all the preliminary experiments, it was decided to conduct test baking for all options for composite mixtures, using preliminary yeast activation.

In the process of assessing the quality indicators of semi-finished products, a change in their color was noted with an increase in the dosage of the powder from light yellow to brown. The dough of all samples had a homogeneous structure and was well kneaded. With an increase in the number of added additives, a slight decrease in moisture content and an increase in the acidity of semi-finished products were noted.

In bread sticks of all experimental variants, no differences were found in organoleptic properties when using equal dosages of powder from large-fruited or small-fruited tomato varieties in the recipe. Depending on the amount of tomato powder added, the color of the products changed from light yellow to brown, and the pleasant taste and smell of dried vegetables intensified. Bread

sticks with a dosage of tomato powder of 9% had a sour taste with a barely noticeable bitterness. The shape of the finished samples of the experimental systems was round, without dents, the surface was smooth without swelling, and with a powder content of 9%, its slight inclusions were visualized. A loosened, baked inner part of the products without signs of non-mixing with uniform pores was noted.



**Figure 1 - Formation of CO<sub>2</sub> in recalculation per 1 g yeast V four options composite mixtures**

A significant difference in the values of physicochemical parameters of the research options when using equal amounts of powders of large-fruited and small-fruited tomato varieties within the same ratio of wheat and rye flour was not noted (table 2).

The expected increase in titratable acidity was recorded with an increase in the amount of tomato powder added to the recipe and a decrease in the moisture content of bread sticks of all research options. Titratable acidity was higher in samples of the first and second research options due to the addition of more rye flour. These data are consistent with the results of the analysis of composite mixtures and semi-finished products. The titratable acidity exceeded the normalized acidity according to TNLA, however, for products containing tomato additives, an increase in the value of this indicator is allowed.

Table 2 - Indicator's quality bread sticks

Indicator	Quantity additives, %					
	1	3	5	7	9	Control
Option 1						
Humidity, %	10.1±0.2	9.8±0.2	9.2±0.2	9.0±0.2	8.4±0.2	10.0±0.2
Acidity, degrees	7.3±0.2	8.6±0.2	9.8±0.2	10.1±0.2	11.8±0.3	3.9±0.2
Swelling coefficient	1.020± 0.05	1.020± 0.05	1.020± 0.04	1.035± 0.06	1.013± 0.04	1.090± 0.05
Option 2						
Humidity, %	10.0±0.2	9.4±0.2	9.1±0.2	8.9±0.2	8.3±0.2	10.0±0.2
Acidity, degrees	7.2±0.2	8.4±0.2	9.5±0.2	10.5±0.2	12.1±0.3	3.9±0.2
Swelling coefficient	1.021± 0.04	1.022± 0.04	1.022± 0.05	1.036± 0.05	1.014± 0.04	1.090± 0.05
Option 3						
Humidity, %	10.0 ±0.2	9.2 ±0.2	9.0 ±0.2	8.8 ±0.2	8.6 ±0.2	9.9±0.2
Acidity, degrees	6.9±0.2	7.3±0.2	8.0±0.2	9.2±0.2	11.8±0.3	3.8±0.2
Swelling coefficient	1.020 ± 0.04	1.025 ± 0.04	1.022 ± 0.05	1.029 ± 0.05	1.015 ± 0.03	1,100± 0.04
Option 4						
Humidity, %	10.1 ±0.2	9.4 ±0.2	9.1 ±0.2	8.9 ±0.2	8.7 ±0.2	9.9±0.2
Acidity, degrees	6.7±0.2	7.3±0.2	8.0±0.2	9.5±0.2	11.9±0.4	3.8±0.2
Swelling coefficient	1.019 ± 0.03	1.021 ± 0.04	1.027 ± 0.05	1.033 ± 0.05	1.010 ± 0.03	1,100± 0.04

The swelling coefficient did not change in proportion to the amount of the added additive, which is explained by a gradual increase in the amount of pectin substances when making large dosages of the additive, and on the other hand, by a decrease in the content of proteins of prolamin and glutelin fractions of flour in composite mixtures. The best results in this indicator were obtained for samples containing concentrations of enrichment powders of 5 and 7% by weight of flour.

Based on the results of the tasting, samples were selected, including 7% of the powder of large-fruited and small-fruited tomatoes, using the ratio of wheat and rye flour - 70 and 30 parts (Figure 2).



**Figure 2 - Samples of bread sticks: 1 - control sample (a mixture of 70 and 30 parts of wheat and rye flour), 2 - a mixture of 70 and 30 parts of wheat and rye flour and 7% tomato powder of large-fruited tomatoes, 3 - a mixture of 70 and 30 parts of wheat and rye flour and 7% tomato powder of small-fruited tomatoes**

Given the higher economic feasibility of using powder from large-fruited tomatoes, in further studies we used wheat and rye flour in a ratio of 70 and 30 parts and powder from large-

fruited tomatoes. During the storage of bread sticks of this variant at a temperature not exceeding 25 °C, in plastic bags for 15 days, there were no signs of damage and deterioration of the organoleptic characteristics of the products.

In order to assess the effect of tomato powder components on the parameters of viability and fermentation activity of used pressed baker's yeast with different storage times from the date of production, a model experiment was carried out in which the proportion of budding cells, the proportion of dead cells and the degree of activation by a suspension of tomato powder were determined. Two samples of pressed yeast were used, stored at +4 °C for 10 days from the date of manufacture (option 1) and 45 days (option 2, the last day of the expiration date set by the manufacturer). At the first stage, a sample of yeast (3 g) was suspended in water with large-fruited tomato powder added in an amount of 7% of the calculated flour weight. The flasks were closed with a Meisl lock and kept for 15 minutes in a thermostat at +30 °C. A yeast suspension without flour was used as a control sample. At the second stage, a wheat-rye mixture (70:30) was added to the existing suspensions, and cultivation continued for another 60 minutes, periodically weighing the flasks. The repetition of the experiment is 3-fold.

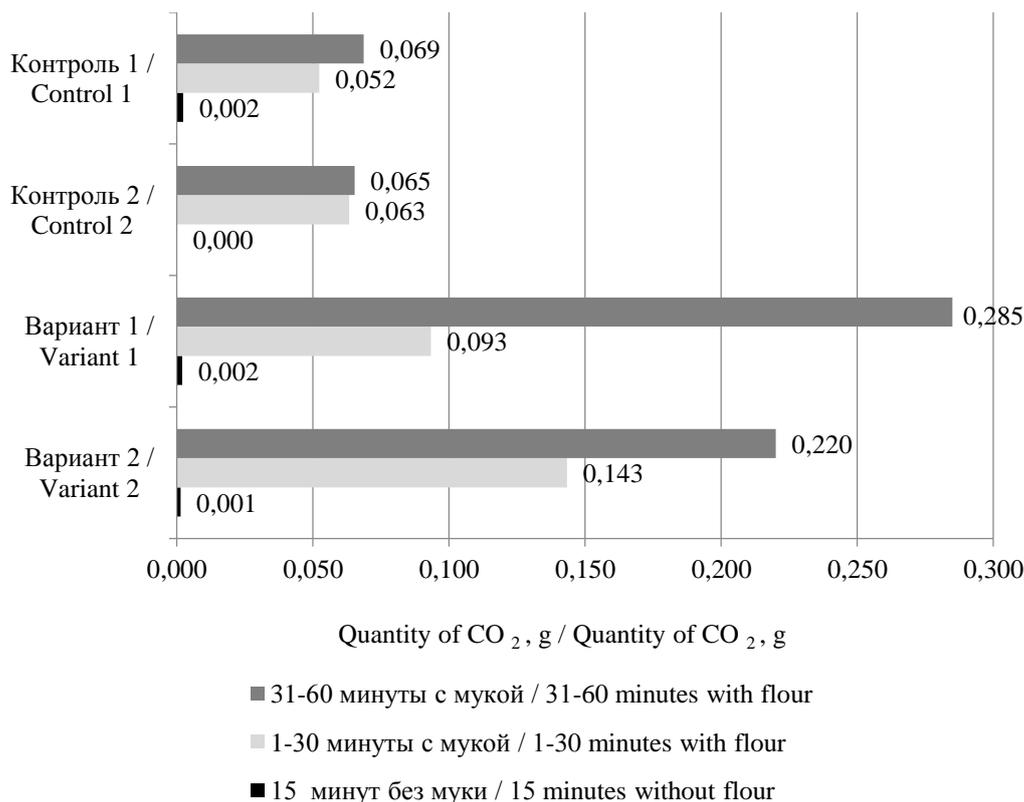
A microscopic study of the physiological state of baker's yeast in "crushed drop" preparations stained with methylene blue showed that at the initial time, the proportion of dead cells in the large square of the Goryaev chamber ( $n = 15$ ) in the studied samples with different storage periods was 5.38–6.81% (Table 3) and  $\chi^2$  did not differ statistically when comparing the shares by method <sup>2</sup> ( $p = 0.685$ ). The proportion of budding cells was 16.14% in the suspension of variant 1 and 7.02% in variant 2; differences between the variants are significant at  $p = 0.046$  (Table 3). The lower content of budding cells in the second sample may be due to the longer storage period from the date of production.

Table 3 – Yeast viability assessment

Yeast suspensions	Time, minutes	Parameters	
		Proportion of dead cells, %	Proportion of budding cells, %
Control 1	0	6.81	16.14
	15	5.94	15.72
Control 2	0	5.38	7.02
	15	5.13	8.80
Option 1	15	5.52	15.34
Option 2	15	4.89	9.53

After the completion of the 15-minute first stage of the experiment - activation of yeast under anaerobic conditions without flour - the microscopic picture indicated that the proportions of dead cells and budding cells in the control samples of both variants did not change statistically significantly compared to the initial values ( $p > 0.6$ ), no differences were found between the control suspensions themselves ( $p > 0.4$ ). In yeast suspensions of both variants with the addition of tomato powder, no differences were also observed ( $p > 0.6$ ) both in comparison with the initial state and in comparison, with the corresponding 15-minute control (table 3). It can be concluded that during the observation period under anaerobic conditions of cultivation in both suspensions at the stage of preliminary activation, yeast cells retained viability, but did not multiply. Accordingly, it can be assumed that, regardless of the duration of storage of baker's yeast, the adaptation and restructuring of metabolism to fermentation processes occurred at a sufficient level.

Analyzing the total amount of carbon dioxide released during the monitoring of the suspensions in terms of 1 gram of yeast, it was found that in both variants of the experiment, the addition of tomato powder to the flour mixture led to the activation of fermentation: 3.13 times compared to the control in the first sample and 2.82 times in the second (Figure 3). At the first stage of fermentation - with the addition of powder from large-fruited tomatoes, without flour - gas formation in all flasks was insignificant. Statistically significant differences between the two samples, as well as between the sample and the corresponding control, were not found (Z -test in the Mann-Whitney test took values from 0.21 to 1.53 at  $p > 0.1$ ).



**Figure 3 - CO<sub>2</sub> generation during activation of baker's yeast with different storage times**

At the second stage, after adding a mixture of wheat and rye flour (70:30), already in the first 30 minutes of observation, activation of the process by 1.78–2.26 times was noted in comparison with control flasks; while more gassing occurred in sample 2 (with a longer storage period). In the next 30 minutes, the fermentation rate increased even more ( $p < 0.05$ ): in sample 1, it exceeded the control by 4.15 times, and in sample 2, by 3.37 times.

Thus, the addition of tomato powder to the flour mixture made it possible to significantly intensify gas formation even in a baker's yeast sample at the expiration date.

**Conclusion.** The results of a significant pre-activation of pressed baker's yeast with a suspension of tomato powder substantiated the feasibility of test baking bread sticks with enrichment powder under conditions of reduced resting and proofing periods. Significant amounts of mono- and disaccharides, amino acids, carotenoids, high amylase activity of tomato powder contribute to an increase in the gas-forming ability of yeast. The prospect of using powder of large-fruited and small-fruited tomatoes in the production of bread sticks at a dosage of 7% by weight of a mixture of wheat-rye flour in a ratio of 70 and 30 parts is justified by good quality indicators of composite mixtures, semi-finished products and finished products, as well as the results of tasting. Tomato powder activates pressed baker's yeast at the limit of its shelf life, which is of great technological importance and can be the basis for reducing the dosage of yeast added to the recipe under certain production conditions.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сафьянов Д. А., Пехтерева А. А., Туксина К. С. Перспективы развития хлебопекарного производства. Экспериментальное обоснование к разработке и оценке качества хлеба, хлебобулочных и мучных кондитерских изделий функционального назначения // Техника и технология пищевых производств. 2007. № 3. С. 39–41.
2. Лукин А. А. Перспективы создания хлебобулочных изделий функционального назначения // Вестник ЮУрГУ. Серия Пищевые и биотехнологии. 2015. Т. 3. № 1. С. 95–97.

3. Кожемяко А. В., Сергеева И. Ю., Долголюк И. В. Экспериментальное определение биологически активных соединений в выжимках свеклы и моркови, районированных в Сибирском регионе // *Техника и технология пищевых производств*. 2021. Т. 51. № 1. С. 179–187. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-1-179-187>
4. Понамарева Е. И. [и др.] Хлебные палочки повышенной пищевой ценности для ахлоридного питания // *Гигиена питания: техника и технология пищевых производств*. 2018. Т. 48. №1. С. 114–124.
5. Веселова А. Ю. [и др.] Влияние овощных и фруктовых порошков на органолептические показатели хлебных палочек диабетического назначения // *Хлебопечение России*. 2014. № 5. С. 18–20.
6. Азарова М. Г. Постные хлебные палочки // *Хлебопечение России*. 2014. № 1. С. 32–33.
7. Ali M. Y., Sina A. A., Khandker S. S., Neesa L. [et al.] Nutritional composition and biologically active compounds of tomatoes and their impact on human health and diseases: review // *Products*. 2020. Vol. 10. N 1. P. 45. <https://doi.org/10.3390/foods10010045>
8. Alam M. J. [et al.] Enzyme activities in relation to sugar accumulations in tomato // *Proc. Pakistan Acad. sci.* 2006. No. 43(4). P. 241–248.
9. Наумова Н. Л., Журавель В. В., Бурмистров Е. А., Бурмистрова О. М. Пищевая ценность порошка из томатов, выращенных в разных географических районах челябинской области // *Инновации и продовольственная безопасность*. 2021. № 3 (33). С. 22–28.
10. Остриков А. Н., Гаджиева А. М., Касьянов Г. И. Комплексная технология переработки томатного сырья // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2015 № 1 (63). С. 12–17.
11. Попов, В. М., Афонькина В. А., Левинский В. Н. Результаты исследований показателей процесса ИК-сушки томатов по содержанию аскорбиновой кислоты // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2017. № 9–3(63). С. 58–62.
12. Томаты: основные направления использования в пищевой промышленности (обзор) / Ефремов Д. П., Жаркова И. М., Плотникова И. В. [и др.] // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2022. Т. 84. № 1. Р. 181–195.
13. Русина И. М., Колесник И. М. Порошок томатов как перспективная добавка для активации хлебопекарных дрожжей при производстве крекеров // *Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Сер. 6. Тэхніка*. 2020. Т. 10. № 1. С. 66–77.
14. Алтухов И. В., Быкова С. М., Очиров В. Д. Перспективы применения томатного порошка в рецептуре песочного печенья // *Вестник КрасГАУ*. 2021. № 8. С. 185.
15. Способ приготовления заварных пряников с томатным порошком из мелкоплодных томатов. пат. RU 2494624 / О. В. Перфилова, А. А. Потапова, Д. В. Акишин, Л. Г. Елисеева. Оpubл. 10.10.2013.
16. Казимирова М. А., Першакова Т. В., Матвиенко А. Н. [и др.]. Разработка технологии и рецептуры сдобных булочных изделий, обогащенных пищевыми добавками // *Новые технологии / New technologies*. 2018. № 1. С. 37–42.
17. Гаджиева А. М., Маллаева Д., Муртазалиева З. [и др.]. Использование томатного порошка в национальных дагестанских хлебобулочных изделиях // *Повышение качества и безопасности пищевых продуктов: материалы X всероссийской научно-технической конференции*. Махачкала: ДГТУ. 2020. С. 18–21.
18. Практикум по микробиологии: учеб. пособие / под ред. Н. С. Егорова. М.: Изд-во Москов. ун-та, 1976. 307 с.
19. Зверева Л. Ф., Немцова З. С., Волкова Н. П. Технология и технхимический контроль хлебопекарного производства: учебник. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Легкая и пищевая промышленность. 1983. 416 с.
20. Шаршунов В.А. [и др.] Технология и оборудование для производства хлебобулочных изделий: учеб. пособие; под общ. ред. В. А. Шаршунова. Мн.: Минсата, 2017. 1008 с.

21. Гвасалия Т. С., Якименко Т. П., Макличенко О. А. Дрожжи хлебопекарные как основное сырье хлебопекарного производства // Современная наука и инновации. 2016. № 4 (16). С. 144–158.

## REFERENCES

1. Safjanov D. A., Hehtereva A. A., Tuksina K. S. Prospects of development of a baking production. An experimental substantiation to working out and an estimation of quality of bread, bakery and flour confectionery products of a functional purpose // Food Processing: Techniques and Technology. 2007. Vol. 3. P. 39–41.
2. Lukin A. A. Prospects of creating bakery products of a functional purpose // Bulletin of the South Ural State University Series “Food and Biotechnology”. 2015. Vol. 3. No. 1. P. 95–100.
3. Kozhemyko A. V., Sergeeva I. Yu., Dolgolyuk I. V. Experimental Determination of Biologically Active Compounds in Pomace of Siberian Beet and Carrot // Food Processing: Techniques and Technology. 2021. Vol. 51. No. 1. P. 179-187. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-1-179-187>
4. Ponomareva E.I. [et al.] Breadsticks with enhanced nutritional value for salt-free nutrition // Food Processing: Techniques and Technology. 2018. Vol. 48. No. 1. P. 114–124. DOI: 10.21603/2074-9414-2018-1-114-124.
5. Veselova A.Yu. [et al.] Influence of vegetable and fruit powders on the organoleptic characteristics of bread sticks for diabetic purposes // Baking in Russia. 2014. No. 5. P. 18–20.
6. Azarova M. G. Lenten breadsticks // Baking in Russia. 2014. No. 1. P. 32–33.
7. Ali M. Y., Sina A. A., Khandker S. S., Neesa L., Tanvir E. M., Kabir A. et al. Nutritional composition and biologically active compounds of tomatoes and their impact on human health and diseases: review // Products. 2020. Vol. 10, No. 1. P. 45. <https://doi.org/10.3390/foods10010045>
8. Alam M. J. [et al.] Enzyme activities in relation to sugar accumulations in tomato // Proc. Pakistan Acad. sci. 2006. Vol. 43. No. 4. P. 241-248
9. Naumova N. L., Zhuravel V. V., Burmistrov E. A., Burmistrova O. M. Nutritional value of powder from tomatoes grown in different geographical areas of the Chelyabinsk region / Quality control and food safety // Innovations and food safety. 2021. No. 3 (33). P. 22-28.
10. Ostrikov A. N., Gadzhieva A. M., Kas'yanov G. I. Integrated technology for processing tomato raw materials // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tekhnologij. 2015. No. 1 (63). P. 12–17.
11. Popov V. M., Afon'kina V. A., Levinskij V. N. The results of studies of indicators of the process of IR drying of tomatoes on the content of ascorbic acid // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurna. 2017. No. 9–3 (63). P. 58–62.
12. Efremov D. P. [et al.] Tomatoes: main uses in the food industry (review) // Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2022. T. 84. No 1. P. 181-195. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2022-1-181-195>.
13. Rusina I. M., Kolesnik I. M. Tomato powder as a promising additive for the activation of baker's yeast in the production of crackers // Bulletin of the Grodzensk State University named after Yanka Kupala. Series 6. Technique. 2020. Vol. 10. No 1. P. 66–77.
14. Altukhov I. V., Bykova S. M., Ochirov V. D. Prospects for the use of tomato powder in the recipe for shortbread biscuits // Vestnik KrasGAU. 2021. No. 8. P. 185.
15. Method for preparing custard gingerbread with tomato powder from small-fruited tomatoes. Pat. RU 2494624 / O. V. Perfilova, A. A. Potapova, D. V. Akishin, L. G. Elishava. – Published. 10/10/2013.
16. Kazimirova M. A. [et al.] Development of technology and recipes for rich bakery products enriched with food additives // New technologies. 2018. No. 1. P. 37–42.
17. Gadzhieva A., Mallaeva D., Murtazaliev Z., Muradova D. The use of tomato powder in national Dagestan bakery products) // Proceedings of the 10th All-Russian Scientific and Practical Conference. 2020. P. 18–21.
18. Practical manual on microbiology. Ed. by N. S. Egorov. Moscow, 1976. 307 p.

19. Zvereva L. F., Nemtsova Z. S., Volkova N. P. Technology and technochemical control of bakery production: a textbook. 3rd ed., revised and extended. M.: Light and food industry, 1983. 416 p.

20. Sharshunov V. A. [et al.] Technology and equipment for the production of bakery products: textbook. General Ed. V.A. Sharshunov. Minsk: Minsata, 2017. 1008 p.

21. Gvasaliya T. S., Yakimenko T. P., Maclichenko O. Y. The baking yeast as main raw materials for baking Modern // Science and Innovations. 2016. No 4 (16). P. 144–158.

#### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Русина Ирина Михайловна**, к.б.н., доцент кафедры технологии хранения и переработки растительного сырья, Гродненский государственный аграрный университет, ул. Терешковой, 28, г. Гродно, 230008, Беларусь; e-mail: [rimih\\_2010@mail.ru](mailto:rimih_2010@mail.ru)

**Rusina Iryna**, Cand. Sci. (Biol.), associate professor, Department of Technology of storage and processing of plant raw materials, Grodno State Agrarian University, Tereshkova St., 28, Grodno, 230008, Belarus; e-mail: [rimih\\_2010@mail.ru](mailto:rimih_2010@mail.ru)

**Колесник Ирина Михайловна**, магистр биологических наук, старший преподаватель кафедры экологии, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, пер. Доватора 3/1, Гродно, 230012, Беларусь; <https://orcid.org/0000-0001-5365-4751>, e-mail: [kolesnik\\_irina@inbox.ru](mailto:kolesnik_irina@inbox.ru)

**Kolesnik Iryna**, senior lecturer, Department of Ecology, Yanka Kupala State University of Grodno, Dovatora Lane, 3/1, Grodno, 230012, Belarus, <https://orcid.org/0000-0001-5365-4751>, e-mail: [kolesnik\\_irina@inbox.ru](mailto:kolesnik_irina@inbox.ru)

**Гузевич Алиция Ивановна**, магистр технических наук, старший преподаватель кафедры технологии хранения и переработки растительного сырья, Гродненский государственный аграрный университет, ул. Терешковой, 28, г. Гродно, 230008, Беларусь, e-mail: [aliciya\\_ivanovna@mail.ru](mailto:aliciya_ivanovna@mail.ru)

**Guzevich Alitsiya**, senior lecturer, Department of Technology of storage and processing of plant raw materials, Grodno State Agrarian University, Tereshkova St., 28, Grodno, 230008, Belarus; e-mail: [aliciya\\_ivanovna@mail.ru](mailto:aliciya_ivanovna@mail.ru)

Дата поступления в редакцию: 12.04.2023

После рецензирования: 18.05.2023

Дата принятия к публикации: 09.06.2023

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 125-132  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):125-132

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ  
ПРОДУКТОВ /  
TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS

Научная статья / Original article

УДК 664.3  
DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.12

**Лариса Юрьевна Лаврова**

[Larisa Yu. Lavrova],

**Екатерина Леонидовна Борцова**

[Ekaterina L. Bortsova],

**Сергей Анатольевич Ермаков**

[Sergey A. Ermakov],

**Илья Львович Музюкин**

[Ilya L. Muzyukin]

**Разработка творожного полуфабриката с  
функциональными свойствами**

**Development of curd semi-finished product  
with functional properties**

*Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург, Россия /  
Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia, [Lavrova100@yandex.ru](mailto:Lavrova100@yandex.ru)*

**Аннотация.** Творог и изделия из него имеют высокую биологическую ценность за счет входящего в него полноценного белка, представленного всеми незаменимыми аминокислотами. Однако содержание пищевых волокон в таких изделиях крайне низко. В соответствии с ТР ТС 022/2011 количественное значение пищевых волокон входит в расчет пищевой и энергетической ценности изделий. Пищевые волокна положительно влияют на работу желудочно-кишечного тракта, нормализуют холестериновый обмен, участвуют в выведении из организма солей тяжелых металлов, поэтому пектин используют в рационах лечебно-профилактического питания. Например, в рацион № 3 дополнительно вводится 2 г пектина. Статья посвящена разработке творожного полуфабриката с повышенным содержанием пищевых волокон. В качестве источника пищевых волокон предложено использование пектина натурального яблочного, который вводили в различных дозировках в сырники из творога взамен муки пшеничной высшего сорта. Были проведены органолептические показатели качества и выбран наилучший экспериментальный образец, который в дальнейшем замораживали в условиях шоковой заморозки и после хранения в условиях холодильной камеры исследовали на соответствие органолептическим, физико-химическим показателям качества и микробиологическим показателям безопасности. Проведены аналитические расчеты по содержанию пищевых волокон и интегрального сора в разработанном творожном полуфабрикате. Доказано увеличение содержания пищевых волокон в 6 раз по сравнению с контролем. Установлено повышение содержания железа на 4,8 %, что связано с особенностями минерального состава вносимого пектина натурального яблочного. Регламентируемые показатели качества и безопасности при хранении творожных полуфабрикатов с использованием пектина яблочного в течении 30 суток не менялись и соответствовали данным нормативных документов. Благодаря проделанной научно-исследовательской работе было получено творожное изделие с функциональными свойствами и высокими показателями качества и безопасности, которое можно рекомендовать для питания различных групп взрослого населения и в рационах лечебно-профилактического питания.

**Ключевые слова:** творожный полуфабрикат, пектин, показатели качества и безопасности, шоковая заморозка.

**Для цитирования:** Лаврова Л. Ю., Борцова Е. Л., Ермаков С. А., Музюкин И. Л. Разработка творожного полуфабриката с функциональными свойствами // Современная наука и инновации. 2023. №2 (42). С. 125-132. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.12>

**Abstract.** Cottage cheese and its products have high biological value due to the full-fledged protein included in it, represented by all essential amino acids. However, the fiber content of such articles is extremely low. In accordance with TR TS 022/2011, the quantitative value of dietary fiber is included in the calculation of the nutritional and energy value of products. Dietary fibers positively affect the work of the gastrointestinal tract, normalize cholesterol metabolism, participate in the elimination of heavy metal salts from the body, therefore, pectin is used in the diets of therapeutic and preventive nutrition. The article is devoted to the development of a curd semi-finished product with a high content of dietary fiber. The food fibre source is represented by the use of natural apple pectin introduced in various dosages into curd cheesecakes instead of prime grade wheat flour. Organoleptic quality parameters were carried out and the best experimental sample was selected, which was subsequently frozen under shock freezing conditions and after storage in a refrigeration chamber, was examined for compliance with organoleptic, physicochemical and microbiological safety parameters. Analytical calculations were carried out on the content of dietary fiber and integral scrap in the developed curd semi-finished product. A 6-fold increase in dietary fiber content compared to the control has been proven. The iron content was increased by 4.8%, which is associated with the peculiarities of the mineral composition of the introduced natural apple pectin. The regulated quality and safety indicators when storing curd semi-finished products using apple pectin for 30 days did not change and corresponded to the data of regulatory documents. Thanks to the research done, a curd product with functional properties and high quality and safety indicators was obtained, which can be recommended for feeding various groups of the adult population and in the diets of therapeutic and preventive nutrition

**Key words:** curd semi-finished product, pectin, quality and safety indicators, shock freezing.

**For citation:** Lavrova L. Yu., Bortsova E. L., Ermakov S. A., Muzyukin I. L. Development of curd semi-finished product with functional properties. *Modern Science and Innovations*. 2023;2(42):125-132. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.12>

**Введение.** Ухудшение экологии, работа на вредных производствах негативно сказываются на здоровье человека. Организм часто не в состоянии сам справиться с выведением токсичных веществ, что приводит к пагубным эффектам накопления и депонирования опасных для здоровья элементов [1].

Как известно, предупреждающими и профилактирующими мероприятиями является включение в рацион обогащенных физиологически функциональными нутриентами изделий и блюд. Разработка таких пищевых продуктов, изделий, блюд позволяет принципиально по-новому подходить к комплексному решению проблемы нутрициологического и технологического обеспечения промышленного производства пищевых изделий, поэтому является актуальным научным направлением для современной пищевой промышленности [2, 3, 4].

К числу функциональных пищевых ингредиентов относится пектин, входящий в группу пищевых волокон. Основной эффект терапевтического действия пектина связан с особенностями его химической структуры. Полимерная цепь полигалактуроновой кислоты, наличие химически активных свободных карбоксильных групп и спиртовых гидроксильных групп способствуют образованию прочных нерастворимых хелатных комплексов с поливалентными металлами и выведению последних из организма. Пектины благоприятно воздействуют на пострadiационное восстановление форменных элементов крови, повышая антиоксидантную активность не только крови, но и тканей печени. Данные свойства пектина легли в основу рациона № 3 лечебно-профилактического питания, разработанного для лиц, контактирующих со свинцом и его соединениями [5, 6, 7].

Творог – традиционный кисломолочный продукт, обладающий высокими питательными, лечебными и лечебно-профилактическими свойствами. В пищевой промышленности его получают сквашиванием пастеризованного цельного или обезжиренного молока и удалением части сыворотки из образовавшегося сгустка. Изделия из

творога сбалансированы по аминокислотному составу и используются в лечебном и лечебно-профилактическом питании [8].

Производство творога относится к критической контрольной точке. Это требует оценки рисков, прослеживаемости и мониторинга критических параметров, влияющих на качество и безопасность [9, 10], что также контролировалось в процессе проведения научного исследования.

Цель данной работы: разработать творожный полуфабрикат с повышенным содержанием пищевых волокон.

**Объекты и методы исследования.** Объектом исследования стали сырники замороженные (полуфабрикат), в которые в различных количествах вносили пектин натуральный яблочный (ГОСТ 29186-91 «Пектин. Технические условия»).

Для достижения поставленной цели был использован комплекс методов исследования.

Органолептическая оценка качества контрольного и экспериментального образцов полуфабрикатов. При анализе полуфабрикатов обращали внимание на внешний вид, консистенцию, цвет и запах творожной массы.

Физико-химические показатели качества включали в себя определение массовой доли сухих веществ, жира, кислотности.

Микробиологический анализ безопасности вели по показателям: БГКП (колиформы), *S. aureus*, бактерии рода сальмонелла, дрожжи, плесени.

Для проведения исследований были выбраны следующие экспериментальные образцы:

- образец 1 – изделие из творога с заменой 16,4% муки пшеничной высшего сорта в пересчете на сухое вещество на пектин яблочный;
- образец 2 – изделие из творога с заменой 25,0% муки пшеничной высшего сорта в пересчете на сухое вещество на пектин яблочный;
- образец 3 – изделие из творога с заменой 32,8% муки пшеничной высшего сорта в пересчете на сухое вещество на пектин яблочный;
- образец 4 – изделие из творога с заменой 40,0% муки пшеничной высшего сорта в пересчете на сухое вещество на пектин яблочный;
- образец 5 – изделие из творога с заменой 45,0% муки пшеничной высшего сорта в пересчете на сухое вещество на пектин яблочный.

В качестве контрольного образца взято творожное изделие «Сырники из творога» (рецептура № 294 Сборника технологических нормативов «Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания»).

Технология производства экспериментальных образцов. В протертый творог добавляли 2/3 части просеянной муки, взбитые яйца, сахар, соль. Массу хорошо вымешивали, придавая ей форму батончика толщиной 5-6 см. Нарезали поперек, панировали в муке, придавая форму биточков толщиной 1,5 см. Пектин просеивали и вносили вместе с основной массой муки пшеничной высшего сорта.

Проводили оценку органолептических показателей качества творожных полуфабрикатов по показателям: внешний вид, консистенция, цвет, запах [11].

Полученные творожные полуфабрикаты замораживали с помощью шкафа шоковой заморозки с технологией шок-фризер для ускоренного охлаждения и глубокой заморозки. Шоковая заморозка является современным способом сохранения пищевой и кулинарной продукции, не вызывающим изменений в химическом составе последней. В основе данного метода лежит скорость охлаждения (или замораживания), благодаря чему имеющаяся в полуфабрикате влага претерпевает процесс микрокристаллизации, не разрушая структуру продукта. Используемая для исследования камера шоковой заморозки имела следующие технические характеристики: напряжение 220 В, мощность 0,628 кВт, количество уровней 3, холодильный агент встроенный, тип гастроемкости GN 1, производительность цикла охлаждения: от +90 °С до +3 °С (12 кг за 90 мин), производительность цикла заморозки: от

+90 °С до -18 °С (8 кг за 240 мин), габаритные размеры 620 х675 х670. Творожные полуфабрикаты хранили в условиях холодильной камеры при температуре -18 °С в течение 30 дней. Затем подвергали органолептической оценке и физико-химическому анализу по регламентируемым показателям качества.

**Результаты исследования и их обсуждение.** По результатам органолептической оценки качества экспериментальных образцов, проводимой в соответствии с ГОСТ 31986-2012, выявлено изменение цвета и консистенции изделий с увеличением количества вносимого пектина натурального яблочного. Цвет менялся от белого с легким желтым оттенком до кремового. В ходе апробации установлено незначительное различие в консистенции у образцов 2 и 3 с контрольным образцом. Образец 4 обладал заметной обволакивающей, вязкой консистенцией, изделия плохо формовались, наблюдалось прилипание творожной массы к рукам и инвентарю. Образец 5 получил самые низкие оценки экспертов.

Наилучшим был признан образец 2 с внесением 25% пектина яблочного взамен муки пшеничной высшего сорта, который и был направлен на дальнейшие исследования, который и был направлен на шоковую заморозку и хранение в условиях холодильной камеры в течение 30 суток с последующим размораживанием и определением физико-химических показателей качества (кислотность, массовая доля сухих веществ, массовая доля жира).

Физико-химические показатели качества экспериментального образца представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели качества экспериментального образца  
Table 1 – Physico-chemical quality indicators of the experimental sample

Наименование показателя	Результаты испытаний	Нормативный показатель
Кислотность, °Т	144	не более 220
Массовая доля сухих веществ, %	44,0	не менее 39
Массовая доля жира, %	3,5	не более 6,5

По физико-химическим показателям качества экспериментальный образец не превышает предельных значений, регламентируемых нормативными документами: ГОСТ Р 54669-2011 «Молоко и продукты переработки молока. Методы определения кислотности», ГОСТ Р 54668-2011 «Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли влаги и сухого вещества», ГОСТ 5867-90 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира».

Определение показателей безопасности в экспериментальном образце вели по следующим показателям: наличие БГКП (колиформы), *S.aureus*, бактерии рода сальмонелла, дрожжи и плесени. Результаты исследования сравнивали с нормативными показателями (таблица 2).

Таблица 2 – Микробиологические показатели безопасности экспериментального образца  
Table 2 – Microbiological safety indicators of the experimental sample

Наименование показателя	Результаты испытаний	Нормативный показатель
<i>S.aureus</i> , г	не обнаружено в 0,1 г	не допускается в 0,1 г
БГКП (колиформы), г	не обнаружено в 0,01 г	не допускается в 0,01 г
Бактерии рода сальмонелла, г	не обнаружено в 25 г	не допускается в 25 г
Дрожжи, КОЭ/г	менее $1 \times 10^1$	не более 100
Плесени, КОЭ/г	менее $1 \times 10^1$	менее 50

Результаты микробиологических исследований подтверждают безопасность экспериментального образца и его соответствие нормативным документам: ГОСТ 31746-

2021 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*», ГОСТ 31747-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек», ГОСТ 31659-2012 «Продукты пищевые. Методы и определения бактерий рода сальмонелла», ГОСТ 10444.15-2013 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов», ГОСТ 10444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов».

Среднесуточная норма потребления пищевых волокон согласно МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» составляет 20-25 г для взрослого населения. Аналитический расчет пищевых волокон показал, что их содержание в экспериментальном образце составило 2,4 г на 100 г полуфабриката, что в 6 раз выше, чем у контрольного образца.

После хранения разработанный полуфабрикат обжаривали и доводили до готовности в жарочном шкафу. Готовый образец получил высокие органолептические показатели качества.

Проведен расчет интегрального сора экспериментального образца с учетом потерь при тепловой обработке. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты расчета интегрального сора экспериментального образца  
Table 3 – Results of calculation of the integral score of the experimental sample

Нутриенты	Степень удовлетворения суточной потребности, %
Белки, г	32,8
Жиры, г	16,9
Углеводы, г	7,3
Пищевые волокна, г	18,7

Результаты таблицы 3 показывают высокое содержание (более 15% от средней суточной нормы потребления) не только пищевых волокон, но и белка, и жира. Это связано с тем, что творог является полноценным продуктом с высоким содержанием незаменимых аминокислот и полиненасыщенных жирных кислот. Полученные данные позиционируют разработанное изделие как функциональное, полезное для здоровья.

Исходя из данных сборника «Химический состав российских продуктов питания» пектин не содержит витаминов, поэтому внесение добавки не привело к заметному улучшению витаминного состава экспериментального образца. Но добавка изменила минеральный состав, поскольку в пектин входит ряд микро- и макроэлементов (на 100 г): К – 108 мг, Са – 40 мг, Mg – 14 мг, P – 25 мг, Fe – 1,9 мг [12].

Установлено, что благодаря внесению пектина в экспериментальном образце заметно увеличилось (на 4,8%) содержание железа по сравнению с контрольным образцом. Поскольку изделия из творога имеют сбалансированный минеральный состав, то согласно МР 2.3.1.0253-21 экспериментальный образец удовлетворял среднесуточную физиологическую норму потребления в кальции (21,2%), фосфоре (43,1%) и селене (56,6%).

**Заключение.** Разработанный творожный полуфабрикат с внесением 25% яблочного пектина взамен муки пшеничной высшего сорта имел высокие органолептические показатели качества как до, так и после шокового замораживания и хранения в условиях холодильной камеры в течение 30 дней. Дегустационная оценка готового творожного изделия с использованием яблочного пектина показала, что изделие характеризуется приятным творожным вкусом, без посторонних привкусов и послевкусий.

Физико-химические показатели качества на всех этапах исследования соответствовали нормативным документам.

В работе доказана микробиологическая безопасность данного полуфабриката на основании проведенных лабораторных исследований, что исключает возможные биологические риски при производстве данной продукции. На основании расчета интегрального сора определено, что новое изделие покрывает более 18% потребности от суточной нормы в пищевых волокнах за счет внесения функционального пищевого ингредиента. Установлено повышение содержания железа, что связано с особенностями минерального состава вносимого пектина натурального яблочного. Полученные результаты дают возможность сделать вывод о получении функционального пищевого продукта и рекомендовать его включение в питание различных групп взрослого населения, а также в рацион № 3 лечебно-профилактического питания при контакте работников с различными соединениями свинца.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Хусаинов В. Ф. О необходимости разработки профилактического питания рабочих промышленных предприятий // Материалы Международной заочной научно-практической конференции «Инновационные технологии в сфере питания, сервиса и торговли». Екатеринбург: УрГЭУ, 28 октября 2013. С. 147.
2. Новые творожные изделия с функциональными свойствами / М. Б. Ребезов, Г. К. Альхамова, Н. Н. Максимюк [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации; Южно-Уральский государственный университет. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 94 с.
3. Федосова А. Н. Функциональные продукты в замкнутой системе молоко-пектин / А. Н. Федосова, М. В. Каледина, В. П. Витковская. Белгород: Общество с ограниченной ответственностью Издательско-полиграфический центр "ПОЛИТЕРРА", 2022. 198 с.
4. Жилинская Н. В. Обогащенная молочная продукция - основной тренд коррекции дефицита микронутриентов: научные исследования и промышленное внедрение // Молочная промышленность. 2020. № 6. С. 32-34.
5. Пектин: свойства и польза для организма / М. М. Магамедэминова, В. М. Коротких, М. М. Осокина [и др.] // Молодой ученый. 2021. № 7 (349). С. 41-43.
6. Огнева О. А. Пектин как полифункциональная добавка при производстве молочных продуктов / О. А. Огнева, Л. В. Пономаренко, М. П. Коваленко // Молодой ученый. 2015. № 15(95). С. 144-147.
7. Лаврова Л. Ю. Использование яблочного пектина в производстве хлебобулочных изделий / Л. Ю. Лаврова, Е. Л. Борцова // Хлебопродукты. 2021. № 9. С. 42-43.
8. Бабкина, Н. Г. Функциональные молочные продукты как необходимый элемент питания ЗОЖ // Молочная промышленность. 2021. № 6. С. 44-45.
9. Борцова Е. Л. Механизмы управления рисками качества и безопасности молочной продукции / Е. Л. Борцова, Л. Ю. Лаврова // Молочная промышленность. 2020. № 10. С. 27-30.
10. Юрова Е. А. Контроль качества и безопасности продуктов функциональной направленности на молочной основе // Молочная промышленность. 2020. № 6. С. 12-15.
11. Лаврова Л. Ю. Использование яблочного пектина в технологии изделий из творога / Л. Ю. Лаврова // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2022 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 10–11 ноября 2022 года. Т. 3. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. С. 349-352.
12. Скурихин И. М. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. М.: ДеЛи принт, 2002. 236 с.

## REFERENCES

1. Khusainov V. F. On the need to develop preventive nutrition for industrial workers // Materials of the International correspondence scientific and practical conference "Innovative

technologies in the field of nutrition, service and trade." Yekaterinburg: Ural State University, October 28, 2013. P. 147.

2. New curd products with functional properties / M. B. Rebezov, G. K. Alkhamova, N. N. Maksimyuk [and others]; Ministry of Education and Science of the Russian Federation; South Ural State University. Chelyabinsk: Publishing Center of SUSU, 2011. 94 p.

3. Fedosova A. N. Functional products in a closed system milk-pectin / A. N. Fedosova, M. V. Kaledina, V. P. Vitkovskaya. Belgorod: Limited Liability Company Publishing and Printing Center "POLITERRA," 2022. 198 p.

4. Zhilinskaya N. V. Enriched dairy products are the main trend in the correction of micronutrient deficiency: scientific research and industrial implementation/N.V. Zhilinskaya//Dairy industry. 2020. No. 6. P. 32-34.

5. Pectin: properties and benefits for the body/M. M. Magamedeminova, V. M. Korotkikh, M. M. Osokin [et al.] // Young scientist. 2021. No. 7 (349). P. 41-43.

6. Ogneva, O. A. Pectin as a multifunctional additive in the production of dairy products / O. A. Ogneva, L. V. Ponomarenko, M. P. Kovalenko // Young scientist. 2015. No. 15 (95). P. 144-147.

7. Lavrova, L. Yu. Use of apple pectin in the production of bakery products / L. Yu. Lavrov, E. L. Bortsova // Bread products. 2021. No. 9. P. 42-43.

8. Babkina, N. G. Functional dairy products as a necessary element of healthy lifestyle nutrition // Dairy industry. 2021. No. 6. P. 44-45.

9. Bortsova, E. L. Mechanisms for managing risks in the quality and safety of dairy products/E. L. Bortsova, L. Yu. Lavrov // Dairy industry. 2020. No. 10. P. 27-30.

10. Yurova, E. A. Quality and safety control of functional products based on dairy //Dairy industry. 2020. No. 6. P. 12-15.

11. Lavrova, L. Yu. The use of apple pectin in the technology of cottage cheese products/L. Yu. Lavrov//Generation of the future: The view of young scientists - 2022: a collection of scientific articles of the 11th International Youth Scientific Conference, Kursk, and November 10-11, 2022. Vol. 3. Kursk: Southwestern State University, 2022. P. 349-352.

12. Skurikhin, I. M. Chemical composition of Russian food products: reference book / I. M. Skurikhin, V. A. Tutelyan. M.: DeLi print, 2002. 236 p.

### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Лаврова Лариса Юрьевна**, доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры пищевой инженерии аграрного производства, Уральский государственный аграрный университет, [Lavrova100@yandex.ru](mailto:Lavrova100@yandex.ru), +79222037772

**Lavrova Larisa Yurievna**, associate professor, candidate of technical sciences, Associate Professor Department of Food Engineering of Agricultural Production, Ural State Agrarian University, [Lavrova100@yandex.ru](mailto:Lavrova100@yandex.ru), +79222037772

**Борцова Екатерина Леонидовна**, кандидат экономических наук, доцент кафедры пищевой инженерии аграрного производства, Уральский государственный аграрный университет, [borcovael@yandex.ru](mailto:borcovael@yandex.ru), +79086395240

**Bortsova Ekaterina Leonidovna**, candidate of economic sciences, Associate Professor Department of Food Engineering of Agricultural Production, Ural State Agrarian University, [borcovael@yandex.ru](mailto:borcovael@yandex.ru), +79086395240

**Ермаков Сергей Анатольевич**, профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой пищевой инженерии аграрного производства, Уральский государственный аграрный университет, [ermakov836@yandex.ru](mailto:ermakov836@yandex.ru), +79193686503

**Ermakov Sergey Anatolyevich**, professor, doctor of technical sciences, Head of the Department of Food Engineering of Agricultural Production, Ural State Agrarian University, [ermakov836@yandex.ru](mailto:ermakov836@yandex.ru), +79193686503

**Музюкин Илья Львович**, научный сотрудник, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры пищевой инженерии аграрного производства, Уральский государственный аграрный университет, [plasmon@mail.ru](mailto:plasmon@mail.ru), +79089023923

**Muzyukin Ilya Lvovich**, researcher, candidate of physical and mathematical sciences, Associate Professor Department of Food Engineering of Agricultural Production, Ural State Agrarian University, [plasmon@mail.ru](mailto:plasmon@mail.ru), +79089023923

Дата поступления в редакцию: 19.04.2023

После рецензирования: 13.05.2023

Дата принятия к публикации: 07.06.2023

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 133-144  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):133-144

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ  
ПРОДУКТОВ /  
TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS

Научная статья / Original article

УДК 637.345: 663.15  
DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.13

**Мария Александровна Шпак**  
[Maria A. Shpak] \*  
**Светлана Андреевна Рябцева**  
[Svetlana A. Ryabtseva],  
**Алексей Дмитриевич Лодыгин**  
[Aleksey D. Lodygin],  
**Анастасия Андреевна Семченко**  
[Anastasia A. Semchenko]

**Исследование особенностей  
культивирования молочнокислых  
бактерий в подсырной сыворотке и уф-  
пермеате для получения  $\beta$ -галактозидаз**

**The research of lactic acid bacteria  
cultivation in cheese whey and UF  
permeate for  $\beta$ -galactosidases production**

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

**Аннотация.** Молочнокислые микроорганизмы являются потенциальными источниками фермента  $\beta$ -галактозидазы, которая может быть использована для гидролиза лактозы при производстве низко- и безлактозных продуктов питания, а также в качестве катализатора при проведении биосинтеза лактулозы, галактоолигосахаридов и других ценных пищевых добавок. Потребность молочнокислых бактерий к наличию в среде культивирования дополнительных источников углерода, азота и др. компонентов значительно удорожает стоимость получения бактериальных  $\beta$ -галактозидаз. Лактозосодержащее сырье, в частности молочная сыворотка и её УФ-пермеат являются перспективным и достаточно дешевым аналогом дорогостоящих сложно компонентных сред для культивирования молочнокислых микроорганизмов. В работе исследованы особенности культивирования различных видов молочнокислых бактерий (*Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus rhamnosus* LGG, *Lactococcus lactis* ssp.) в разных видах вторичного молочного сырья (молочная сыворотка и УФ-пермеат). Показано, что подсырная сыворотка является более благоприятной средой для их роста, чем УФ-пермеаты. Самая высокая концентрация молочной кислоты была получена в опытах с *L. acidophilus*. Для ускорения роста молочнокислых бактерий в пермеате предложено использовать добавление 2% пептона.

**Ключевые слова:** подсырная сыворотка, УФ-пермеат, лактаза,  $\beta$ -галактозидаза, продуценты, молочнокислые бактерии.

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

**Для цитирования:** Шпак М. А., Рябцева С. А., Лодыгин А. Д., Семченко А. А. Исследование особенностей культивирования молочнокислых бактерий в подсырной сыворотке и УФ-пермеате для получения  $\beta$ -галактозидаз // *Современная наука и инновации*. 2023. №2 (42). С. 133-144. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.13>

**Abstract.** *Lactic acid microorganisms are potential sources of the  $\beta$ -galactosidase enzyme, which can be used for the hydrolysis of lactose in the production of low- and lactose-free food products, as well as a catalyst in the biosynthesis of lactulose, galactooligosaccharides, and other valuable food additives. The need of lactic acid bacteria for the presence in the cultivation medium of additional sources of carbon, nitrogen, and other components significantly increases the cost of bacterial  $\beta$ -galactosidases. Lactose-containing raw materials, in particular whey and its UV permeate, are a promising and fairly cheap analogue of expensive complex media for the cultivation of lactic acid microorganisms. In this work, the features of cultivation of various types of lactic acid bacteria (*Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus rhamnosus* LGG, *Lactococcus lactis* ssp.) in different types of secondary milk raw materials (whey and UV permeate) were studied.. It has been shown that cheese whey is a more favorable medium for their growth than UV permeates. The highest concentration of lactic acid was obtained in experiments with *L. acidophilus*. To accelerate the growth of lactic acid bacteria in the permeate; it was proposed to use the addition of 2% peptone.*

**Key words:** cheese whey, UF permeate, lactase,  $\beta$ -galactosidase, producers, lactic acid bacteria.

**Funding:** The work was carried out with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation as part of the implementation of a comprehensive project to create a high-tech production on the topic: "Creation of Russia's first high-tech production of lactulose prebiotic and functional dairy ingredients for import substitution in medicine, veterinary medicine, baby food, Production of therapeutic and prophylactic products for humans and animals" (Agreement on the provision of subsidies from the federal budget for the development of cooperation between a state scientific institution and an organization of the real sector of the economy in order to implement a comprehensive project to create high-tech production No. 075-11-2022-021 dated 07.04.2022) within the framework of the Decree of the Government of the Russian Federation No. 218 dated April 9, 2010 on the basis of the Federal State Educational Institution "North Caucasus Federal University".

**For citation:** Shpak M. A., Ryabtseva S. A., Lodygin A. D., Semchenko A. A. The research of lactic acid bacteria cultivation in cheese whey and UF permeate for  $\beta$ -galactosidases production // *Modern Science and Innovations*. 2023;2(42): 133-144. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.13>

**Введение.**  $\beta$ -галактозидаза (лактаза) относится к ферментам класса гидролаз, которые способны расщеплять лактозу до галактозы и глюкозы, а затем могут присоединять галактозный остаток к фруктозе (т.е. проводить трансгалактозилирование). Это позволяет использовать  $\beta$ -галактозидазу при производстве низко- и безлактозных продуктов для питания людей с лактазной недостаточностью, для предотвращения кристаллизации лактозы в сгущенных продуктах, а также для получения ценных пищевых добавок, таких как лактулоза, галактоолигосахариды и др. Механизм действия  $\beta$ -галактозидазы включает в себя: образование лактоферментного комплекса; галактозильный перенос и образование галактозильного комплекса с ферментом, при этом высвобождается глюкоза; перенос галактозы к нуклеофильному акцептору, содержащему гидроксильную группу. В случае если акцептором является вода, образуется галактоза, а когда акцептором является другой сахар, продуктом является олигосахарид [7].

Многие молочнокислые бактерии обладают способностью вырабатывать фермент  $\beta$ -галактозидазу. Использование ферментного препарата  $\beta$ -галактозидазы, выделенной из клеток *Streptococcus thermophilus*, и 30 % раствора лактозы в качестве субстрата, позволило провести синтез галактоолигосахаридов (ГОС), выход которых составил 53,45 г/л [15].  $\beta$ -галактозидаза *Lactobacillus acidophilus* [5] была успешно применена для биосинтеза

лактолозы и галактоолигосахаридов, при этом максимальное количество лактулозы 25 г/л было получено через 7 ч реакции и содержания в субстрате лактозы и фруктозы в соотношении 40:20% (масса/объем). Культивирование *Bifidobacterium longum* в течение 30 ч при температуре 37°C в среде, содержащей 10 % сыворотки, 10 % кукурузного экстракта и 0,05 % цистеин-НСI, позволило получить β-галактозидазу высокой степени активности [4]. Сравнительный анализ 60 лактаз показал, что наряду со *Streptococcus thermophilus*, β-галактозидаза которого достаточно термоустойчива, высокоактивна и стабильна при длительном хранении по сравнению с аналогичными ферментами дрожжей [3], *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Leuconostoc citrovorum subsp.* также являются потенциальными источниками данного фермента [12].

β-галактозидазы бактериального происхождения чаще всего представляют собой белки внутриклеточной локализации и различаются молекулярной массой, количеством субъединиц, аффинностью к различным субстратам, рН оптимумом действия, термостабильностью. Практически все бактериальные β-галактозидазы проявляют максимум своей активности в диапазоне рН 6,5 – 7,5. Температурный оптимум действия фермента зависит от его продуцента и колеблется в пределах от 37 до 75°C [6, 13].

Процесс получения бактериальной β-галактозидазы включает в себя следующие этапы: культивирование выбранной чистой культуры в селективных средах при оптимальных условиях, выделение, очистку фермента и получение ферментного препарата. Несмотря на то, что некоторые молочнокислые микроорганизмы, в частности *Lactobacillus brevis*, обладают способностью выделять β-галактозидазу в среду в конце процесса культивирования [10], большинство бактериальных лактаз являются внутриклеточными и прочно ассоциированы с клеточной стенкой. По этой причине процесс их получения, как правило, включает стадию разрушения, т.е. дезинтеграции клетки, в результате чего происходит экстракция фермента в среду культивирования [2, 16]. Проведение этапов выделения и очистки ферментов существенно удорожают стоимость их получения. Использование неочищенных ферментных препаратов позволило бы значительно снизить затраты и ресурсы, идущие на их очистку и транспортировку. В этом случае в качестве продуцентов лактаз могут быть использованы только безопасные для употребления в пищу бактерии, клетки которых будут присутствовать в конечном продукте [1]. К их числу, относятся, в первую очередь, молочнокислые микроорганизмы, которые обладают доказанной безопасностью (GRAS статус).

Важнейшим этапом при получении β-галактозидазы является процесс культивирования клеток, который состоит из трех стадий: получения и активизации посевного материала (инокуляции), выращивания биомассы посевного материала и основной ферментации, при которой происходит как рост микроорганизмов, так и накопление фермента. От состава среды и условий культивирования клеток зависит количество и активность накопленной клетками β-галактозидазы. Особенностью роста молочнокислых микроорганизмов является их потребность в присутствии в среде дополнительных питательных веществ: источников азота ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, пептон, дрожжевой экстракт и др.), источников углерода (глюкоза, галактоза, лактоза и др.), ацетата натрия, сульфата магния, сульфата марганца и др. компонентов [11], что значительно увеличивает затраты на получение фермента. Именно по этой причине, несмотря на явные преимущества по сравнению с ферментами дрожжей β-галактозидазы молочнокислых бактерий не получают в промышленных масштабах. Таким образом, поиск дешевых сред для культивирования молочнокислых бактерий, обеспечивающих высокий прирост их биомассы, а также синтез активной и стабильной лактазы, является актуальным.

В проведенных ранее исследованиях установлено, что наличие в среде культивирования лактозы позволяет индуцировать механизм синтеза микроорганизмами β-галактозидазы и получить высокую активность фермента [9]. Учитывая это факт, использование в качестве среды для культивирования молочнокислых микроорганизмов-продуцентов лактазы молочной сыворотки и её УФ-пермеатов, содержащих до 5 % и 85 %

лактозы соответственно представляет значительный интерес [14]. Кроме того, наличие в сывороточном пермеате такого количества лактозы позволяет использовать его при участии фермента  $\beta$ -галактозидазы для биоконверсии лактозы в более ценные соединения, в частности получения пребиотика лактулозы и галактоолигосахаридов [8].

В связи с вышеизложенным, целью работы было исследование особенностей культивирования молочнокислых бактерий в подсырной сыворотке и УФ-пермеате, как основы получения  $\beta$ -галактозидаз для биоконверсии лактозы и синтеза лактулозы, ГОС и других функциональных пищевых компонентов.

**Объекты исследования.** Объектами исследования были бактериальные закваски молочнокислых микроорганизмов: *Lactobacillus acidophilus* (БК-Углич-АВ), *Streptococcus thermophilus* (LAT BY-R), *Lactobacillus plantarum* (LAT CH-PL 03), *Lactobacillus rhamnosus* LGG (LGG), *Lactococcus lactis* ssp. (ECO BIO CH – 101 (R1/R2), (характеристика которых, в т.ч. обозначения, оптимальная температура развития и фирмы-производители представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика бактериальных заквасок  
Table 1 – Characteristics of bacterial starter cultures

Условное обозначение закваски	Состав		Оптимальная температура, °С	Производитель/ Страна
БК-Углич-АВ (вязкая)	<i>Lactobacillus acidophilus</i>		37 – 38	ФГУП «Экспериментальная биофабрика» Россельхозакадемии / г. Углич
ECO BIO CH – 101 (R1/R2)	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> ; <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>		28 – 32	ООО «Лактина», ЭКОКОМ / Болгария
LAT BY – R	<i>Streptococcus thermophilus</i>		40 – 45	
LAT CH-PL 03	<i>Lactobacillus plantarum</i>		37 – 39	
LGG	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> LGG		28 – 32	Chr. Hansen A/S. / Дания

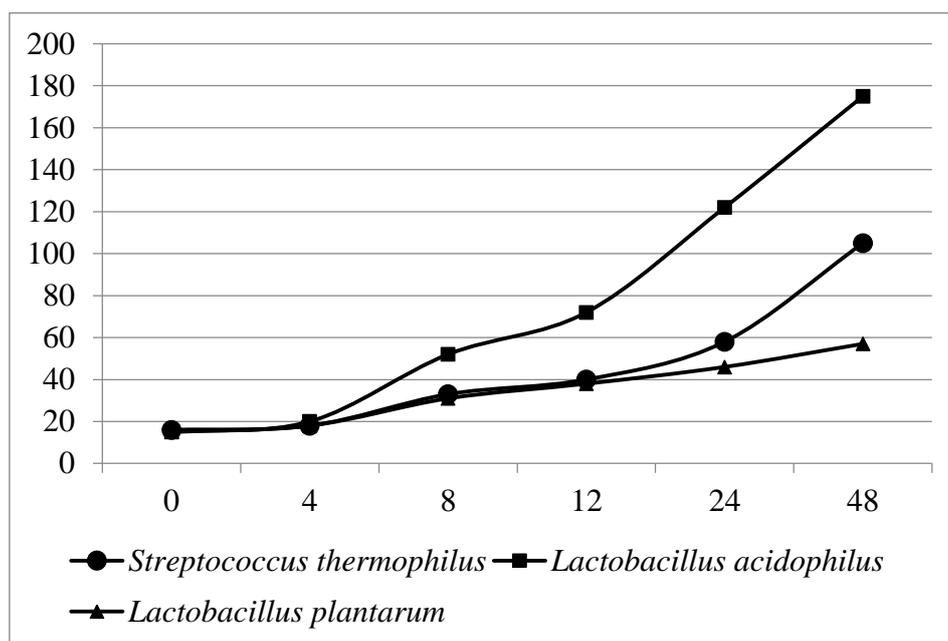
В качестве среды культивирования использовали подсырную молочную сыворотку и УФ-пермеат, предоставленные АО Молочный комбинат «Ставропольский». Для интенсификации роста молочнокислых микроорганизмов в качестве дополнительного источника азота проводили добавление в сыворотку или пермеат 2% пептона.

Выбранные культуры активизировали в обезжиренном молоке в течение 24 ч. при оптимальной температуре, после чего 5% полученной закваски вносили в коническую колбу со 150 см<sup>3</sup> стерилизованной подсырной сыворотки или восстановленного УФ-пермеата подсырной сыворотки (далее пермеат), или сыворотки (пермеата) с пептоном, тщательно перемешивали и инкубировали при оптимальной температуре в течение 24 – 48 часов.

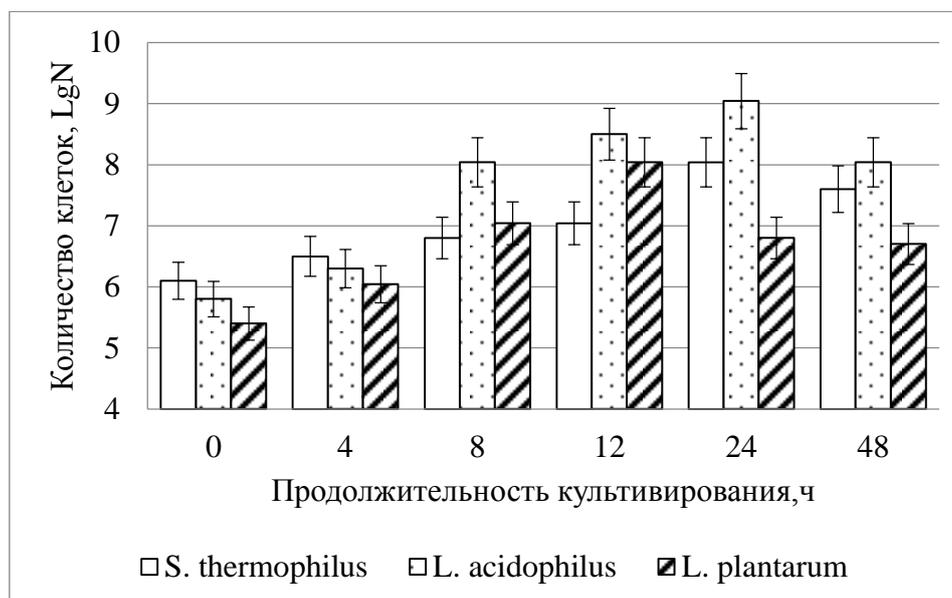
Количественный учет клеток молочнокислых микроорганизмов выполняли методом наиболее вероятного числа микроорганизмов согласно ГОСТ 33951-2016 «Молоко и молочная продукция. Методы определения молочнокислых микроорганизмов» и МУК 4.2.2884—11 «Методы микробиологического контроля объектов окружающей среды и пищевых продуктов с использованием петрифильмов». Определение титруемой кислотности – по ГОСТ 3624-92. Эксперименты проводили в трех-пяти повторностях, для обработки результатов использовали стандартные методы статистической обработки и программу Microsoft Office Excel.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В первой серии экспериментов были исследованы закономерности роста выбранных молочнокислых бактерий в подсырной сыворотке. Культивирование микроорганизмов проводили в течение 48 ч. Результаты

определения титруемой кислотности показаны на рисунке 1, количества молочнокислых микроорганизмов – на рисунке 2.



**Рисунок 1. Зависимость титруемой кислотности подсырной сыворотки с разными заквасками от времени культивирования**  
**Figure 1. The dependence of the titrated acidity of the subsurface serum with different ferments on the cultivation time**



**Рисунок 2. Зависимость количества клеток молочнокислых бактерий (LgN, КОЕ/см<sup>3</sup>) от времени их культивирования в подсырной сыворотке**  
**Figure 2. Dependence of the number of lactic acid bacteria cells (Lg, CFU/cm<sup>3</sup>) on the time of their cultivation in the subcutaneous serum**

Анализ полученных данных показывает, что исследованные культуры по-разному развиваются в подсырной сыворотке. Первые 4 часа культуры развивались медленно, что соответствует лаг-фазе, в ходе которой происходит адаптация клеток к новой среде. Максимальное количество жизнеспособных клеток *L.acidophilus* и *S.thermophilus* наблюдалось через 24 часа культивирования и достигало значений lgN=9 и lgN=8 соответственно, т.е. увеличение числа клеток происходит на  $\Delta \lg N = 3,3$  для *L. acidophilus* и  $\Delta \lg N = 1,9$  для *S. thermophilus*. При этом *L.acidophilus* проявляет более высокую активность

кислотообразования, чем *S.thermophilus*: титруемая кислотность через 24 часа составляет 120°Т и 60°Т соответственно. В последующие сутки инкубации происходит снижение количества клеток на  $\Delta \lg N = 1,0$  для *L.acidophilus*, и  $\Delta \lg N = 0,4$  для *S.thermophilus*. Скорость нарастания кислотности при этом сохраняется для обеих культур, что свидетельствует о высокой кислотообразующей способности оставшихся молочнокислых микроорганизмов.

*L.plantarum* показывает максимум жизнеспособных клеток ( $\lg N = 8$ ) и аналогичную *S.thermophilus* активность кислотообразования через 12 часов культивирования, после чего наблюдается резкое снижение количества микроорганизмов (более чем на порядок за последующие 12 часов). То, что *L.plantarum* развивается в сыворотке хуже, чем другие исследованные бактерии, может быть связано с особыми потребностями данной культуры в определенных аминокислотах и витаминах.

На основании проведенных экспериментов для дальнейших исследований были отобраны две культуры (*L.acidophilus* и *S.thermophilus*) и определена оптимальная продолжительность их культивирования – 24 часа. Анализ корреляции между количеством клеток  $\lg N$  и титруемой кислотностью показывает, что для выбранных культур в период инкубации до 24 часов существует прямая зависимость между этими показателями, описываемая линейным уравнением со степенью достоверности аппроксимации более 0,9 (рисунок 3). В связи с этим в следующем эксперименте кислотность была использована в качестве комплексного показателя развития культур молочнокислых микроорганизмов.

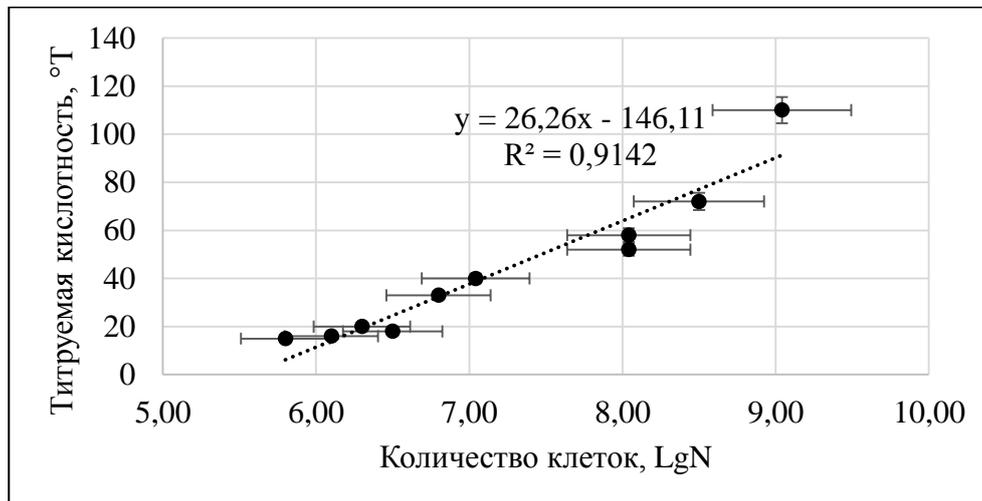


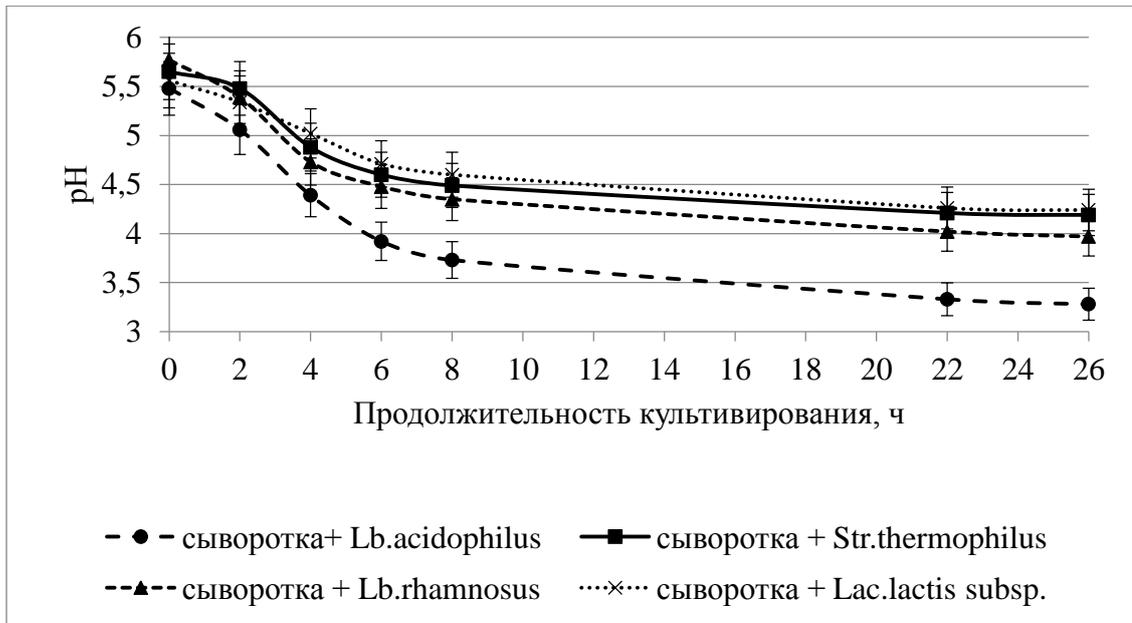
Рисунок 3. Зависимость титруемой кислотности сыворотки от количества клеток *L.acidophilus* и *S.thermophilus* (LgN) за период культивирования 24 часа

Figure 3. Dependence of titrated serum acidity on the number of *L.acidophilus* and *S.thermophilus* (Lat) cells during the cultivation period of 24 hours

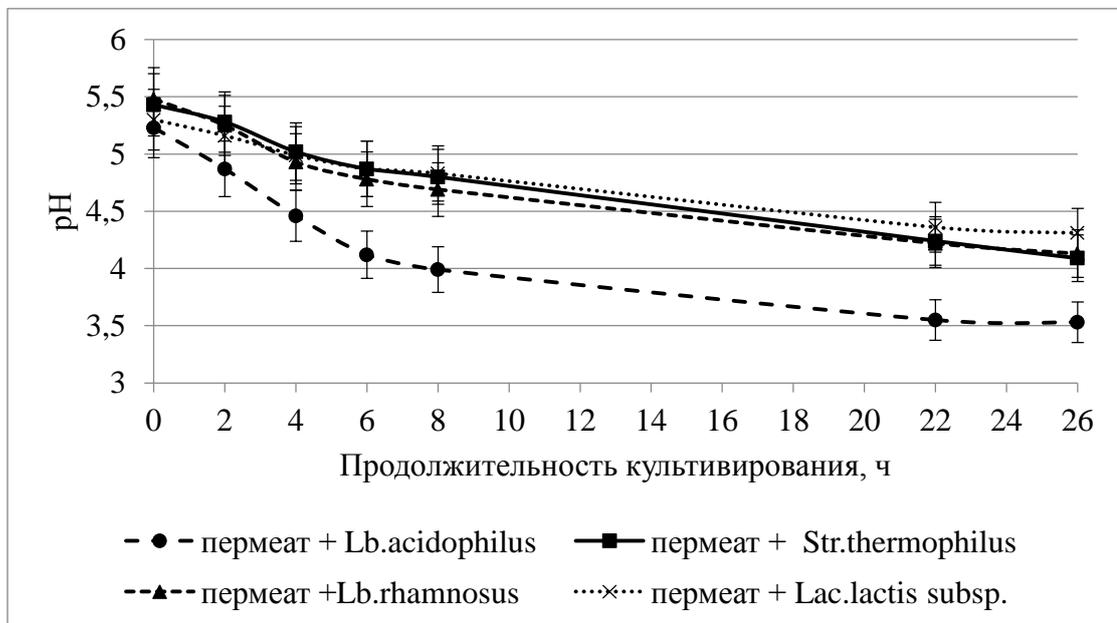
Во второй серии экспериментов проводили сравнение закономерностей роста молочнокислых бактерий в подсырной сыворотке и ее УФ-пермеате.

В ходе исследования было принято решение дополнить выбранные ранее культуры мезофильными лактококками и пробиотической культурой, поэтому во второй серии экспериментов использовали не только *Lactobacillus acidophilus* (БК-Углич-АВ) и *Streptococcus thermophilus* (LAT BY-R), но и *Lactococcus lactis ssp.* (ЕСОБИОСН – 101 R1/R2) и *Lactobacillus rhamnosus* (LGG).

Результаты определения активной кислотности (рН) в разных средах культивирования показаны на рисунке 4, титруемой кислотности – на рисунке 5.



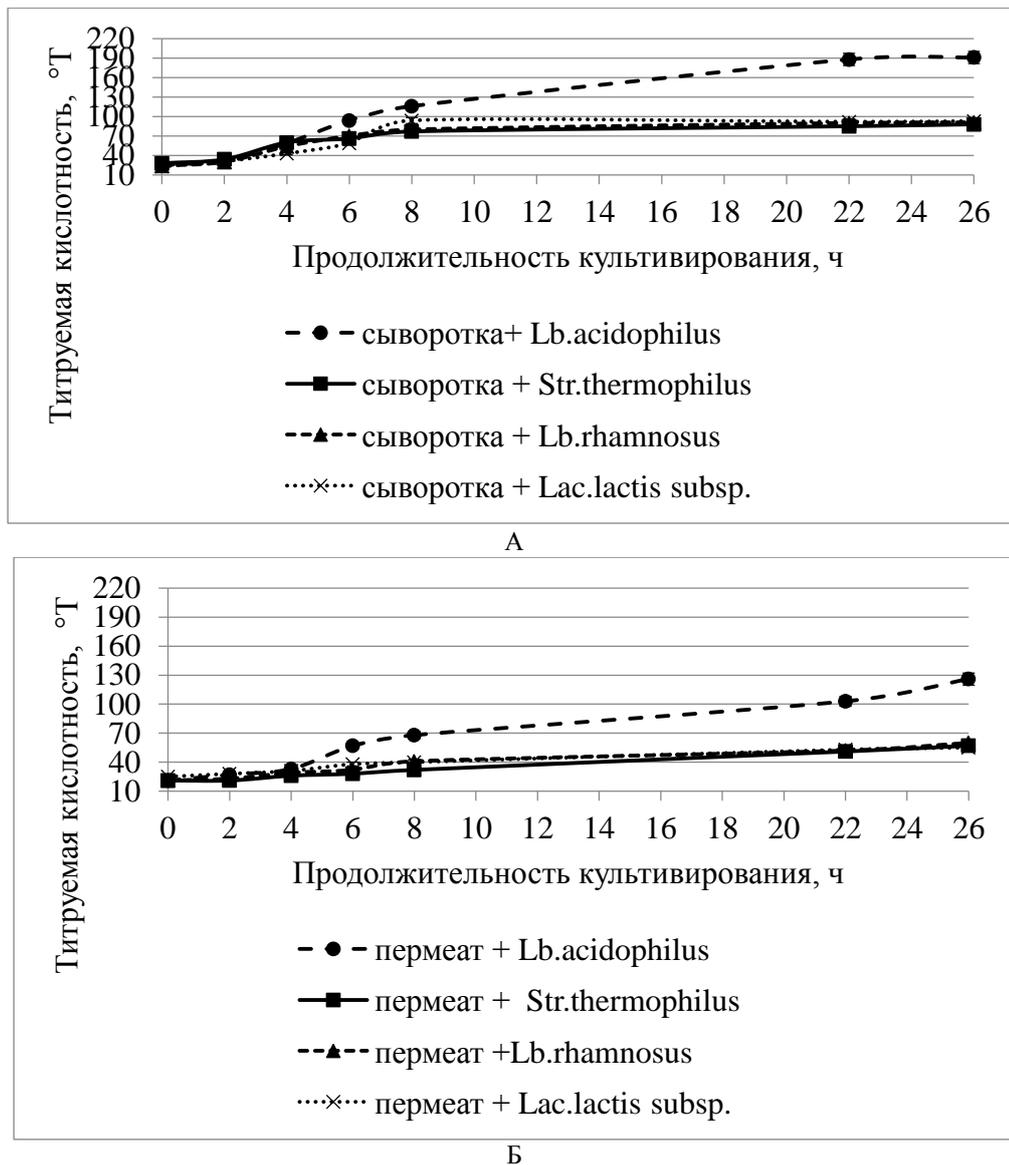
А



Б

Рисунок 4. Зависимость активной кислотности сыворотки (А) и пермеата (Б) от времени культивирования молочнокислых микроорганизмов

Figure 4. Dependence of the active acidity of serum (А) and permeate (Б) on the time of cultivation of lactic acid microorganisms



**Рисунок 5. Зависимость титруемой кислотности сыворотки (А) и пермеата (Б) от времени культивирования молочнокислых микроорганизмов**  
**Figure 5. Dependence of titrated acidity of serum (A) and permeate (B) on the time of cultivation of lactic acid microorganisms**

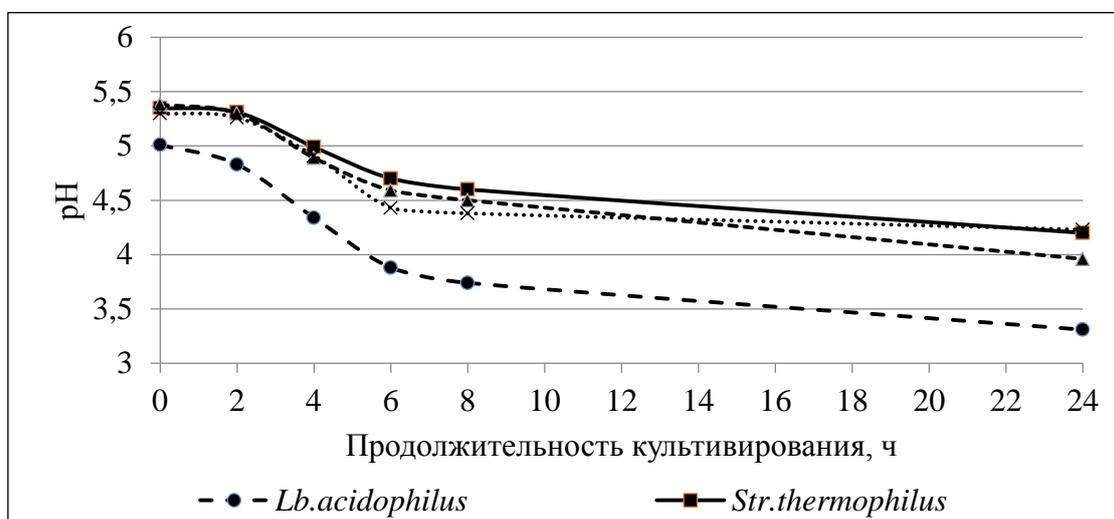
Анализ полученных данных показывает, что скорость сбраживания лактозы зависит и от вида культуры, и от среды культивирования. Самую высокую активность кислотообразования показала *L. acidophilus*, однако в пермеате накопление кислоты происходило медленнее, чем в сыворотке: через 8 часов культивирования снижение pH в сыворотке составило 31,8%, в пермеате – 24,5%; через 22 часа – 40% и 32,1% соответственно. Еще более значимыми были расхождения в показателях титруемой кислотности: через 8 часов этот показатель увеличился в сыворотке в 4,6 раза, в пермеате – в 3,2 раза; через 24 часа – в 7,5 и 4,9 раза соответственно.

Другие культуры показали более низкую активность кислотообразования, чем *L. acidophilus*, и развивались примерно одинаково. Различия в показателях pH и титруемой кислотности *S.thermophilus* и *L.rhamnosus* не имели статистической значимости в течение всего времени культивирования, как в сыворотке, так и в пермеате. В опытах с *L.lactis ssp.* через 8 часов культивирования в сыворотке отмечены более высокие значения титруемой кислотности по сравнению со *S. thermophilus* и *L.rhamnosus*. При этом через 24 часа в сыворотке и в течение всего времени культивирования в пермеате различия в показателях pH и титруемой кислотности не были существенными. В пермеате скорость сбраживания лактозы для трех культур (*S.thermophilus*, *L.rhamnosus*, *L.lactis ssp.*) была ниже, чем в сыворотке, но разница была менее выражена, чем для *L.acidophilus*. Максимальное

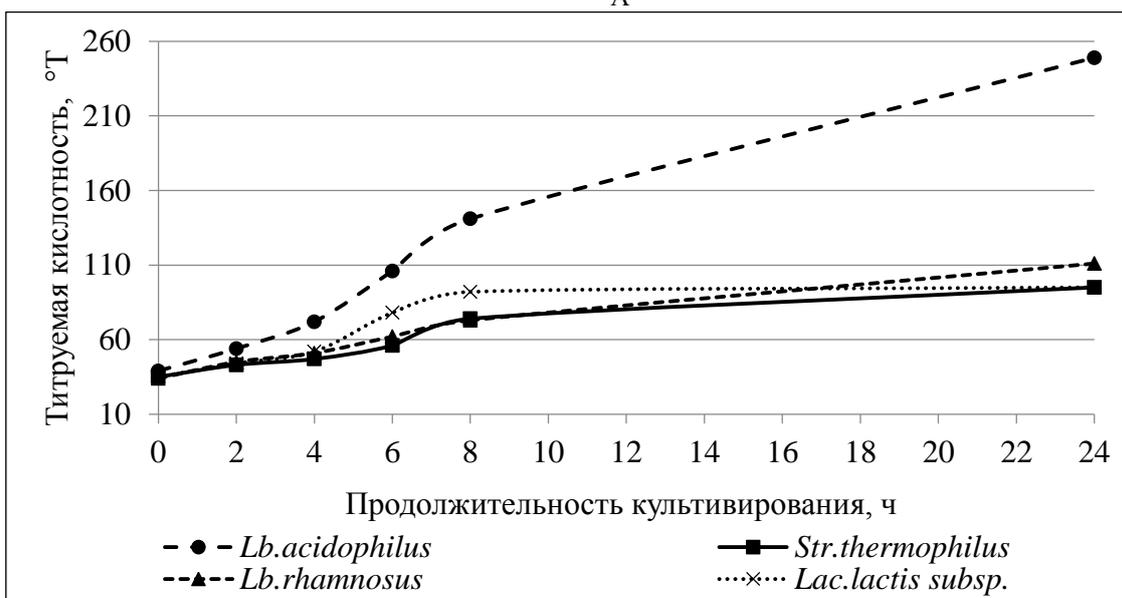
расхождение в показателях для всех трех культур наблюдали через 24 часа культивирования: при использовании сыворотки титруемая кислотность была на 44,4% выше, чем при использовании пермеата.

Наиболее вероятной причиной более быстрого развития молочнокислых микроорганизмов в сыворотке по сравнению с пермеатом может быть повышенное содержание источников азота, прежде всего, сывороточных белков. Однако такие белки обладают высокой биологической ценностью, и их целесообразно использовать для обогащения продуктов питания. В связи с этим были проведены дополнительные эксперименты, целью которых стало исследование возможности интенсификации роста молочнокислых микроорганизмов в пермеате путем добавления пептона – ферментативного гидролизата животной ткани, содержащего основные аминокислоты и пептиды. Такие гидролизаты получают при переработке вторичного сырья, и они имеют меньшую биологическую ценность и стоимость, чем сывороточные белки молока.

Эксперименты проводили с теми же культурами и в той же последовательности. Отличием было использование в качестве питательной среды пермеата с добавлением 2% бактериологического пептона. Результаты определения активной кислотности (pH) и титруемой кислотности показаны на рисунке 6.



А



Б

Рисунок 6. Зависимость активной (А) и титруемой (Б) кислотности пермеата с пептоном от времени культивирования молочнокислых микроорганизмов  
 Figure 6. Dependence of the active (A) and titrated (B) acidity of permeate with peptone on the time of cultivation of lactic acid microorganisms

Анализ полученных данных показывает, что добавление пептона существенно стимулирует процесс сбраживания лактозы исследуемыми культурами, следовательно, и рост этих молочнокислых микроорганизмов на первом этапе культивирования. *L. acidophilus* показал самую высокую скорость образования молочной кислоты: через 8 часов в пермеате с пептоном титруемая кислотность была в 2 раза, а через 24 часа – в 2,3 раза выше, чем в пермеате. Эта культура была более активной в пермеате с пептоном даже по сравнению с сывороткой (через 24 часа титруемая кислотность была выше на 32%).

*S. thermophilus* показали в пермеате с пептоном такую же скорость сбраживания лактозы, как и в сыворотке, но существенно выше, чем в пермеате: через 8 часов в пермеате с пептоном титруемая кислотность была в 2,5 раза, а через 24 часа – в 1,8 раза выше, чем в пермеате. В опытах с *L. rhamnosus* и *L. lactis ssp.* через 8 часов были получены похожие результаты, но через 24 часа *L. rhamnosus* показали в пермеате с пептоном даже более высокую активность: титруемая кислотность была в 1,3 раза выше, чем в сыворотке, и в 2,4 раза выше, чем в пермеате.

**Заключение.** Таким образом, в результате проведенных исследований, экспериментально обоснована возможность применения вторичного молочного сырья для культивирования клеток молочнокислых микроорганизмов. В качестве более дешевой альтернативы подсырной сыворотки может быть использован её УФ-пермеат, обогащенный пептоном. Установлено, что оптимальной продолжительностью культивирования молочнокислых микроорганизмов является 24 ч, в течение этого времени обеспечивается максимальный прирост биомассы клеток. Выявлено, что несмотря на способность *L. plantarum* выделять бета-галактозидазу в среду культивирования, этот вид является слишком чувствительным к составу среды, плохо развивается в пермеате, а также совместно с дрожжами. Поэтому среди изученных на данном этапе молочнокислых микроорганизмов наиболее перспективными продуцентами бета-галактозидазы являются *L. acidophilus* и *Str. thermophilus*. В отношении других заквасочных микроорганизмов: молочнокислых (*L. lactis*, *L. casei*, *Leuconostoc*, *L. helveticus*, *L. diacetylactis* и др.), а также бифидобактерий *Bifidobacterium spp.* (*B. bifidum*, *B. longum*, *B. adolescentis*) требуется проведение дальнейших исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Dorau R., Jensen P. R., Solem C. Purified lactases versus whole-cell lactases—the winner takes it all // Applied microbiology and biotechnology. 2021. Vol. 105 (12). P. 4943-4955. doi: 10.1007/s00253-021-11388-7.
2. Geciova J., Bury D., Jelen P. Methods for disruption of microbial cells for potential use in the dairy industry—a review // International Dairy Journal. 2002. Vol. 12. P. 541–553. doi: 10.1016/S0958-6946(02)00038-9.
3. Geiger B., Nguyen M. N., Wenig S., Nguyen H., Lorenz C., Kittl R., Mathiesen G., Eijnsink V., Haltrich D., Nguyen Thu-Ha. From by-product to valuable components: Efficient enzymatic conversion of lactose in whey using  $\beta$ -galactosidase from *Streptococcus thermophilus* // Biochemical Engineering Journal. 2016. Vol. 116. P. 45-53. doi: 10.1016/j.bej.2016.04.003
4. Han Y. R., Youn S. Y., Ji G. E., Park M. S. Production of  $\alpha$ - and  $\beta$ -galactosidases from *Bifidobacterium longum* subsp. *longum* RD47 // Journal of microbiology and biotechnology – 2014. Vol. 24 (5). – P. 675–682. doi: 10.4014/jmb.1402.02037.
5. Hashem A.M., Ismail, S., Helmy W.A., El-Mohamady Y., Abou-Romia R. Factors affecting the production of lactulose by *Lactobacillus acidophilus* NRRL 4495  $\beta$ -galactosidase and its biological activity // Malaysian Journal of Microbiology. 2013. Vol.11 (3). P. 1–6.24. doi: 10.21161/mjm.43612
6. Information on EC 3.2.1.23 - beta-galactosidase. URL: <https://www.brenda-enzymes.org/enzyme.php?ecno=3.2.1.23>.

7. Mahoney R. R. Galactosyl-oligosaccharide formation during lactose hydrolysis: A review // *Food Chemistry*. 1998. Vol. 63 (2). P. 147–54. DOI: 10.1016/S0308-8146(98)00020-X.
8. Mano M. C. R., Paulino B. N., Pastore G. M. Whey permeate as the raw material in galacto-oligosaccharide synthesis using commercial enzymes // *Food research international*. Vol. 124. P. 78–58. Doi: 10.1016/j.foodres.2018.09.019.
9. Mobayed F. H., Nunes J. C., Gennari A., de Andrade B. C., Ferreira M. L. V., Pauli P., Renard G., Chies J. M., Volpato G., Volken de Souza C. F. Effect of by-products from the dairy industry as alternative inducers of recombinant  $\beta$ -galactosidase expression // *Biotechnology letters*. 2021. Vol. 43 (3). P. 589–599. doi: 10.1007/s10529-020-03028-3.
10. Montanari G., Zambonelli C., Grazia L. Release of  $\beta$ -galactosidase from *Lactobacilli* // *Food Technology and Biotechnology*. 2000. Vol. 38 (2). P. 129–133.
11. Murad H. A., Refaea R. I., Aly E. M. Utilization of UF-permeate for production of beta-galactosidase by lactic acid bacteria // *Polish journal of microbiology*. 2011. Vol. 60 (2). P. 139–144.
12. Panesar P. S., Kumari S., Panesar, R. Potential Applications of Immobilized  $\beta$ -Galactosidase in Food Processing Industries // *Enzyme research*. 2010. Vol. 24 (5). P. 1–16. 47. doi: 10.4061/2010/473137.
13. Ryabtseva S. A., Khramtsov A. G., Shpak M. A., Lodygin A. D., Anisimov G. S., Sazanova S. N., Tabakova Y. A. Biotechnology of Lactulose Production: Progress, Challenges, and Prospects // *Food Processing: Techniques and Technology*. 2023. Vol. 53 (1). P. 97–122. doi: 10.21603/2074-9414-2023-1-2419.
14. Sampaio F. C., de Faria J. T., da Silva M. F., de Souza Oliveira R. P., Converti A. Cheese whey permeate fermentation by *Kluyveromyces lactis*: a combined approach to wastewater treatment and bioethanol production // *Environmental technology*. 2020. Vol. 41 (24). P. 3210–3218. doi: 10.1080/09593330.2019.1604813.
15. Sangwan V., Tomar S. K., Ali B., Singh R.R., Singh A. K. Production of  $\beta$ -galactosidase from *Streptococcus thermophilus* for galactooligosaccharides synthesis // *Journal of Food Science and Technology*. 2014. doi: 10.1007/s13197-014-1486-4.
16. Wang Q., Lillevang S. K., Rydtoft S. M., Xiao H., Fan M. T., Solem C., Liu J. M., Jensen P. R. No more cleaning up - Efficient lactic acid bacteria cell catalysts as a cost-efficient alternative to purified lactase enzymes // *Applied microbiology and biotechnology*. 2020. Vol. 104 (14). P. 6315–6323. doi: 10.1007/s00253-020-10655-3.

#### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Шпак Мария Александровна**, доцент кафедры технологии машиностроения и технологического оборудования инженерного института Северо-Кавказского федерального университета; тел.: +79064688080; <https://orcid.org/0000-0002-0119-9061>, [maria.bratsikhina@yandex.ru](mailto:maria.bratsikhina@yandex.ru)

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

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

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

**Лодыгин Алексей Дмитриевич**, заведующий кафедрой прикладной биотехнологии факультета пищевой инженерии и биотехнологий Северо-Кавказского федерального университета, д.т.н., доцент; тел.: +79288263918; <https://orcid.org/0000-0001-8460-2954>, [allodygin@yandex.by](mailto:allodygin@yandex.by)

**Lodygin Aleksey Dmitrievich**, Head of Applied Biotechnology Department, Faculty of Food Engineering and Biotechnology, North Caucasus Federal University; Doctor of Technical Sciences, Associate Professor; tel.: +79288263918; <https://orcid.org/0000-0001-8460-2954>, [allodygin@yandex.by](mailto:allodygin@yandex.by)

**Семченко Анастасия Андреевна**, студент кафедры прикладной биотехнологии факультета пищевой инженерии и биотехнологий Северо-Кавказского федерального университета; тел.: +79880904231; <https://orcid.org/0009-0003-1430-6967>, [semchenko.anastasiia@gmail.com](mailto:semchenko.anastasiia@gmail.com)

**Semchenko Anastasia Andreevna**, student of Applied Biotechnology Department, Faculty of Food Engineering and Biotechnology, North Caucasus Federal University; tel.: +79880904231; <https://orcid.org/0009-0003-1430-6967>, [semchenko.anastasiia@gmail.com](mailto:semchenko.anastasiia@gmail.com)

Дата поступления в редакцию: 19.03.2023

После рецензирования: 13.04.2023

Дата принятия к публикации: 07.06.2023

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ | SHORT REPORTS

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 145-150  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):145-150

*Научная статья / Original article*

УДК 634.74

DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.14

**Евгений Дмитриевич Рожнов**

[Evgeny D. Rozhnov]<sup>1</sup>,

**Марина Николаевна Школьников**

[Marina N. Shkolnikova]<sup>2</sup>,

**Ольга Викторовна Чугунова**

[Olga V. Chugunova]<sup>2</sup>

**Отличительные особенности биохимического  
состава плодов облепихи Алтайской селекции**

**Distinctive features of the biochemical  
composition sea buckthorn fruits of Altai  
selection**

<sup>1</sup>Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,  
Бийский технологический институт (филиал), г. Бийск, Россия / Polzunov Altai State Technical  
University, Biysk Institute of Technology (branch), Biysk, Russia, [red.bti@yandex.ru](mailto:red.bti@yandex.ru)

<sup>2</sup>Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург, Россия /  
Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia, [shkolnikova.m.n@mail.ru](mailto:shkolnikova.m.n@mail.ru)

**Аннотация.** В статье приведены данные по биохимическому составу плодов облепихи районированных и выращиваемых на территории Алтайского края. Обобщены сведения по отличительным особенностям наиболее распространенных в селекции сортов Ажурная, Алтайская, Иня, Чечек, Чуйская. Исследован биохимический состав плодов облепихи указанных сортов. Установлена широкая вариабельность содержания сахаров, титруемых кислот, аскорбиновой кислоты и ароматообразующих соединений, влияющих на вкусовые характеристики плодов облепихи и определяющие ее дальнейшее использования.

**Ключевые слова:** облепиха, селекция, сортовые особенности, биохимический состав

**Для цитирования:** Рожнов Е. Д., Школьников М. Н., Чугунова О. В. Отличительные особенности биохимического состава плодов облепихи Алтайской селекции // Современная наука и инновации. 2023. №2 (42). С. 145-150. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.14>

**Abstract.** The article presents data on the biochemical composition of sea buckthorn fruits zoned and grown on the territory of the Altai Territory. The information on the distinctive features of the most common varieties in the selection of Azhurnaya, Altai, Inya, Chechek, Chuiskaya is summarized. The biochemical composition of sea buckthorn fruits of these varieties has been studied. A wide variability in the content of sugars, titrated acids, ascorbic acid and aroma-forming compounds affecting the taste characteristics of sea buckthorn fruits and determining its further use has been established.

**Key words:** sea buckthorn, breeding, varietal characteristics, biochemical composition

**For citation:** Rozhnov E. D., Shkolnikova M. N., Chugunova O. V. Distinctive features of the biochemical composition sea buckthorn fruits of Altai selection. *Modern Science and Innovations*. 2023;2(42):145-150. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.14>

**Введение.** В современных условиях возрастает значимость локальных растительных ресурсов, в частности, облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.), плоды которой содержат существенное количество каротиноидов, полифенолов, витаминов С, Е и других необходимых микронутриентов [1, 2].

Кустарники облепихи, обладая высокой адаптивностью к почвенно-климатическим условиям окружающей среды, произрастают естественным образом в холодных и сухих регионах по всему земному шару. Ареал естественных зарослей облепихи в РФ существенный и прерывистый на разной высоте над уровнем моря (от 1500–1700 м на Алтае и в Восточной Сибири до 3000 м на Кавказе), западной границей служит Калининградская область, восточной – Читинская. Что обуславливает значительную сортовую вариабельность по уровню зимостойкости (до минус 40 °С), срокам созревания, урожайности, биохимическому составу плодов и т. д. [3].

Признанным мировым центром по селекции облепихи является «Научно-исследовательский институт садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко» (далее НИИ), селекционерами которого создано более 60 сортов этой культуры. Коллекция НИИ является одной из наиболее многочисленных в мире и насчитывает порядка 50 тыс. гибридных сеянцев и более 700 сортообразцов, в геноме которых присутствуют источники из различных эколого-географических провинций, в том числе с берегов алтайских рек Катунь, Чулышман, Чуя, из регионов Бурятии и Красноярского края, Киргизии, а также ряда европейских стран. С точки зрения хозяйственно-биологических особенностей и систематической принадлежности облепиха алтайской селекции отличается от китайского и европейского генофонда. Основной подвид, встречающийся в Сибири, – это *Hippophae rhamnoides ssp. mongolica*, однако известно множество экологических форм, типов, групп, что требует решения вопросов систематики на более узком уровне [4].

В связи с этим, комплексное изучение выделенных сортообразцов является важной составляющей идентификации сортов и частью масштабной работы для успешной селекции облепихи, что обусловило цель настоящего исследования – изучение биохимического состава гибридных сортов облепихи крушиновидной алтайской селекции.

**Объекты и методы исследования.** Объектами исследования являлись плоды облепихи крушиновидной пяти сортов районированных и выращиваемых на территории Алтайского края, собранные в период с 2016 по 2019 г в состоянии технической зрелости на садовых участках.

Экспериментальные исследования проводились с использованием общепринятых стандартных методов. В образцах свежих и замороженных плодов облепихи определено содержание: сухих веществ – рефрактометрическим методом по ГОСТ 33977-2016, сахаров – методами, изложенными в ГОСТ 8756.13-87, титруемых кислот (в пересчете на яблочную) – методом потенциометрического титрования по ГОСТ 34127-2017, аскорбиновой кислоты – титриметрическим методом по ГОСТ 24556-89. Исследование состава ароматических веществ проводили в экстрактах ароматических компонентов, полученных непосредственным экстрагированием облепиховой мякоти диэтиловым эфиром в течение 180 часов с последующим исследованием экстрактов методом газо-жидкостной хроматографии.

**Обсуждение результатов.** В табл. 1 обобщены сведения по отличительным особенностям наиболее распространенных в селекции Алтайского края сортам облепихи.

Биохимическими маркерами для идентификации генов растений, наряду с белками и ферментами, могут являться метаболиты растений (например, сахара), в том числе вторичные, например – аскорбиновая кислота (табл. 2).

Из приведенных в табл. 2 экспериментальных видны различия биохимического состава, обусловленные сортовыми особенностями. Несмотря на практически одинаковое содержание сухих веществ для исследуемых сортов отмечается широкая вариабельность изучаемых биохимических признаков, влияющих на вкусовые характеристики плодов облепихи и определяющие ее дальнейшее использования. Установлено, что плоды технических (Иня, Чечек) и универсальных (Алтайская, Чуйская) сортов облепихи алтайской селекции содержат значительно больше аскорбиновой кислоты по сравнению с десертным сортом (Ажурная), плоды универсальных сортов отличаются более высоким содержанием сахаров 72,9–75,9 г/дм<sup>3</sup> при меньшей кислотности – 10,4 г/дм<sup>3</sup> (Алтайская) и 13,7 г/дм<sup>3</sup> (Чуйская), что и определяет сбалансированных кисло-сладкий вкус плодов данных сортов.

**Таблица 1. Характеристика сортов облепихи алтайской селекции (составлена авторами по [5–7])**  
**Table 1. Characteristics of sea buckthorn varieties of Altai selection (compiled by the authors according to [5-7])**

Сорт облепихи / Назначение	Средняя урожайность, т/га	Средний вес 100 ягод, г	Масличность, %	Происхождение
Ажурная / Десертный	7,0	121,0	6,2	Свободное опыление отборной формы 87-72-6а (Щербинка-1×чулышманский экотип)
Алтайская / Универсальный	16,6	74,0	5,2	Свободное опыление отборной формы 30-61-1487 (Щербинка-1×чулышманский экотип)
Иня / Технический	14,9	74,5	4,3	Химический мутагенез семян сорта Пантелеевская нитрозодиметилом в конц. 0,012 %
Чечек / Технический	16,9	77,0	7,8	Свободное опыление отборной формы 7-66-321 (Щербинка-1×чулышманский экотип) катунским экотипом
Чуйская / Универсальный	15,5	82,0	6,2	Свободное опыление отборной формы чуйского экотипа

**Таблица 2. Биохимический состав плодов облепихи алтайской селекции (n=3, M±m)**  
**Table 2. Biochemical composition of sea buckthorn fruits of Altai selection (n=3, M ± m)**

Сорт облепихи	М.д. сухих веществ, %	М.к. сахаров, г/дм <sup>3</sup>	М.к. титруемых кислот, в пересчете на яблочную, г/дм <sup>3</sup>	М.к. аскорбиновой кислоты, мг/дм <sup>3</sup>
Ажурная	14,15±0,35	54,8±0,4	12,9±0,4	644,8±32,5
Алтайская	13,93±0,34	75,9±0,6	10,4±0,3	950,1±36,2
Иня	13,73±0,32	56,6±0,7	18,2±0,3	1170,3±43,6
Чечек	13,32±0,32	47,3±0,4	15,6±0,4	924,5±35,6
Чуйская	13,57±0,35	72,9±0,2	13,7±0,3	1304,6±45,6

Особый интерес представляет исследование ароматических характеристик плодов облепихи, особенностью которых является склонность к трансформации ароматического профиля при ее хранении в свежем виде, сопровождающегося появлением жирнокислотных и прогорклых тонов в аромате. Развитие неприятных ароматических тонов жирных кислот связывается в первую очередь с действием эстераз сырья, разрушающих сложные эфиры, имеющие преимущественно фруктово-цветочные ароматы [8]. Единственным способом сохранить плоды облепихи для круглогодичной переработки является их замораживание. На примере универсального сорта Чуйская, вкусовые характеристики плодов которого выгодно отличаются, показано влияние заморозки на содержание ароматообразующих компонентов (табл. 3).

Можно видеть, что процесс замораживания приводит к незначительной вариации исследуемых ароматообразующих компонентов, при этом относительное количество компонентов остается постоянным. Таким образом, можно обоснованно утверждать, что процесс заморозки позволяет сохранить ароматический профиль плодов облепихи, при этом расширяются возможности сезонной переработки облепихи, а также создаются предпосылки для повышения эффективности переработки плодов, поскольку процесс замораживания приводит к появлению в клетках кристаллов льда, разрывающих цитоплазматическую мембрану, а при дефростации увеличивается сокоотдача.

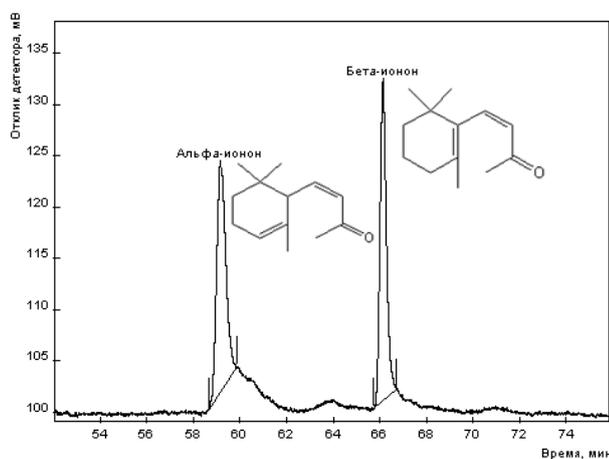
При хроматографическом анализе полученных экстрактов ароматических веществ был обнаружен набор пиков, предположительно соответствующий веществам, напрямую отвечающим за формирование характерного облепихового аромата. Дальнейшие исследования были направлены на идентификацию данной группы компонентов. Было установлено, что в составе ароматических веществ плодов облепихи присутствуют  $\alpha$ - и  $\beta$ -

ионы (рис. 1), представляющие собой продукты деградации каротиноидов и имеющие приятные цветочно-фруктовые ароматы, особенно в сильно разбавленных растворах.

**Таблица 3 – Ароматобразующие соединения свежих и замороженных плодов облепихи «Чуйская» (n=3, M±m)**

**Table 3 – Aroma-forming compounds of fresh and frozen fruits of sea buckthorn "Chuiskaya" (n=3, M ± m)**

Компонент	Относительное содержание компонента, %					
	Урожай 2011 г.		Урожай 2016 г.		Урожай 2019 г.	
	свеж.	зам.	свеж.	зам.	свеж.	зам.
Транс-2-гексеналь	0,13±0,01	0,15±0,01	0,17±0,02	0,18±0,01	0,09±0,01	0,11±0,02
Изоамиловый эфир пентановой кислоты	2,74±0,01	2,75±0,02	3,13±0,02	3,09±0,02	2,94±0,02	2,87±0,2
Пропиловый эфир пентановой кислоты	1,03±0,02	1,05±0,01	1,21±0,02	1,18±0,01	0,89±0,01	0,92±0,02
Пропиловый эфир гексановой кислоты	2,28±0,02	2,25±0,02	2,88±0,02	2,74±0,03	2,16±0,02	2,14±0,01
Этиловый эфир энантовой кислоты	1,88±0,03	1,89±0,01	2,31±0,01	2,34±0,02	2,48±0,01	2,39±0,02
Цис-3-гексен-1-ол	4,44±0,01	4,54±0,02	4,12±0,01	4,08±0,02	3,68±0,02	3,71±0,01
Этиловый эфир октановой кислоты	3,23±0,02	3,26±0,01	3,13±0,01	3,15±0,01	2,78±0,02	2,67±0,02
Изоамиловый эфир гексановой кислоты	1,24±0,03	1,32±0,02	1,47±0,02	1,52±0,01	1,61±0,02	1,63±0,01
Этиловый эфир гексановой кислоты	2,36±0,02	2,39±0,01	2,13±0,03	2,09±0,02	2,41±0,02	2,52±0,01
Бутановая кислота	1,49±0,01	1,44±0,02	1,47±0,02	1,41±0,01	1,05±0,01	1,01±0,02
Этиловый эфир декановой кислоты	3,60±0,02	3,74±0,02	3,61±0,03	3,77±0,02	3,44±0,01	3,47±0,02
Изоамиловый эфир октановой кислоты	1,56±0,01	1,61±0,02	1,54±0,02	1,58±0,01	1,41±0,02	1,46±0,01
Пентановая кислота	1,07±0,01	1,05±0,02	1,32±0,02	1,29±0,01	1,02±0,01	0,97±0,02
Гексановая кислота	0,77±0,02	0,79±0,01	1,06±0,01	1,02±0,02	0,82±0,02	0,79±0,02
Гептановая кислота	0,26±0,02	0,24±0,01	0,18±0,02	0,17±0,01	0,09±0,01	0,12±0,02
Октановая кислота	0,15±0,01	0,16±0,01	0,24±0,01	0,21±0,02	0,13±0,02	0,08±0,01
Бензиловый эфир пентановой кислоты	2,79±0,01	2,74±0,02	2,61±0,01	2,53±0,02	2,37±0,01	2,39±0,02
Нонановая кислота	0,13±0,01	0,09±0,02	0,14±0,02	0,11±0,01	–	0,06±0,2
Этиловый эфир тетрадекановой кислоты	2,66±0,02	2,71±0,03	3,14±0,02	3,20±0,01	2,61±0,01	2,57±0,02
Декановая кислота	0,37±0,01	0,34±0,01	0,37±0,02	0,33±0,01	0,27±0,02	0,24±0,01
Этиловый эфир гексадекановой кислоты	1,23±0,01	1,22±0,02	1,18±0,02	1,14±0,01	0,98±0,02	1,02±0,01



**Рисунок 1. Фрагмент хроматограммы экстракта ароматических веществ плодов облепихи**  
**Figure 1. Fragment of chromatogram of extract of aromatic substances of sea buckthorn fruit**

**Заключение.** Таким образом можно сделать вывод о перспективности проводимых исследований в области скрининга плодов облепихи с целью выявления биохимических маркеров, характерных как для отдельных сортов и отборных форм, так и для групповой идентификации сортов облепихи в пределах конкретного региона произрастания. Исследования такого рода также позволят определить направление использования технических, универсальных и десертных сортов в технологии продуктов питания и напитков.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Yang B. Sugars, acids, ethyl b-D-glucopyranose and a methyl inositol in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) berries // Food Chemistry. 2009. Vol. 112, No. 1. P. 89–97.
2. Zakyntinos G., Varzakas T., Petsios D. Sea Buckthorn (*Hippophae Rhamnoides*) Lipids and their Functionality on Health Aspects // Current Research in Nutrition and Food Science. 2016. Vol. 4, No. 3. P. 182–194.
3. Богомолова Н. И., Лупин М. В. Уровень биологического потенциала продуктивности облепихи крушиновидной в естественных и промышленных насаждениях России // Вестник аграрной науки. 2021. Т. 93, № 6. С. 62–67.
4. Земцова А. Я., Зубарев Ю. А., Гунин А. В., Иванова М. С. Оценка генетического полиморфизма образцов рода облепихи (*Hippophae L.*) различного экологогеографического происхождения посредством ISSR-маркеров // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017, № 21(6). С. 623–629.
5. Помология. Сибирские сорта плодовых и ягодных культур XX столетия / под ред. И. П. Калининой. Новосибирск: Юпитер, 2005. 568 с.
6. Зубарев Ю. А., Гунин А. В., Пантелеева Е. И., Воробьева А. В. Новые крупноплодные сорта облепихи алтайской селекции // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. Т. 188. № 6. С. 42–49.
7. Земцова А. Я., Зубарев Ю. А., Гунин А. В. Оценка сортообразцов облепихи разного экологогеографического происхождения по биохимическому составу плодов // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 9. С. 48–52.
8. Ma, X. Sensory profile of ethyl  $\beta$ -D-glucopyranoside and its contribution to quality of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides L.*) / X. Ma, O. Laaksonen, J. Heinonen [et al.] // Food Chem. 2017. Vol. 233. P. 263–272.

#### REFERENCES

1. Yang B. Sugars, acids, ethyl b-D-glucopyranose and a methyl inositol in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) berries // Food Chemistry. 2009. Vol. 112, No. 1. P. 89–97.
2. Zakyntinos G., Varzakas T., Petsios D. Sea Buckthorn (*Hippophae Rhamnoides*) Lipids and their Functionality on Health Aspects // Current Research in Nutrition and Food Science. 2016. Vol. 4, No. 3. P. 182–194.
3. Bogomolova N.I., Lupin M.V. Uroven` biologicheskogo potenciala produktivnosti oblepixi krushinovidnoj v estestvenny`x i promy`shlenny`x nasazhdeniyax Rossii // Vestnik agrarnoj nauki. 2021. T. 93, No. 6. P. 62–67.
4. Zemczova A.Ya., Zubarev Yu.A., Gunin A.V., Ivanova M.S. Ocenka geneticheskogo polimorfizma obrazczov roda oblepixi (*Hippophae L.*) razlichnogo e`kologogeograficheskogo proisxozhdeniya posredstvom ISSR-markerov // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2017, No. 21(6). P. 623–629.
5. Pomologiya. Sibirskie sorta plodovy`x i yagodny`x kul`tur XX stoletiya / pod red. I. P. Kalininoj. – Novosibirsk: Yupiter, 2005. – 568 p.
6. Zubarev Yu.A., Gunin A.V., Panteleeva E.I., Vorob`eva A.V. Novy`e krupno-plodny`e sorta oblepixi altajskoj selekcii // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo ag-rarnogo universiteta. 2020. T. 188. No. 6. P. 42–49.

7. Zemczova A.Ya., Zubarev Yu.A., Gunin A.V. Ocenka sortoobrazczov oblepixi raz-nogo e`kologogeograficheskogo proisxozhdeniya po bioximicheskomu sostavu plodov // Dosti-zheniya nauki i texniki APK. 2016. T. 30. No. 9. P. 48–52.

8. Ma, X. Sensory profile of ethyl  $\beta$ -D-glucopyranoside and its contribution to quality of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) / X. Ma, O. Laaksonen, J. Heinonen [et al.] // Food Chem. 2017. Vol. 233. P. 263–272.

#### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Рожнов Евгений Дмитриевич**, доктор технических наук, доцент кафедры биотехнологии, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО Алтайского государственного технического университет им. И.И. Ползунова, 659305 Россия, г. Бийск, ул. им. Героя Советского Союза Трофимова, 27, [red.bti@yandex.ru](mailto:red.bti@yandex.ru)

**Rozhnov Evgeny Dmitrievich**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology, Biysk Institute of Technology (branch) of the Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, 659305, Russia, Biysk, Hero of the Soviet Union Trofimov str., 27, [red.bti@yandex.ru](mailto:red.bti@yandex.ru)

**Школьникова Марина Николаевна**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры Технологии питания, Уральский государственный экономический университет, 620144, Россия, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, [shkolnikova.m.n@mail.ru](mailto:shkolnikova.m.n@mail.ru)

**Shkolnikova Marina Nikolaevna**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Food Technology Ural State University of Economics, 620144, Russia, Yekaterinburg, 8 Marta str./Narodnaya Volya, 62/45, [shkolnikova.m.n@mail.ru](mailto:shkolnikova.m.n@mail.ru)

**Чугунова Ольга Викторовна**, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой Технологии питания, Уральский государственный экономический университет, 620144, Россия, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, [chugun.ova@yandex.ru](mailto:chugun.ova@yandex.ru)

**Chugunova Olga Viktorovna**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Food Technology, Ural State University of Economics, 620144, Russia, Yekaterinburg, 8 Marta str./Narodnaya Volya, 62/45, [chugun.ova@yandex.ru](mailto:chugun.ova@yandex.ru)

Дата поступления в редакцию: 19.04. 2023

После рецензирования: 13.05.2023

Дата принятия к публикации: 07.06.2023

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 151-155  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):151-155

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ /  
SHORT REPORTS

Научная статья / Original article

УДК 66-5

DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.15

**Владислав Михайлович Тиунов**  
[Vladislav M. Tiunov]

**Перспективы развития FoodTech в  
современных реалиях в России**

**Prospects for the development of FoodTech  
in modern realities in Russia**

Уральский государственный экономический университет, ул.8 марта, 62, г. Екатеринбург, Россия /  
Ural State University of Economics, 8 March St., 62, 620144, Ekaterinburg, Russia, [vladislav.tiunoff@yandex.ru](mailto:vladislav.tiunoff@yandex.ru)

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются перспективы развития Foodtech в Российской Федерации. В настоящее время цифровые технологии являются главным драйвером роста и условием модернизации сферы общественного питания. Огромным толчком для внедрения цифровых технологий на предприятиях послужила короновирусная инфекция (COVID-19), которая появилась в 2020 году. Установлено, что наибольшее развитие получили следующие технологии: разработка высокотехнологичных упаковок, разработка и внедрение «SMART» устройств и приложений, сервисы доставки еды (FoodDelivery), предзаказ готовой еды (Take-Away), в том числе доставка продуктов из супермаркетов (Online Grocery), которые и на данный период времени пользуются огромным спросом и имеют огромный потенциал для развития. Одним из основных мест для предприятий питания, через которое они способны предоставить свой товар и разыскать платежеспособную аудиторию, являются маркетплейсы. Несомненно, главными преимуществами маркетплейсов являются: их растущая доступность, глобальный масштаб, а также улучшение цепочек поставок. В то же время автором установлено, что полная зависимость от маркетплейсов может привести к некоторым факторам, которые в долгосрочной перспективе могут негативно повлиять на предприятия. Даны рекомендации по нивелированию данных факторов. Также были выделены значимые направления, которые способны привести к мощному толчку продвижения цифровых технологий в сфере общественного питания.

**Ключевые слова:** FoodTech, общественное питание, цифровые технологии, доставка еды, искусственный интеллект, маркетплейсы

**Для цитирования:** Тиунов В. М. Перспективы развития FoodTech в современных реалиях в России // Современная наука и инновации. 2023. №2 (42). С. 151-155. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.15>

**Abstract.** This article discusses the prospects for the development of Foodtech in the Russian Federation. Currently, digital technologies are the main driver of growth and a condition for the modernization of the catering sector. The coronavirus infection (COVID-19), which appeared in 2020, served as a huge impetus for the introduction of digital technologies to enterprises. It has been established that the following technologies have received the greatest development: the development of high-tech packages, the development and implementation of SMART devices and applications, food delivery services (FoodDelivery), pre-order of ready-made food (Take-Away), including the delivery of products from supermarkets (Online Grocery), which for this period of time are in great demand demand, and have a huge potential for development. One of the main places for food companies through which they are able to provide their goods and find a paying audience are marketplaces. Undoubtedly, the main advantages of marketplaces are: their growing

*availability, global scale, as well as improving supply chains. At the same time, the author found that complete dependence on marketplaces can lead to some factors that in the long term can negatively affect enterprises. Recommendations for leveling these factors are given. Significant directions were also highlighted that can lead to a powerful push for the promotion of digital technologies in the field of public catering.*

**Key words:** FoodTech, catering, digital technologies, food delivery, artificial intelligence, marketplaces

**For citation:** Tiunov V. M. Distinctive Prospects for the development of FoodTech in modern realities in Russia. *Modern Science and Innovations*. 2023;2(42):151-155 <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.15>

**Introduction.** Currently, FoodTech or digital technologies are becoming an integral part of life both for a person and for all areas of production.

FoodTech is the introduction of digital technologies in the field of catering [1].

A huge impetus for the introduction of digital technology in enterprises was the coronavirus infection (COVID-19), which in 2020 the World Health Organization (WHO) recognized as a pandemic [3].

In this regard, many catering enterprises began to actively develop and implement IT technologies. The following proposals received the greatest development:

1. Development of high-tech packaging in order to maximize the preservation of product properties and minimize problems associated, including with the environment;

2. Development and implementation of "SMART" devices for catering companies in order to save time on the return of the order;

4. Recommendation services. Services that form the consumer's request for the selection of products, taking into account their requirements; obtaining analytical data, etc.;

3. Food delivery services (FoodDelivery), pre-order ready meals (Take-Away), including food delivery from supermarkets (Online Grocery) have received the greatest development.

If during the pandemic the development of food delivery can be conditioned by the recommendation to comply with the regime of complete self-isolation in which a person avoided contact with other people, then for the period 2022-2023. These industries are in demand due to the following factors:

1. Pre-ordering ready-made food (Take-Away) allows you to eat quality food because the products are prepared in professional catering establishments in compliance with all sanitary standards and requirements, and also allow you not to waste time waiting for customers to prepare meals;

2. Delivery of products (Online Grocery) also allows you to save time and select the necessary products through special marketplaces or alternative mobile applications [9].

**The goal will be to** analyze the use of marketplaces by food enterprises, identify their pros and cons, and also give a forecast for the growth in the introduction of digital technologies in the food industry.

**The objects of research** are marketplaces, as well as promising digital technologies in the field of nutrition.

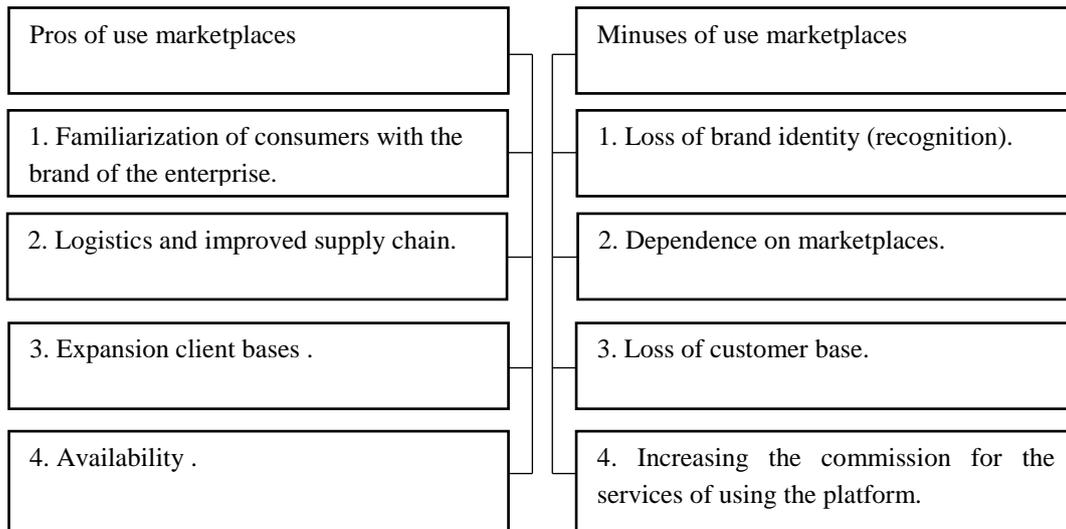
**Research methods.** In the presented article, general scientific methods of a systematic and integrated approach, generalization methods, methods of comparative analysis were used.

**Results and discussions.** Many local "Hade Made" catering companies use marketplaces, they allow you to set up logistics, delivery systems, expand your audience, and also familiarize consumers with your brand.

At the same time, the above advantages can, under certain factors, turn into obvious disadvantages in the long term for both large restaurant brands and local "Hade Made" enterprises. Below is Figure 1, which shows the pros and cons of using marketplaces.

Dependence on marketplaces by local businesses is the main reason for the loss of customer base, since there are many uncontrollable factors that can affect the brand of an enterprise, for example, the loss of organoleptic properties of a dish or food due to improper delivery, storage or

transportation. At the same time, there is such a factor as technical problems on the marketplace platforms, during this period of time, enterprises may lose potential or regular customers.



**Figure 1 - The main pros and cons of using marketplaces**

In addition, despite the availability, the marketplace can at any time increase the amount of commission for its services or change the conditions of participation in some other way [4].

Based on the above factors, we can say that in the future, local "Hade Made" enterprises need to look for a search for the development and expansion of their network in order to maintain their identity and promote the brand, and also look for ways to stand apart from large marketplaces.

As for large restaurant brands that work with marketplaces, they need to create applications and develop their sales channels by selling products through mobile applications and their own websites, such as KFC, Burger King or Dodo Pizza.

At present, the introduction and development of IT technologies has not stopped, but is only gaining momentum. These developments in the field of nutrition will reduce costs and increase profits, ensure information security of production, etc.

There are several areas that can lead to a powerful impetus for the promotion of digital technologies in the field of nutrition.

One of the possible IT technologies in the near future may be the emergence and spread of AR headsets and 5G, which will provide an opportunity to use the Internet reality using AI, VR, MR and AR technologies [6].

Thanks to Extended Reality (from English: "extended reality"), a potential customer will be able to immerse himself in a virtual environment in which he will be able to get acquainted with the dish through the presented virtual menu, immediately before ordering it. In addition, using AR headsets, it will be possible to get complete information about the dish that he buys in a restaurant, including information about the region in which the crop was harvested, under what conditions it was grown, where it was processed, information about food energy etc.

In addition, in the future, it is possible that visual machines for assessing the quality of a dish with artificial intelligence will appear, which will be able to determine product defects, control the composition and the absence of impurities. Certainly, this will have a positive effect on the quality of the dishes, since, for example, the freshness of the products, compliance with the temperature regime, etc. will be monitored.

It should be noted that for this period of time, robotic enterprises have already appeared, in which automatic packaging and return of products is possible, but they are rather isolated and experimental in nature [4]. At the same time, for local "Hand Made" enterprises, this is not economically profitable, since the human resource is much cheaper than full automation of production. As for large enterprises, this concept can pay for itself in the fast-food industry. For

example, self-service terminals are now actively used, in the future it is possible to introduce into production machines capable of completing and automatically issuing an order to a client.

**Conclusion.** FoodTech is increasingly being introduced into the catering industry. In the next 5-10 years, there will be more noticeable changes, because, as mentioned above, first of all, not only the self-identity of the brand will come first, but also the technical re-equipment of enterprises, which will be able to combine products and services into a single component. According to experts, in the field of food entrepreneurship, both large and local brands, in order to compete in the future, must transform into niche ecosystems with a focus on entertainment, healthy lifestyle and personalization. Otherwise, you will have to adapt to the conditions of marketplaces.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Тиунов В. М. FoodTech и цифровизация сферы общественного питания в России // Современная наука и инновации. 2020. № 3(31). С. 20–27.
2. Тиунов, В. М. Онлайн-торговля продуктами питания как драйвер роста российского рынка e-Commerce // Современная наука и инновации. 2021. № 4(36). С. 87–92.
3. Всемирная организация здравоохранения. URL: <https://www.who.int/ru>
4. Стартапы, бизнес, технологии. URL: <https://vc.ru>
5. E-PEPPER. «Журнал об электронной коммерции». URL: <https://e-pepper.ru/news>
6. NR. New RETAIL. URL: <https://new-retail.ru/business>
7. Давыденко Н. И. Анализ инновационного развития сферы питания / Н. И. Давыденко, Л. А. Маюрникова, С. В. Новоселов // Пищевая промышленность. 2011. № 5. С. 16–18.
8. РБК Тренды. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry>
9. Тиунов В. М. Сервисы доставки здоровой еды как современное явление в условиях карантина // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2020. № 3. С. 56-62.
10. Национальная Технологическая Инициатива. URL: <https://news2035.ru>
11. Национальная Технологическая Инициатива. Пространство возможности. URL: <https://nti2035.ru>
12. НТИ новости [Электронный ресурс]. URL: <https://ntinews.ru>
13. Анохин, Р. Н., Бобылев, Г. В., Валиева, О. В. Ждан, Г. В., Кравченко, Н. А., Кузнецов, А. В., Суслов В. И. Мировой опыт стимулирования спроса на инновации. URL: [https://nsu.ru/rs/mw/link/Media:/33653/2014\\_2\\_7.pdf](https://nsu.ru/rs/mw/link/Media:/33653/2014_2_7.pdf)
14. The regional impact of technological change in 2020. URL: [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docgener/studies/pdf/2010\\_technological\\_change.pdf](http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/2010_technological_change.pdf)
15. StartTrack — инвестиционная площадка. URL: <https://starttrack.ru>

## REFERENCES

1. Tiunov V. M. FoodTech i tsifrovizatsiya sfery obshchestvennogo pitaniya v Rossii [FoodTech and digitalization of public catering in Russia] // Modern Science and Innovations. 2020. No. 3 (31). P. 20–27.
2. Tiunov V. M. Onlajn-torgovlya produktami pitaniya kak drajver rosta rossijskogo rynka e-Commerce [Online food trade as a growth driver of the Russian e-Commerce market] // Modern Science and Innovations. 2021. No 4 (36). P. 87-92.
3. Vsemirnaya organizaciya zdravoohraneniya [The world health organization]. URL: <https://www.who.int/ru>
4. Startapy, biznes, tekhnologii [Startups, business, technology]. URL: <https://vc.ru>
5. E-PEPPER. "Journal of electronic commerce". URL: <https://e-pepper.ru/news>
6. NR. New RETAIL [Electronic resource]. URL: <https://new-retail.ru/business>
7. Davydenko N. I. Analiz innovacionnogo razvitiya sfery pitaniya [Analysis of the innovative development of the food sector] / N. I. Davydenko, L. A. Mayurnikova, S. V. Novoselov// Industriya pitaniya. 2011. No. 5. P. 16–18.
8. RBC Trends [Electronic resource]. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry>

9. Tiunov V. M. Servisy dostavki zdorovoj edy kak sovremennoe yavlenie v usloviyah karantina [Health food delivery services as a modern phenomenon in quarantine conditions] // Tekhnologii pishchevoj i pererabatyvayushchej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya. 2020. No. 3. P. 56-62.
10. Nacional'naya Tekhnologicheskaya Iniciativa. [National Technological Initiative]. URL: <https://news2035.ru>
11. Nacional'naya Tekhnologicheskaya Iniciativa. Prostranstvo vozmozhnosti [National Technological Initiative. Space of opportunity]. URL: <https://nti2035.ru>
12. NTI news URL: <https://ntinews.ru>
13. Anokhin, R. N., Bobylev, G. V., Valieva, O. V. Zhdan, G. V., Kravchenko, N. A., Kuznetsov, A.V., Suslov V.I. Mirovoj opyt stimulirovaniya sprosa na innovacii. [World experience in stimulating demand for innovations]. URL: [https://nsu.ru/rs/mw/link/Media:33653/2014\\_2\\_7.pdf](https://nsu.ru/rs/mw/link/Media:33653/2014_2_7.pdf)
14. The regional impact of technological change in 2020. [Electronic resource]. URL: [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docgener/studies/pdf/2010\\_technological\\_change.pdf](http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/2010_technological_change.pdf)
15. StartTrack — investicionnaya ploshchadka [StartTrack is an investment platform] [Electronic resource]. URL: <http://startrack.ru>

#### ОБ АВТОРЕ / ABOUT THE AUTHOR

**Тиунов Владислав Михайлович**, к.т.н., доцент кафедры технологии питания ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», 620144, г. Екатеринбург, ул.8 марта, 62, тел.: +7(343)221-17-26, [tvm@usue.ru](mailto:tvm@usue.ru)

**Tiunov Vladislav Mikhaylovich**, PhD, Associate Professor of the Department of Food Technology, Ural State University of Economics, 8 March St., 62, 620144, Ekaterinburg, Russia, [tvm@usue.ru](mailto:tvm@usue.ru)

Дата поступления в редакцию: 19.04.2023

После рецензирования: 13.05..2023

Дата принятия к публикации: 07.06.2023

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 156-161  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):156-161

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ /  
SHORT REPORTS

Научная статья / Original article

УДК 347.77  
DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.16

**Марина Владимировна Осипова**  
[Marina V. Osipova],  
**Екатерина Алексеевна Кривенко**  
[Ekaterina A. Krivenko]

**Аспекты регулирования РИД, созданных  
по государственному контракту**

**Aspects of regulation of results of intellectual  
activity, created under a state contract**

*Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, Великий Новгород,  
Россия / Yaroslav the Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod, Russia, [sampaz@list.ru](mailto:sampaz@list.ru)*

**Аннотация.** В последнее время активно разрастается сфера инноваций. Деятельность в этой сфере подразумевает работу с интеллектуальной собственностью. И по добавлению новых мер в раздел, связанный с выполнением государственных контрактов, можно сказать, что государство активно изучает этот вопрос и решает возможные проблемы. Цель написания статьи – проработка проблем в описанной сфере. В статье описаны теоретические аспекты интеллектуальной деятельности, особенности регулирования прав на результаты интеллектуальной деятельности, которые создаются в рамках государственных контрактов. Также в статье рассмотрены отличительные черты управления исключительными правами Российской Федерации на данный вид РИД, и затронуты проблемы исполнения госконтрактов.

**Ключевые слова:** Гражданское право, интеллектуальная собственность, результаты интеллектуальной деятельности, государственный (муниципальный) контракт, управление правами, исключительное право, исполнение государственных контрактов

**Для цитирования:** Осипова М. В., Кривенко Е. А. Аспекты регулирования РИД, созданных по государственному контракту // Современная наука и инновации. 2023. №2 (42). С. 156-161. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.16>

**Abstract.** Recently, the sphere of innovation has been actively growing. Activity in this area involves working with intellectual property. And by adding new measures to the section related to the implementation of government contracts, we can say that the state is actively studying this issue and solving possible problems. The purpose of writing the article is to study the problems in the described area. The article describes the theoretical aspects of intellectual activity, the peculiarities of regulating the rights to the results of intellectual activity, which are created within the framework of government contracts. The article also discusses the distinctive features of the management of the exclusive rights of the Russian Federation for this type of results of intellectual activity, and touches upon the problems of the execution of government contracts.

**Key words:** Civil law, intellectual property, results of intellectual activity, government (municipal) contract, rights management, exclusive right, carry out government contracts

**For citation:** Osipova M. V., Krivenko E. A. Aspects of regulation of results of intellectual activity, created under a state contract *Modern Science and Innovations*. 2023;2(42):156-161. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.16>

Success for the prosperity of civilizations has always been a matter of developing various spheres of activity of these states - the cultural sphere, scientific, economic, technical, etc. The effectiveness of the state's solution of emerging problems in many aspects is related to the level of intellectual and cultural development of society. All aspects of the life of countries can continue to develop dynamically only under certain conditions, which also depend on how developed the problem of legal protection of various fields of activity is.

Development and the economy are closely linked. By expanding the scope of scientific and technical developments, it is possible to interact and popularize cooperation with many countries with which there are currently relations for the supply of products and equipment of our own production, this also applies to high-tech machines and devices or equipment using artificial intelligence [1, p. 210].

In recent decades, such a direction of activity as innovation activity has been developing in the Russian Federation. New legal acts regulating this sphere are being actively developed and applied. Particular attention is paid to resolving issues related to the protection and regulation of rights to the results of intellectual activity, which are produced under an agreement with the state or a person acting on its behalf. By addressing these issues, it is possible to avoid the stagnation of innovation processes and the Russian economy as a whole, since innovation and intellectual property have already taken root in almost all areas of the country's activity.

If you go from the top of the regulatory legal acts and laws of the Russian Federation, then the first thing to do is to check the Constitution of the Russian Federation. It states that the concept of "intellectual property" means a set of rights to any types of creativity and their forms. The Constitution also states that such types of creativity are guaranteed protection. In particular, protection refers to results in the field of literature, scientific and technical sphere, artistic orientation and others.

Considering the Civil Code of the Russian Federation, close attention should be paid to 4 parts, which are devoted to intellectual activity and all related issues. The first step is to understand the concept of intellectual property. Here it is understood as the exclusive right of persons (both individuals and legal entities) to any results of intellectual activity and equivalent means of individualization (the latter are described in detail in Chapter 76).

Turning to jurisprudence, it is impossible not to notice that here the concept of intellectual property is not a special case of property rights. It acts as a separate and independent legal regime, which consists of several groups of regimes.

With the development of a market economy, completely different means of individualization in various forms are gradually gaining more importance as objects of property. And it is quite natural that their owners want to protect themselves. In this regard, the question of the legal protection of such objects is actively raised, which is regularly considered by the state. But do not forget about a comprehensive analysis and study of the selected topic with the help of scientific papers, since a relatively new field of activity still causes controversial issues in practice.

Speaking more specifically about such a concept as "the results of intellectual activity" (or simply RIA), it is worth noting that from the point of view of civil law, they act as a kind of objects of civil rights. The Civil Code itself, unfortunately, does not provide any specific definition of RIA, but this is compensated by a multitude of interpretations and opinions from scientific publications. Summarizing scientific works, we can say that the essence of these results cannot be described only by some one property, it is a whole complex. Here is the concept of them as intangible results, and any products of an objective form, and various works of creativity that are fixed on some material carrier, and more.

Returning to the main topic of the article, it is worth talking about a specific type of RIA. The legislation itself does not contain a clear concept of RIA created under government contracts, however, there are a number of criteria that make it possible to separate this group of RIA from the general mass. These criteria necessarily include financing at the expense of money from the country's budget and the conditions on the basis of which relations arise for the creation of RIA [2, p. 66].

Based on these criteria, it is possible to draw up your own definition of this type of RIA - these are the results of intellectual activity that are created with the involvement of funds from the federal budget in full or in part.

In order to apply measures to protect rights to this RIA, the Russian Federation must be its right holder. According to the legal system, some types of intellectual property must undergo mandatory official registration with state authorities, or, in other words, be patented. The list of

such types of RIA consists of 3 objects - inventions, utility models and industrial designs. The right to obtain a patent for these types of RIA is the first step towards acquiring an exclusive right.

Recently, the state has been paying great attention to the implementation of various federal targeted programs, within the framework of which state contracts are concluded for the performance of various works, for example, research and development work (or R&D for short). Indicators for identifying the effectiveness of such work are certain RIA, which are provided with legal protection. These include the previously listed 3 objects that are subject to patent rights.

And before proceeding to the performance of work under the contract, it is worth saying what is meant by the execution of a state (municipal) contract. Like any other documented work, this is the fulfillment of obligations by both parties who have concluded such an agreement between themselves. In this situation, the obligations of the performer will be the creation of the necessary and patentable result of intellectual activity, which will subsequently be used by the customer, and the customer, for his part, must pay for the work actually done [3, p. 92].

And if he speaks specifically about the state (or its representative body) in the role of the customer and, taking into account all the advantages that it receives, then it is worth saying that it is quite problematic to observe the principle of equality of arms in such relations.

In terms of R&D performance, the key point is the effective interaction between the contractor (or co-executors) and the customer of the work. This is necessary in order to obtain patentable created results of activity protection at the right time. Various legal acts reflect the order of this interaction. At the same time, legislative sources contain information regarding the registration of such types of RIA [4, p. 287].

Such sources include the Civil Code, many Government Decrees (for example, Decree No. 1275 of September 26, 2013 or Decree No. 131 of February 26, 2002), some orders of state authorities (in particular, orders of the Ministry of Justice and the Ministry of Industry and Science regarding a single register for the results such works and recommendations on the state accounting of the considered results of activities).

Based on some points of the Government Decrees, it turns out that the contractor, after carrying out the work and obtaining a patentable result, must inform the customer about this. But it should be taken into account that in real life the terms of contracts may differ from each other, which can lead to problems in terms of obtaining legal protection. This is because specific notice periods for the customer may not be specified, which will affect the filing date of the application that establishes the priority date. And specifically, this may have a negative impact, since there may be a disclosure of the technical level of the RIA made by some other person who is not bound by the contract.

It is also worth mentioning that regarding the deadlines for filing an application after notifying the customer, there are clear time limits in the legislation - 6 months.

On the part of the customer under the contract, there are also obligations. He must inform the contractor of his decision on the legal protection of the result of the activity (up to two months). After obtaining permission from the customer, the contractor may not have enough time to properly complete all the necessary documents. In this case, there is a risk of filing an application that will not be sufficiently developed at the technical level, which entails additional requests for information during the examination, or other significant actions and additional deductions to the country's budget (additional fees). The worst consequence may be the loss of the right to obtain a patent on the part of the customer (this circumstance is spelled out in the second paragraph of Article 1373 of the Civil Code of the Russian Federation).

At the moment, it is worth paying close attention to the issue of specific deadlines for submitting this or that information between the parties to the contract. After all, the contractor himself cannot make a decision regarding the execution of documents for the legal protection of intellectual property. The customer must fully familiarize himself with the materials provided and decide whether the created result will be applied in practice, otherwise there is a high risk of a large number of RIAs that simply will not be in demand in the activity and will be listed only on paper.

In practice, there are also cases when the executors of the contract involve co-executors to assist in certain aspects of the work. In this case, of course, there is an increase in the price of the contract, but this change does not always pay off, since there is always a risk of not creating the necessary result of intellectual activity. That is, the implementation of such work is not only unreasonable, but also economically costly [4, p. 289].

In some cases, the obligations of the customer also include state accounting of the result either in a single register or in a single state register. accounting information system (this already depends on the specific purpose of the work).

Considering the previously mentioned recommendations of the Ministry of Justice and the Ministry of Industry and Science on the issue of accounting for RIA, we can conclude that the recommendations do not contain clear instructions that the RIA being created may be unprotected. Other legal documents may contain information on the need to distinguish between protected and unprotected RIA, as well as the need to draw up a separate form for each individual result of the activity [5, p. 212].

Returning to the issues of managing rights to intellectual property under government contracts and their protection, first of all, it is worth referring to the Civil Code of the Russian Federation. In more detail, in particular, we will consider the 4th part 1240.1 of the article, which contains information about the legal system for the specified type of RIA. So, according to this article, regulation depends on which subject of the contract owns exclusive rights. There are 3 options here: the rights of the Russian Federation (or its subject or municipality), the rights of the person involved in the execution of such an order, or the rights of both parties. the contract itself.

If the first situation is in action, the performer, through agreements with third parties and his employees, acquires (or ensures this) the exclusive right and the right to use for the purpose of their subsequent transfer to the other party to the contract.

If the second situation is in operation, after the request of the customer, the contractor provides a certain type of license (gratuitous non-exclusive) so that the customer has the right to use this RIA. This type of license is always issued only if the use of RIA is planned in connection with the needs of the country as a whole or its individual municipalities in particular.

If the third situation is in effect, together with the notification of the contract executor, the customer may grant the same license to third parties if the purpose of using the RIA is the needs of the country or its municipality.

With exclusive rights to other RIA objects (for example, a book or a picture), the situation is similar - the exclusive right belongs either to the author or the customer, or the right belongs to them jointly.

According to Government Decree No. 342, federal bodies and organizations that act as NIKOR customers on behalf of the Russian Federation are required to provide in the contract a clause according to which exclusive rights are assigned to the Russian Federation in a number of cases specified in clause 1 of the resolution. And according to it, exclusive rights are assigned to both parties if the RIA is produced with the aim of providing defense and security for Russia. In all remaining situations or under the conditions specified in the contract, the owner of exclusive rights will be considered the executor of the order.

Also, along with the specified article, the Decree of the Government of the Russian Federation dated March 22, 2012 No. 233 acts as a norm for disposing of rights. This Decree (specifically paragraph 7) states that all actions that are taken by order of the rights of the Russian Federation are carried out solely on the basis of the interests of the Russian Federation. There are cases in practice when such decisions were not made in relation to some type of RIA. In order to resolve these situations, this document also contains information on the obligatory annual check by the customer of the question of whether it is rational to continue securing exclusive rights to such RIA for the Russian Federation.

Other main laws in this area include federal laws on the contract system in the field of procurement for the needs of the country and its individual entities No. 44-FZ, on the State Defense Order No. 275-FZ, on procurement by certain types of legal entities No. 223-FZ.

Summing up everything described above, it is worth saying that over time, more and more new problems and questions regarding the regulation of relations in the field of intellectual activity are revealed. And with the development of a new direction of activity, questions will inevitably arise on the application of theory in practice. Both the adoption of new laws and the study of the topic in terms of scientific publications will play a big role in this.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Петрова Н. О., Осипова М. В. От идеи до прототипа: взаимосвязь научного потенциала с укреплением позиций технологического прогресса // Стратегии адаптации ESG модели к меняющейся экономической реальности: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Омск, 05-06 октября 2022 года. Омск: Сибирский институт бизнеса и информационных технологий, 2022. С. 210-215.

2. Васильева Е. Н. Правовая охрана результатов интеллектуальной деятельности, созданных за счет средств федерального бюджета // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2019. № 5, С. 66-81.

3. Горюнова Т. А. Проблемы исполнения государственных (муниципальных) контрактов // Актуальные проблемы государства и права. 2020. Т. 4. № 13. С. 88-99.

4. Петров Д. Г., Ишинов И. Ю. Особенности правового регулирования отдельных видов отношений между государственным заказчиком и исполнителем при выполнении работ по государственному контракту // Молодой ученый. 2020. № 49 (339). С. 287-291.

5. Федулкин Д. П., Зинов В. Г. Проблемы инвентаризации результатов интеллектуальной деятельности, полученных в ходе выполнения государственных контрактов // Экономика науки. 2018. № 3. С. 210-226.

#### REFERENCES

1. Petrova N. O., Osipova M. V. Ot idei do prototipa: vzaimosvyaz' nauchnogo potentsiala s ukrepleniem pozitsii tekhnologicheskogo progressa // Strategii adaptatsii ESG modeli k menyayushcheisya ehkonomicheskoi real'nosti: Materialy III Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, Omsk, 05-06 oktyabrya 2022 g. Omsk: Sibirskii institut biznesa i informatsionnykh tekhnologii, 2022. P. 210-215.

2. Vasil'eva E. N. Pravovaya okhrana rezul'tatov intellektual'noi deyatel'nosti, sozdannykh za schet sredstv federal'nogo byudzheta // Imushchestvennye otnosheniya v Rossiiskoi Federatsii. 2019. No. 5. P. 66-81.

3. Goryunova T. A. Problemy ispolneniya gosudarstvennykh (munitsipal'nykh) kontraktov // Aktual'nye problemy gosudarstva i prava. 2020. T. 4. No. 13. P. 88-99.

4. Petrov D. G., Ishinov I. Yu. Osobennosti pravovogo regulirovaniya otdel'nykh vidov otnoshenii mezhdru gosudarstvennym zakazchikom i ispolnitelem pri vypolnenii rabot po gosudarstvennomu kontraktu // Molodoi uchenyi. 2020. No. 49 (339). P. 287-291.

5. Fedulkin D. P., Zinov V. G. Problemy inventarizatsii rezul'tatov intellektual'noi deyatel'nosti, poluchennykh v khode vypolneniya gosudarstvennykh kontraktov // Ehkonomika nauki. 2018. No. 3. P. 210-226.

#### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Осипова Марина Владимировна** – кандидат технических наук, кафедры права интеллектуальной собственности, Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, SPIN-код: 6214-5300, [Marina.v.Osipova@novsu.ru](mailto:Marina.v.Osipova@novsu.ru)

**Osipova Marina Vladimirovna** – Candidate of Technical Sciences, Department of Intellectual Property Law, Yaroslav the Wise Novgorod State University, SPIN-code: 6214-5300, [Marina.v.Osipova@novsu.ru](mailto:Marina.v.Osipova@novsu.ru)

**Кривенко Екатерина Алексеевна** – магистрант кафедры права интеллектуальной собственности, Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, SPIN-код: 5229-5126, [katerina243258@gmail.com](mailto:katerina243258@gmail.com)

**Krivenko Ekaterina Alrekseevna** – Master's Student of the Department of Intellectual Property Law, Yaroslav the Wise Novgorod State University, SPIN-code: 5229-5126, [katerina243258@gmail.com](mailto:katerina243258@gmail.com)

Дата поступления в редакцию: 19.04.2023

После рецензирования: 13.05.2023

Дата принятия к публикации: 07.06.2023

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 162-167  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):162-167

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ /  
SHORT REPORTS

Научная статья / Original article

УДК 323.39

DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.17

Лилия Александровна Иванова  
[Lilia A. Ivanova]

**Региональный политический процесс:  
особенности, структура и влияние  
политических элит**

**Regional political process: features,  
structure and influence of political elites**

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

**Аннотация.** В представленной статье анализируются особенности региональных политических процессов. Показан процесс трансформационных издержек в политическом процессе. Показано влияние уровня и качества политических элит на процесс принятия решений. Рассмотрен процесс формирования элит, включающий рекрутирование, имитирующего институционализацию. Показана роль социальных институтов для вхождения во власть. Подвергнуты анализу дифференциационные методы и пути рекрутации политических элит, обозначены принципы элит (формальные и неформальные).

**Ключевые слова:** политические элиты, региональный политический процесс, рекрутирование элит, консолидация, социальные институты, селекция элит

**Для цитирования:** Иванова Л. А. Региональный политический процесс: особенности, структура и влияние политических элит // Современная наука и инновации. 2023. №2 (42). С. 162-167. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.17>

**Abstract.** The article analyzes the features of regional political processes. The process of transformation costs in the political process is shown. The influence of the level and quality of political elites on the decision-making process is shown. The process of elite formation, including recruitment, imitating institutionalization, is considered. The role of social institutions for entering into power is shown. The differentiation methods and ways of recruiting political elites are exposed, the principles of elites (formal and informal) are outlined.

**Key words:** political elites, regional political process, elite recruitment, consolidation, social institutions, elite selection

**For citation:** Ivanova L. A. Regional political process: features, structure and influence of political elites. *Modern Science and Innovations.* 2023;2(42):162-167. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.17>

The regional political process is diverse in its components. Its content and dynamism are affected by the institutionalization of power structures, the functioning of power structures, and the activities of the ruling elite. In the Russian regions, during the period of transformation costs, the process itself has various costs and deformations. In recent years, during the NWO period, the unification of regional diversity is manifested in the regions, but the difference continues to manifest itself in the regional level of political culture, in the degree of media bias, in the behavioral motives of regional elites, etc. The Russian Federation has developed its own scientific schools for studying the regional political process in Moscow, St. Petersburg, Krasnodar, Pyatigorsk, Astrakhan: Kryshantovskaya O.V., Golutvina O.V., Mokhov V.P., Varutmyan A.A., Usmanov R.Kh., Karabuschenko P.L., Agaponov A.P. and others [1,2,3,4,5,6].

The level and quality of regional political elites greatly influences the regional political process.

The study of the formation factors of political elites is of particular interest for political science, since the model of their formation directly affects the level of social representativeness, qualitative composition, professional competence and type of activity of the regional elite.

The composition, factors and principles of the formation of regional political elites, as well as relations between the federal and regional elites, evolved as powers were distributed between different levels of government - local, regional and federal. The complex process of developing relations between the center and the regions over the past 15 years has led to the fact that the principles of relations between the capital and the regions have changed: the positions of the regions have strengthened, they have become a serious political force, as they received new powers [7, p.145].

The process of elite formation includes recruitment, intra-elite consolidation and mobility, institutionalization and legitimization of elites [8].

Political recruitment is the involvement of individuals and groups in active political activity. Its variation is elite recruiting. The most important parameters of routing are its mechanisms and channels [9]. In modern elitology, mechanisms are considered as the principles of promotion to the elite. They are influenced by the type of social system and its patterns of stratification.

Recruitment mechanisms are divided into traditional and competitive. Traditionalist mechanisms include the following: consanguinity, community, religious and ethnic affiliation, knowledge of the official language, property and class qualifications, personal loyalty to the group, protectionism. Competitive mechanisms are, for example, the nature of education, profession and skill level, personal qualities of the candidate in terms of suitability for the position [10].

“The channels of recruitment (the formation of elites) are the ways to move to the top of the political hierarchy. They can also be formal and informal. Official recruitment channels include, for example, appointments from above, elections, winning a competition for a position; unofficial ones - devotion to the leader, belonging to the “team”, etc.” [11, p.30].

In different countries, the process of forming an elite has its own specifics, but at the same time there are universal channels for the formation of elites, such as: political parties and socio-political organizations, the bureaucracy, confessional organizations, trade unions, economic institutions, the business sector, the army and law enforcement agencies, the system education, culture and sports [12, p.210].

An important mechanism for entering power, achieving power are social institutions:

- political parties;
- bureaucracy;
- the church and near-church religious organizations (this recruiting channel is typical for Islamic countries and countries with a strong influence of Catholicism, however, in the modern political process in Russia, the influence of religious institutions is increasing, and the church is becoming one of the important political actors);
- unions;
- economic institutions (this recruitment channel is typical for Russia);
- the army (in modern Russia there is a tendency to increase the number of former military men in power structures at the regional level);
- education system (perestroika period in Russia).

Currently, in the regions of Russia, there is a mutual permeability of recruitment channels. So, businessmen often get into power, and retired politicians, on the contrary, go into business.

N.P. Gritsenko identifies several ways to get into the political elite [13, p.31]:

1. Bureaucratic way. This path is typical for the administrative elite. Before entering the elite, a person usually works in the executive branch.

2. Socio-political way. This path is characteristic of the party elite. Prior to entering the elite, candidates are engaged in scientific or social activities.

3. Economic path. Prior to entering the elite, the candidate is engaged in activities in the field of economics.

A.V. Ponedelkov and A.M. Starostin note that the main channels for recruiting political elites are social organizations, which turned out to be the most “persistent” in the course of breaking the Soviet socio-political structures. These include: bureaucracy, ethnic organizations, new economic corporations, former power structures and corporations, as well as organized crime structures. You can take any section of political elites (highest, regional, local), and we will see that representatives of these social structures undoubtedly prevail everywhere.

In some Russian regions, the nomenklatura principle of recruiting the elite dominates; the candidate enters the elite through his personal connections. In this case, the method of recruiting elites depends only on the personal sympathies of the leader, i.e. based on patron-client relationships [14, p. 57].

In regions with a high level of urbanization and cultural and educational activities (the Volga region, the Urals, megacities), competitive and public recruitment of elites prevails [15, p. 262].

As we can see, at present the channels for recruiting the political elite are becoming more diverse, the nomenklatura and competitive models of recruiting are coming into balance.

Modern researchers have identified several principles for the formation and functioning of the political elite:

1. The principle of anthropological and social determination of elites. Factors taken into account are the political inertia of a society in need of an active ruling elite; priority of administrative management functions over control ones; professionalization of labor, etc. [16, p.57]

2. The principle of elite circulation formulated by V. Pareto [17]. In accordance with this principle, the elite is periodically updated. New, developing elites are pushing out the old ones, which are losing their positions of power.

3. The principle of oligarchization of elites, based on the concept of R. Michels [18, p.3-15]. According to this principle, in any society, without exception, an oligarchic elite is formed.

4. The principle of civilizational originality of elites, which establishes that the nature of the formation, development and activities of elites depends on specific national and civilizational characteristics [19, p. 58].

All the principles of elite selection that exist within the political space of the region can be conditionally divided into two large groups: official (formal) and unofficial (informal).

Official principles are fixed in legal documents, first of all, in the electoral legislation and laws that fix the status of government bodies and political institutions. The generally recognized official principles are: the principle of equal access to elite groups and professional competence. Applicants for certain positions are required to comply with a number of political and formal conditions and qualifications.

Currently, the following requirements apply to such applicants at the regional level [20, p.67]: “Russian citizenship; possession of political rights; age limit, which establishes the minimum age limit for participation in elections. The usual age limit for public service is 60, but in many cases this can be extended; condition of professional activity, i.e. an official cannot be engaged in other paid activities, except for teaching, scientific and other creative activities; availability of a diploma of higher education for candidates applying for a public position; work experience for candidates applying for public office; the principle of competitive recruitment for certain positions” [21, p. 108].

Requirements for the professionalism and intellectual level of the political elite in modern Russia are clearly defined. The strengthening of the requirements for political efficiency is due to the fact that in our country the idea of a transitional market transformation has been promoted for a long time, and therefore society began to demand the results of this transformation [22, p. 113].

An increase in the managerial potential of the political elite became possible, for example, through the inclusion of sub-elite strata (the middle class) in it and the transition to an entrepreneurial recruiting system, i.e. representatives of different social groups could get into the elite on the basis of healthy competition and their personal and professional qualities.

**Conclusion.** In conclusion, it should be noted that the regional political process requires a thorough comprehensive consideration of the development of public federalism is largely

determined by the structure of the regional political space, where all political subjects actively participate, among which a special role belongs to political elites. The regional political process from the point of view of our study is the environment for the manifestation of the regional elite of their subjective qualities. The participation of regional political elites in the political process consists of a set of actions through which the elites influence the adoption of strategic political decisions.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Вартумян А. А. Региональный политический процесс: динамика, особенности, проблемы. М., 2004. 180 с.
2. Усманов Р. Х. Политические партии и политические процессы в России в девяностые годы XX в. Астрахань, 2002.
3. Карабущенко П. Л. Элитологическая регионалистика: динамика развития региональных элит современной России // Гуманитарные исследования. 2006. № 2. С. 12-19.
4. Карабущенко П. Л. Карнавальная политическая культура современных элит // Каспийский регион: политика, экономика, культура. 2022, № 3. С. 83-90.
5. Вартумян А. А. Политические элиты Кавказа: традиции и региональные нормы, культурно-цивилизационный код // Материалы VIII международного Форума историков-кавказоведов «Народны Кавказа в XVIII-XXI вв.: история, политика, культура» (14-15 октября, 2021 г.). Пятигорск, изд-во: ПИ (филиал) СКФУ, 2021. С. 140-149.
6. Вартумян А. А., Карабущенко П. Л. Политические элиты Большого Кавказа: монография. М.: Добросвет, МГУ, 2021. 340 с.
7. Кучумов В. И. Особенности формирования региональных элит в современной России // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. 2007. №1. С. 145.
8. Вартумян А. А., Поляков А. В. Региональные политические элиты: формирование, строение, институционализация. Ставрополь: Базис, 2004. 112 с.
9. Властные элиты современной России в процессе политической трансформации / отв. ред. В. Г. Игнатов, О. В. Гаман-Голутвина, А. В. Понеделков, А. М. Старостин. Ростов н/Д, 2004. 512 с.
10. Вартумян А. А., Поляков А. В. Региональные политические элиты: формирование, строение, институционализация. Ставрополь: Базис, 2004. 112 с.
11. Гриценко Н. П. Формирование региональных политических элит в современной России: теоретические аспекты исследования // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. 2010. № 1 (13). С. 30.
12. Усова Ю. В. Особенности формирования элиты в современном политическом пространстве // Теория и практика общественного развития. 2013. № 4. С. 210.
13. Гриценко Н. П. Формирование региональных политических элит в современной России: теоретические аспекты исследования // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. 2010. № 1 (13). С. 31.
14. Попонов Д. В. Процесс формирования региональной политической элиты в современной России: дис. ... канд. полит. наук. Саратов, 2004. С. 57.
15. Баранов А. В. Актеры региональных политических процессов в постсоветской России: система взаимодействий: дис. ... д-ра полит. наук. Волгоград, 2007. С. 262.
16. Усова Ю. В. Политические элиты современной России: динамика и позиционирование: дис. ... д-ра полит. наук. Владикавказ, 2014. С. 57.
17. Парето В. Трактат по общей социологии. СПб., 2004. 327 с.
18. Михельс Р. Демократия и железный закон олигархии // Диалог. 1991. № 3. С. 3–15.
19. Усова Ю. В. Политические элиты современной России: динамика и позиционирование: дис. ... д-ра полит. наук. Владикавказ, 2014. С. 58.
20. Попонов Д. В. Процесс формирования региональной политической элиты в современной России: дис. ... канд. полит. наук. Саратов, 2004. С. 67.

21. Пеньков В. Ф. К вопросу о трансформации политической культуры российской элиты // PRO NUNC: Современные политические процессы. – Тамбов: Издательский дом ТГУ им. Г.Р. Державина, 2008. Вып. 8: Политические элиты в условиях электорального формата трансформации власти. С. 108.

22. Абрамова И. Е., Пономаренко Т. В. Политическая элита как составляющая политического процесса: на примере России // Теория и практика общественного развития. 2015. № 10. С. 113.

## REFERENCES

1. Vartumyan A. A. Regional'nyi politicheskii protsess: dinamika, osobennosti, problemy. M., 2004. 180 p.
2. Usmanov R.KH. Politicheskie partii i politicheskie protsessy v Rossii v devyanostye gody XX v Astrakhan', 2002.
3. Karabushchenko P. L. Ehlitologicheskaya regionalistika: dinamika razvitiya regional'nykh ehliit sovremennoi Rossii // Gumanitarnye issledovaniya. 2006. No. 2. P.12-19.
4. Karabushchenko P. L. Karnaval'naya politicheskaya kul'tura sovremennykh ehliit // Kaspiiskii region: politika, ehkonomika, kul'tura. 2022. No. 3. P. 83-90.
5. Vartumyan A. A. Politicheskie ehliity Kavkaza: traditsii i regional'nye normy, kul'turno-tsivilizatsionnyi kod // Materialy VIII mezhdunarodnogo Forumy istorikov-kavkazovedov «Narodny Kavkaza v XVIII-XXI vv.: istoriya, politika, kul'turA» (14-15 oktyabrya, 2021 g.). Pyatigorsk, izd-vo: PI (filial) SKFU, 2021. P. 140-149.
6. Vartumyan A. A., Karabushchenko P. L. Politicheskie ehliity Bol'shogo Kavkaza: monografiya. M.: Dobrosvet, MGU, 2021. 340 p.
7. Kuchumov V. I. Osobennosti formirovaniya regional'nykh ehliit v sovremennoi Rossii // Izvestiya Rossiiskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A. I. Gertsena. 2007. No. 1. P. 145.
8. Vartumyan A. A., Polyakov A. V. Regional'nye politicheskie ehliity: formirovanie, stroenie, institutsionalizatsiya. Stavropol': Bazis, 2004. 112 p.
9. Vlastnye ehliity sovremennoi Rossii v protsesse politicheskoi transformatsii / otv. red. V. G. Ignatov, O. V. Gaman-Golutvina, A. V. Ponedelkov, A.M. Starostin. Rostov n/D, 2004. 512 p.
10. Vartumyan A. A., Polyakov A. V. Regional'nye politicheskie ehliity: formirovanie, stroenie, institutsionalizatsiya. Stavropol': Bazis, 2004. 112 p.
11. Gritsenko N. P. Formirovanie regional'nykh politicheskikh ehliit v sovremennoi Rossii: teoreticheskie aspekty issledovaniya // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Povolzhskii region. Obshchestvennye nauki. 2010. No. 1 (13). P. 30.
12. Usova YU.V. Osobennosti formirovaniya ehliity v sovremennom politicheskom prostranstve // Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya. 2013. No. 4. P. 210.
13. Gritsenko N.P. Formirovanie regional'nykh politicheskikh ehliit v sovremennoi Rossii: teoreticheskie aspekty issledovaniya // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Povolzhskii region. Obshchestvennye nauki. 2010. No. 1 (13). P. 31.
14. Poponov D. V. Protsses formirovaniya regional'noi politicheskoi ehliity v sovremennoi Rossii: dis. ... kand. polit. nauk. Saratov, 2004. P. 57.
15. Baranov A. V. Aktory regional'nykh politicheskikh protsessov v postsovetskoi Rossii: sistema vzaimodeistvii: dis. ... d-ra polit. nauk. Volgograd, 2007. P. 262.
16. Usova YU. V. Politicheskie ehliity sovremennoi Rossii: dinamika i pozitsionirovanie: dis. ... d-ra polit. nauk. Vladikavkaz, 2014. P. 57.
17. Pareto V. Traktat po obshchei sotsiologii. SPb., 2004. 327 p.
18. Mikhel's, R. Demokratiya i zheleznyi zakon oligarkhii // Dialog. 1991. No. 3. P. 3–15.
19. Usova YU. V. Politicheskie ehliity sovremennoi Rossii: dinamika i pozitsionirovanie: dis. ... d-ra polit. nauk. Vladikavkaz, 2014. P. 58.
20. Poponov D. V. Protsses formirovaniya regional'noi politicheskoi ehliity v sovremennoi Rossii: dis. ... kand. polit. nauk. Saratov, 2004. P. 67.

21. Pen'kov V. F. K voprosu o transformatsii politicheskoi kul'tury rossiiskoi ehlity // PRO NUNC: Sovremennye politicheskie protsessy. – Tambov: Izdatel'skii dom TGU im. G. R. Derzhavina, 2008. Vol. 8: Politicheskie ehlity v usloviyakh ehlektoral'nogo formata transformatsii vlasti. P. 108.

22. Abramova I.E., Ponomarenko T.V. Politicheskaya ehlita kak sostavlyayushchaya politicheskogo protsesssa: na primere Rossii // Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya. 2015. No. 10. P. 113.

#### **ОБ АВТОРЕ / ABOUT THE AUTHOR**

**Иванова Лилия Александровна**, Соискатель кафедры всеобщей истории политологии и международных отношений, Северо-Кавказский федеральный университет, [liliya.astrakhan@mail.ru](mailto:liliya.astrakhan@mail.ru)

**Ivanova Lilia Aleksandrovna**, Candidate of the Department of General History of Political Science and International Relations, North-Caucasus Federal University, [liliya.astrakhan@mail.ru](mailto:liliya.astrakhan@mail.ru)

Дата поступления в редакцию: 19.04.2023

После рецензирования: 13.05.2023

Дата принятия к публикации: 07.06.2023

**ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ**  
**| POLITICAL SCIENCE**

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 168-174  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):168-174

*Научная статья / Original article*

УДК 327

DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.18

**Борис Георгиевич Койбаев**

[Boris G. Koibaev]<sup>1,3</sup>

**Юлия Викторовна Усова**

[Yuliya V.Usova]<sup>2</sup>

**Зарина Тамерлановна Золоева**

[Zarina T. Zoloeva]<sup>3</sup>

**Особенности реализации государственной  
политики в сфере развития  
информационного общества в  
азербайджанской республике**

**The features of the implementation of the  
state policy in the field of information society  
development in the Republic of Azerbaijan**

<sup>1</sup>Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Хетагурова, г. Владикавказ, Россия / North Ossetian State University named after Kost Khetagurov, Vladikavkaz, Russia, [koibaevbg@mail.ru](mailto:koibaevbg@mail.ru)

<sup>2</sup>Пятигорский государственный университет, г. Пятигорск, Россия / Pyatigorsk State University, Pyatigorsk, Russia, [usova\\_yv@mail.ru](mailto:usova_yv@mail.ru)

<sup>3</sup>Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), г. Владикавказ, Россия / North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), Vladikavkaz, Russia, [4noiabria@mail.ru](mailto:4noiabria@mail.ru)

**Аннотация.** В статье анализируется современная государственная политика Азербайджана в сфере развития информационного общества и механизмы ее реализации. Развитие информационного общества, является одной из основных задач страны, так как от уровня его развития во многом зависит и уровень экономической мощи, и место на геополитической арене. Все это требует реализации государственной политики, направленной на его развитие. Основными задачами государственной информационной политики выступают осуществление деятельности по модернизации информационно-коммуникационной инфраструктуры; осуществление мероприятий, направленных на общее развитие информационных технологий; реализация мероприятий по активизации использования гражданами информационно-коммуникационных технологий; формирование действенных правовых основ, сопровождающих реализацию государственной политики. Кроме того, учитывая, что в современных условиях, развитие информационного общества сопровождается активным развитием цифровых технологий, к задачам государственной политики в данной сфере можно отнести развитие цифровых технологий, развитие у граждан навыков пользования ими, обеспечение информационной безопасности. Расширение циркуляции и обмена информацией в обществе с применением новых технологий значительно обогатило информационную политику, которая является одним из важных элементов демократического прогресса. Дальнейшее развитие стабильной политической системы, открыло новый этап в политическом и экономическом развитии страны. По мнению авторов, информационная политика в Азербайджане, в том числе государственная информационная политика, в настоящее время находится в периоде своего становления.

**Ключевые слова:** Азербайджан, государственная политика, информационное общество, информационно-коммуникационные технологии, глобализация, интеграционные процессы.

**Для цитирования:** Койбаев Б. Г., Усова Ю. В., Золоева З. Т. Особенности реализации государственной политики в сфере развития информационного общества в Азербайджанской Республике // *Современная наука и инновации*. 2023. №2 (42). С. 168-174. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.18>

**Abstract.** *The article analyzes the modern state policy of Azerbaijan in the field of information society development and the mechanisms of its implementation. The development of the information society is one of the main tasks of the country, since the level of its development largely depends on the level of economic power and its place in the geopolitical arena. All this requires the implementation of a state policy aimed at its development. The main objectives of the state information policy are the implementation of activities to modernize the information and communication infrastructure; the implementation of measures aimed at the overall development of information technologies; the implementation of measures to enhance the use of information and communication technologies by citizens; the formation of effective legal frameworks accompanying the implementation of state policy. In addition, given that in modern conditions, the development of the information society is accompanied by the active development of digital technologies, the tasks of state policy in this area include the development of digital technologies, the development of citizens' skills to use them, ensuring information security. The expansion of the circulation and exchange of information in society with the use of new technologies has significantly enriched information policy, which is one of the important elements of democratic progress. The further development of a stable political system has opened a new stage in the political and economic development of the country. According to the authors, the information policy in Azerbaijan, including the state information policy, is currently in the period of its formation.*

**Key words:** Azerbaijan, state policy, information society, information and communication technologies, globalization, and integration processes.

**For citation:** Koibaev B. G., Usova Yu. V., Zoloeva Z. T. The features of the implementation of the state policy in the field of information society development in the Republic of Azerbaijan. *Modern Science and Innovations*. 2023;2(42):168-174. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.18>

**Введение.** В современном мире обмен информацией между странами стал не только движущей силой общего развития, но и политика мировых центров силы в новейшее время часто определяется информацией. Имеющаяся в современном мире разнообразная база данных является продуктом, который продается во всем мире по очень высокой цене, обменивается и охраняется вполне надежными средствами, такими как национальное богатство, и главное, что отличает этот продукт от других ресурсов, имеющих в во всем мире заключается в том, что оно относится к этому виду богатства, оно никогда не иссякает, ни при каких обстоятельствах, наоборот, со временем становится богаче, а по мере обработки не только не устаревает, но и широко используется в создание новой информации.

**Материалы и методы исследования.** Эмпирическую основу работы составили политико-правовые документы. В частности, в «Государственной Программе развития связи и информационных технологий в Азербайджанской Республике на 2010-2012 гг. (Электронный Азербайджан)»; «Национальной стратегии Азербайджанской Республики развития информационного общества на 2014-2020 годы»; в стратегическом документе «Азербайджан 2030: Национальные приоритеты по социально-экономическому развитию» и т.д. В данной работе использовались как теоретические, так и эмпирические методы исследования, такие как: наблюдение, сравнение, анализ, синтез, абстрагирование и другие.

**Результаты и обсуждения.** В результате развития информационных и коммуникационных технологий, особенно Интернета, создание информации в новейшее время и ее кратковременная передача и прием в любую точку мира уже является реальностью и считается высшей точкой современной эффективности. В то же время

неоспоримым фактом является то, что Интернет стал современной и великолепной сокровищницей неограниченных источников информации [2, с. 160-164].

Определение будущего глобализирующегося мира тесно связано с информационной политикой и ее правильной организацией. Поэтому беспристрастность и прозрачность в этой сфере является одним из важных аспектов современного медиапространства. Еще в сентябре 2008 года Исполнительный комитет Организации азиатско-тихоокеанских информационных агентств (ОАНА) провел конференцию «Информация для всех в глобализирующемся мире» в Баку, организованное Азербайджанским государственным телеграфным агентством. На встрече широко декларировалась важность данного события по способствованию международного климата доверия.

Нельзя забывать, что часть мира до сих пор находится во власти этнических и территориальных конфликтов, и одной из главных причин затягивания решения этих конфликтов обычно является массовое сознание и общественное мнение, формируемое средствами массовой информации. Политики и те, кто решает важные вопросы, часто становятся заложниками информационной политики, которая иногда решает многое. В результате мы наблюдаем не только отсутствие реальной и правильной позиции, но и непонимание специфики того или иного региона [5, с.53].

Азербайджан был в числе первых стран, принявших Национальную стратегию в области ИКТ в соответствии с решением Саммита тысячелетия ООН в 2000 году, и первым на Южном Кавказе. Это еще раз подчеркивает большую заинтересованность азербайджанского государства к сфере ИКТ как внутри страны, так и на международной арене.

Декларация принципов и План действий, принятые на Всемирном саммите по информационному обществу в Женеве в том же году, стали очень успешным шагом на пути к созданию информационного общества и заложили прочную основу для решения глобальных проблем человечества. Президент Азербайджанской Республики Ильхам Алиев на Саммите озвучил тезис: «Превратим черное золото в человеческое золото» и развернул на государственном уровне целенаправленную работу по построению информационного общества в стране.

На Тунисском саммите по информационному обществу в 2005 году Азербайджан выступил одним из инициаторов обоснования особой роли ИКТ в демократизации общества как нового применения этих технологий. Саммит принял обращение к Генеральной Ассамблее ООН объявить 17 мая «Международным днем информационного общества», и в соответствии с этим решением Генеральная Ассамблея ООН объявила 17 марта 2006 года «Международным днем информации». В результате Международный союз электросвязи в ноябре 2006 г. принял решение отметить 17 мая Всемирным днем электросвязи и информационного общества.

Цели государственной информационной политики Азербайджана сформулированы в обозначенных выше политико-правовых документах. Как отмечается в стратегической дорожной карте современное состояние развития информационного общества характеризуется тем, что в настоящее время в некоторых населенных пунктах пока отсутствует широкополосный доступ в Интернет.

В тоже время возникают проблемы с применением унифицированных «технических решений» в различных государственных органах, в том числе возникающие из-за функциональной несовместимости систем.

Следует отметить, что эти проблемы негативно сказываются на производительности экономики и развитии информационного общества. Как и во всем мире, в Азербайджане существует «цифровой разрыв» между населением. Цифровая грамотность является ключевым показателем будущего Азербайджана, позволяющим создавать добавленную стоимость в экономике. Предпочтение некоторыми организациями, в том числе государственными органами, бумажной корреспонденции не только создает определенные трудности при подписании документов в электронной форме, но и негативно сказывается на

формировании полезного делового потенциала. Учитывая ограниченность ресурсов, в государственном управлении за счет консолидации и стандартизации возможностей ИКТ в ходе реформ следует обратить внимание на эффективную централизацию функций» [1, с. 82].

В то же время обозначены факторы, негативно характеризующие ситуацию в области развития информационного общества:

- неполная разработка нормативно-правовой базы, регулирующей отношения, возникающие в связи с использованием информационно-коммуникационных технологий;
- с одной стороны, переходная экономика страны, а с другой - неспособность правительства выделить достаточные средства на использование информационно-коммуникационных технологий;
- «утечка мозгов» в развитые страны;
- низкая информированность широких слоев населения о возможностях и преимуществах информационно-коммуникационных технологий;
- нехватка специалистов высокого уровня в области информационно-коммуникационных технологий;
- низкий уровень компьютеризации в стране;
- несоответствие преподавания предметов, связанных с информационно-коммуникационными технологиями, на всех уровнях образования требованиям современности;
- резкие различия между городами и регионами по уровню развития информационных и коммуникационных технологий;
- отсутствие литературы в области ИКТ на азербайджанском языке;
- процесс формирования национальных информационных ресурсов идет слишком медленно;
- неактивное участие республики во многих международных интеграционных проектах в сфере информационно-коммуникационных технологий;
- наличие государственной монополии, препятствие для инноваций в области телекоммуникаций и препятствие для свободной конкуренции [6].

Видится, что для обеспечения стабильного поступательного развития информационного общества, в настоящее время требуется стимулирование развития цифровых технологий, необходимым видится дальнейшее развитие и совершенствование отраслевой инфраструктуры, а также реализация проектов по повышению роли и значения цифровых технологий в других секторах экономики. Необходимым представляется усиление поддержки предпринимательства в сфере ИКТ, а также приоритетное внимание к развитию стартап-компаний, реализующих инновационные проекты. Кроме того, видится необходимым, стимулирование экспортоориентированного производства и оптимизация таможенных пошлин.

Основной целью государственной информационной политики и государственного регулирования информационно-технологического развития в Азербайджанской Республике является обеспечение информационной безопасности. Такая необходимость подчеркивает важность разработки рабочей стратегии государства по противодействию информационным угрозам и нового содержания, и информации об информационных отношениях, формирующихся в треугольнике общество-государство-человек, указывает на срочность передачи импульса [7, с. 25-31].

Каждое общество считает информационную безопасность важным компонентом национальной безопасности. Информационная безопасность представляет собой потенциальную угрозу существующей информационной среде и защита от опасностей. Этот вопрос особенно актуален в геополитическом «ландшафте» современного Азербайджана [3, с. 175-180].

Следует также сосредоточить внимание на проблемах совершенствования информационного законодательства Азербайджана.

Одной из самых серьезных проблем политической и олигархической элиты являются тенденции СМИ. Важно корректировать информационную политику СМИ в соответствии с проводимыми в обществе реформами.

Поскольку реализация информационной политики напрямую связана с рядом проблем национальной безопасности, всестороннее и научно-концептуальное исследование этой проблемы достаточно актуально на современном этапе развития Азербайджана.

Одной из задач, стоящих перед государственной властью, отраслевым научным сообществом, является совершенствование законодательства страны до уровня, способного регулировать новые общественные отношения, создаваемые государственной информационной политикой.

Для территориальной целостности страны важно обеспечить постоянный обмен информацией между государством и обществом, создать открытое информационное пространство, что является важным фактором формирования гражданского общества.

Поскольку азербайджанское государство проводит независимую политику, основанную на национальных интересах, и своим растущим влиянием на процессы в регионе, важной составляющей этой политики является политика в сфере развития информационных технологий для создания позитивного имиджа в современной системе международных отношений, в процессе реализации которой зачастую возникают определенные проблемы [4, с. 50-54].

Информационное общество в современном Азербайджане характеризуется следующими особенностями:

1. Ориентация на знания (знания являются основным производством и основным приоритетом).
2. Цифровая форма представления объектов (оцифровка документов и документооборота).
3. Виртуальный характер (виртуализация реальной физической среды посредством применения виртуальных данных и систем для «виртуальной реальности»).
4. Обширная функциональность (создаются компоненты для многократного и многофункционального использования).
5. Интеграция и взаимосвязи (построение единой универсальной сетевой инфраструктуры из отдельных независимых модулей для обслуживания и производства).
6. Динамическая работа (осуществление деятельности в режиме реального времени с доступом ко всем необходимым компонентам).
7. Глобальный масштаб (глобализация знаний и возможность осуществлять деятельность из разных мест).

Все это разнообразие функциональных возможностей цифровой эпохи порождает огромные информационные потоки, распределенные между узлами глобальных сетей. Распространение информации в цифровую эпоху имеет большое значение, в связи с чем сегодня в употребление вошел термин «информационная лавина». Но это изобилие в глобальном пространстве может иметь нежелательные последствия для Азербайджана, как и для многих стран, а именно:

- обесценивание информации,
- получение знаний низкого качества,
- трата слишком много времени и внимания пользователя на «серфинг» в Интернете,
- потеря производительности из-за спама,
- дополнительные расходы, связанные с передачей данных, вариантами хранения и т.д.
- проблемы безопасности и конфиденциальности (последнее, но не в последнюю очередь).

В этом контексте важно отметить, что одной из важнейших проблем в этом направлении выступает влияние информационного общества на информационную

безопасность, в том числе конфиденциальность пользователей цифровых сервисов в сетевом пространстве.

Современные цифровые технологии (интернет вещей, облачные технологии, большие данные) создают свои специфические проблемы в сфере цифровой конфиденциальности, что требует адекватных мер для безопасного доступа и законного использования информационных ресурсов, включая наборы персональных данных.

Существует также риск конфиденциальности с технологическими решениями, использующими несколько точек (датчиков) для доступа к данным (Интернет вещей), «умные» технологии для дома, города, транспорта, киберфизические системы, накопление больших данных и их обработка. Все это требует реакции со стороны государства, что должно получить отражение в реализуемой государством информационной политике.

**Выводы.** Таким образом, цифровая эпоха повышает взаимозависимость государства и общества. В связи с чем, важно отметить, что достижение идеалов информационного общества возможно только основываясь на принципах взаимоуважения, делового взаимодействия и сотрудничества между государством, обществом и гражданами. В Азербайджанской Республике в этом направлении предпринимаются первые шаги, которые приносят определенные результаты, но и сопровождаются рядом проблем.

По нашему мнению, в формировании и развитии государственной информационной политики Азербайджана должны принимать участие все субъекты информационного пространства.

Кроме того, совершенствованию механизмов будет способствовать создание целостного комплекса научно-обоснованных методов анализа информационных процессов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Агаев Ю. А. О. Развитие информационно-коммуникационных технологий в Азербайджане// Экономико-правовые перспективы развития общества, государства и потребительской кооперации: сборник научных статей III международной научно-практической интернет-конференции. Гомель, 2021. С. 81-84.

2. Ишонова С. Р. Развитие информационных технологий как степень развития информационной культуры общества // Вестник Таджикского национального университета. 2020. № 7. С. 160-164.

3. Койбаев Б. Г. Южный Кавказ в контексте современных геополитических вызовов // Современная наука и инновации. 2015. № 2 (10). С. 175-180.

4. Койбаев Б. Г. Формирование новой системы международных отношений в условиях становления глобального информационного общества // Вестник Северо-Осетинского государственного университета имени К. Л. Хетагурова. 2012. № 1. С. 50-54.

5. Qloballaşan dünyada informasiya hamı üçün. Bakı, Şərq-Qərb, 2009. P. 53.

6. Azərbaycan Respublikasının İnkişafı Naminə İnformasiya və Kommunikasiya Texnologiya. URL:

<https://ictaz.translate.goog/Mobile/az/content/88?xtrsl=az&xtrtl=ru&xtrhl=ru&xtrpto=sc>

7. Niyazov X. KİV sahəsində dövlət informasiya siyasətinin bəzi məsələləri // Bakı: Geostrategiya. 2019. No. 4 (52). P. 25-31.

## REFERENCES

1. Agaev Yu. A. O. Development of information and communication technologies in Azerbaijan// Economic and legal prospects for the development of society, the state and consumer cooperation // Collection of scientific articles of the III International scientific and practical Internet conference. Gomel, 2021. P. 81-84.

2. Ishonova S. R. Development of information technologies as a degree of development of information culture of society // Bulletin of the Tajik National University. 2020. No. 7. P. 160-164.

3. Koybaev B. G. South Caucasus in the context of modern geopolitical challenges // Modern Science and innovation. 2015. No. 2 (10). P. 175-180.
4. Koybaev B. G. Formation of a new system of international relations in the context of the formation of a global information society // Bulletin of the K. L. Khetagurov North Ossetian State University. 2012. No. 1. P. 50-54.
5. Information is for everyone in the globalized world. Baku, East-West, 2009. P. 53.
6. Information and Communication Technologies for the development of the Republic of Azerbaijan. URL: <https://ictaz.translate.google/Mobile/az/content/88?xtrsl=az&xtrtl=ru&xtrhl=ru&xtrpto=sc>
7. Niyazov X. Some issues of State Information Policy in the field of mass media // Baku: Geostrategy. 2019. No. 4 (52). P. 25-31.

#### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Койбаев Борис Георгиевич**, доктор политических наук, профессор кафедры философии и социальных наук Северо-Осетинского государственного университета им. К.Л. Хетагурова, профессор кафедры теории и истории государства и права Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета), г. Владикавказ, [koibaevbg@mail.ru](mailto:koibaevbg@mail.ru)

**Koybaev Boris Georgievich**, doctor of Political Sciences, Professor of the Department of Philosophy and Social Sciences, North Ossetian State University named after K. L. Khetagurov; Professor of the Department of Theory and History of State and Law of the North-Caucasus Mining and Metallurgical Institute (State Technological University), Vladikavkaz, [koibaevbg@mail.ru](mailto:koibaevbg@mail.ru)

**Усова Юлия Викторовна**, доктор политических наук, профессор кафедры международных отношений, политологии и мировой экономики Пятигорского государственного университета, г. Пятигорск, [usova\\_yv@mail.ru](mailto:usova_yv@mail.ru)

**Usova Yuliya Viktorovna**, doctor of Political Sciences, Professor of the Department of International Relations, Political Science and World Economy, Pyatigorsk State University, Pyatigorsk, [usova\\_yv@mail.ru](mailto:usova_yv@mail.ru)

**Золоева Зарина Тамерлановна**, старший преподаватель кафедры теории и истории государства и права Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета), г. Владикавказ, [revazov.v@yandex.ru](mailto:revazov.v@yandex.ru)

**Zoloeva Zarina Tamerlanovna**, senior lecturer of the Department of Theory and History of State and Law of the North-Caucasus Mining and Metallurgical Institute (State Technological University), Vladikavkaz, [4noiabria@mail.ru](mailto:4noiabria@mail.ru)

Дата поступления в редакцию: 19.04.2023

После рецензирования: 13.05.2023 □

Дата принятия к публикации: 07.06.2023

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 175-180  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):175-180

Дмитрий Александрович Лушников  
[Dmitry A. Lushnikov]

ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
POLITICAL SCIENCE

Научная статья / Original article

УДК 323.39  
DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.19

**Стратификационный аспект формирования  
образа врага: восходящий и нисходящий  
векторы дегуманизации в социальной  
структуре**

**The stratification aspect of the formation of  
the image of the enemy: ascending and  
descending vectors of dehumanization in the  
social structure**

Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия /  
North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia, [keremet2000@mail.ru](mailto:keremet2000@mail.ru)

**Аннотация.** Рассматриваются проблемы дегуманизации и формирования образа врага в стратифицированном обществе. Вертикальный аспект дегуманизации предполагает расчеловечивание индивида/группы, находящейся на другом уровне социальной иерархии, поэтому данный процесс имеет восходящий и нисходящий вектор. Нисходящий вектор дегуманизации предполагает инфрагуманизацию и расчеловечивание индивидов/групп, занимающих более низкое положение в социальной структуре общества. Восходящий вектор дегуманизации предполагает инфрагуманизацию и расчеловечивание индивидов/групп, занимающих более высокое положение в социальной структуре общества.

**Ключевые слова:** дегуманизация, инфрагуманизация, образ врага, восходящая дегуманизация, нисходящая дегуманизация, делигитимация

**Финансирование:** Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-011-00237 «Деконструирование образа врага в современных социально-политических, этнических и этноконфессиональных конфликтах».

**Для цитирования:** Лушников Д. А. Стратификационный аспект формирования образа врага: восходящий и нисходящий векторы дегуманизации в социальной структуре // Современная наука и инновации. 2023. №2 (42). С. 175-180. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.19>

**Abstract.** The problems of dehumanization and the formation of the image of the enemy in a stratified society are considered. The vertical aspect of dehumanization involves the dehumanization of an individual/group located at a different level of the social hierarchy, so this process has an ascending and descending vector. The downward vector of dehumanization involves the infrahumanization and dehumanization of individuals/groups occupying a lower position in the social structure of society. The ascending vector of dehumanization implies infrahumanization and dehumanization of individuals/groups occupying a higher position in the social structure of society.

**Key words:** dehumanization, infrahumanization, image of the enemy, ascending dehumanization, descending dehumanization, deligitimation

**Funding:** The research was carried out with the financial support of the RFBR within the framework of the scientific project No. 20-011-00237 "Deconstructing the image of the enemy in modern socio-political, ethnic and ethno-confessional conflicts".

**For citation:** Lushnikov D. A. The stratification aspect of the formation of the image of the enemy: ascending and descending vectors of dehumanization in the social structure. *Modern Science and Innovations*. 2023;2(42):175-180. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.19>

Расчеловечивание/дегуманизация в социальной структуре соответствует иерархической морфологии общества и является как вертикальным, так и горизонтальным аспектом. На горизонтальном уровне находятся коллективные и индивидуальные акторы, равные по статусу, здесь мы сталкиваемся с механизмом инфрагуманизации, склонностью рассматривать аутгруппы как менее высокоранговые и уступающие в когнитивно-интеллектуальном, ценностно-нормативном, физическом и эстетическом аспектах. «Инфрагуманизация» (англ. «infrahumanization») – понятие, введенное в научную лексику Ж.-Ф. Лейнсом и обозначающее установку индивида на восприятие ингруппы как «человеческой», а аутгруппы как «нечеловеческой» [1]. Данное различие опять же основано на генетических программах внутривидовой дифференциации и групповой идентификации, позволяющих отрицать человечность оппонентов в межгрупповых конфликтах. Но в своем повседневном действии инфрагуманизация представляет собой естественную установку на завышение качеств ингруппы и мягкую бессознательную стигматизацию аутгрупп. К примеру, М.Ж. Пачилли, М. Роккато, С. Паглиаро и С. Руссо установили положительную корреляцию между внутригрупповой идентификацией и аутгрупповой дегуманизацией, опосредованную моральной дистанцией между ингруппой и дегуманизируемой аутгруппой [2, с. 365]. Инфрагуманизация выступает в качестве группового аспекта и измерения других механизмов конструирования образа врага: анималистической, механической и inferнальной дегуманизации, морального исключения и делигитимации.

Хотя ингруппа индивида и те группы, куда он не входит и с которыми себя не идентифицирует (аутгруппы) в случае горизонтальной дегуманизации располагаются на одном уровне социальной иерархии, инфрагуманизация автоматически выстраивает отношения вертикального неравенства. Следовательно, редуцируя отношения «индивид-группа» на интерактивное взаимодействие «индивид-индивид», можно констатировать биологические основания инфрагуманизации как установки на перцепцию и интерпретацию другого как менее статусного члена малой группы.

В ситуации горизонтального интерактивного взаимодействия редукция инфрагуманизации предполагает понижение социального статуса другого или его личного статуса. Естественно, что в случае очевидной равенности социальных статусов, акцент будет переноситься на неравенство личных статусов, формулируемое в критериях физического, возрастного, когнитивно-интеллектуального и этического неравенства и различия.

Вертикальный аспект дегуманизации предполагает расчеловечивание индивида/группы, находящихся на другом уровне социальной иерархии, поэтому данный процесс, подобно вертикальной мобильности П.А. Сорокина, имеет восходящий и нисходящий вектор. Нисходящий вектор дегуманизации предполагает инфрагуманизацию и расчеловечивание индивидов/групп, занимающих более низкое положение в социальной структуре общества. Здесь мы обнаружим богатый тезаурус лингвистической стигматизации и расчеловечивания подчиненных и эксплуатируемых групп в стратифицированных обществах (обозначение рабов как «тел» в античном обществе обнаруживает параллель на другом витке исторического развития, в «душах» крепостных крестьян феодальной России). Нисходящий вектор дегуманизации у более высокоранговых групп подкрепляется легитимациями их господства, завышающими их социальные качества и инфрагуманизирующие качества нижестоящих и подчиненных.

Дифференциация «город – село» и противопоставление враг-крестьянин против враг-горожанина затрагивает проблематику внутренних конфликтов и гражданских войн в различных типах стратификационных систем: рабовладельческой, феодальной, кастовой и классовой. Поэтому один существенных аспектов противопоставлений скотовод vs. земледелец, село vs. город связывает физические и социально-экономические различия между высшими и низшими социальными классами в рамках одного общества.

Общим явлением в досуге знати со времен раннеземледельческих цивилизаций до настоящего времени являются различные виды охоты. Охота относится к архаичному

способу хозяйствования, основному для человечества во времена палеолита и мезолита до эпохи неолитического кризиса и неолитической революции. Именно неолитическая революция привела к социальному расслоению и появлению стратифицированных обществ, но знать в этих обществах продолжала увлекаться охотой. Обладание охотничьими угодьями или же контроль над ними являлся ярким выражением сословных привилегий.

Охота отражала и закрепляла военный кавалеризм аристократии. Знать воевала верхом или на колесницах: охота фараонов Древнего Египта на гепардов или ассирийский царей на львов также велась на колесницах, а европейских феодалов со средневековья до недавнего времени – верхом. Поэтому охота готовила знать к войне (равно как и к подавлению восстаний низших сословий/каст/классов), а в мирное время «держала в тонусе» использования основного средства передвижения в условиях военных действий. Это был архаичный вид досуга, но он имел и вполне практические функции.

Аристократы-кавалеристы в кольчужных или латных доспехах против пеших крестьян, таков лейтмотив крестьянских восстаний не только в Европе и России. Это инсценировка и инвариант налета кочевников на земледельцев. Истребление восставших, ловля убегающих от синьора крепостных, это тоже охота. Знать-охотник, знать-скотовод, а крепостные подданные – скот. Стратификационные различия по метафорической линии скотовод vs. земледелец закреплялись в том числе и в языке. Так польское «быдло» в коннотации «домашний скот», применительно к крепостным крестьянам, было заимствовано в украинский язык, а потом стало распространенным обозначением представителей низших сословий и в русской дворянской культуре.

Церковь как добродетельный пастырь пасет «агнцев божиих», ее покровительство и служение преисполнено душеспасительного и гуманистического пафоса. Помещики же пасут и используют крепостных крестьян как «скот», как одушевленное, то есть живое, но имущество – «души» (заметим, что данное отношение приводится с позиции «идеального типа» жесткой крепостнической системы).

Стратификационные, в том числе сословные различия аристократ – простолюдин в этнографии (антропологии, социальной антропологии и антропогеографии) кон. XIX – нач. XX веков рассматривались и через различия в физическом облике. Поэтому низшие сословия и классы получали «научно доказанную» физическую и социальную стигмы, которые соответствовали происхождению, внешним чертам, кинесике, жестике, мимике, языку и речи простонародья. В данной связи приведем ряд типичных и интересных примеров из работы популярного русского этнографа В.А. Мошков «Новая теория происхождения человека и его вырождения»:

«...То же наблюдается и между африканскими рангами: «Придворные дамы высоки и элегантны; их кожа гладка и прозрачна; их красота жизненна и долговечна. Девушки средних классов часто также красивы, но в большинстве случаев малы ростом, грубы и скоро отцветают; в низших классах редко можно встретить красивую наружность; мы находим там фигуры согнутые, малорослые, иногда почти уродливые».

...О различиях во внешности между высшими и низшими сословиями в Западной Европе есть также немало свидетельств в литературе. ...французское дворянство дает всегда самый большой процент блондинов, мещанство – меньший, а сельское простонародье – наименьший.

...В Ирландии, судя по описанию Ранке, бедняки в голодных округах отличаются «вздутыми губами, обнаженными деснами, выдающимися скулами, вдавленным носом, толстыми животами и кривыми ногами». Карл Фогт добавляет к этому описанию, что такой же наружностью обладают бедняки и повсюду в Европе.

...Ляпуж указывает так называемый «закон расслоения общества», по которому у высших (образованных) классов длинноголовость сильнее, чем у низших и процент длинноголовых среди первых больше, чем среди последних.

...Высшие сословия в Европе сверх того отличаются от низших еще тем, что развиваются физически и созревают в половом отношении раньше низших. Ломброзо

указывает, что максимальное развитие роста у «богатых» девушек бывает в возрасте 12-14 лет, а у «бедных» в 13-15 лет.

...Так, по словам Герберта Спенсера, люди профессиональных классов здесь «выше ростом и плотнее, чем рабочие». Средний рост мужчин высших классов 1,757 м., а рабочих 1,705. А по Дарвину, «руки английских рабочих уже при рождении больше, чем у представителей среднего сословия (Gentry)».

...Словом, между высшими сословиями Европы и низшими наблюдается такое большое антропологическое различие, что Деникер находит возможность допустить преобладание в среде европейской аристократии другой расы, чем в рабочем сословии» [3].

Как мы видим, в этнографии XIX – нач. XX веков были популярны расологические идеи, которые легитимировали социальное неравенство как неравенство расово-антропологическое, культурное и интеллектуально-когнитивное. Простолудин приравнивался к «примитивному человеку», «дикарю», находящемуся на более ранней стадии социальной и культурной эволюции, нежели представители высших и даже средних слоев. К примеру, низшим в социальные иерархии сословиям и группам того же цивилизованного европейского общества приписывались такие же качества, как далеким аборигенам, живущим на уровне неолита. Аппроксимация данного объекта в рамках эволюционистской формулы «онтогенез повторяет филогенез» подводила ученых к идее «детской неразвитости», нелогичности, пралогичности (Л. Леви-Брюль) сознания и мышления низших сословий и классов.

Подобные представления были распространены не только и обществах сословных и классовых, но и в обществах с таким типом стратификационной системы, как кастовая. Луи Жаколио так описывает отношение к париям в индийском обществе: «В лесах Малабарского берега встречаются племена, которые считаются далеко ниже диких зверей, разделяющих с ними эти дикие пространства. ...Глубоко укоренившиеся понятия и нравы населения установили на парию взгляд как на нечистое животное и ставят решительную преграду всяким попыткам их нравственного возрождения. ...пария считается человеком только по своему зоологическому облику и по имени» [4].

Стоит отметить, что у европейской аристократии в XIX – пер. пол. XX века нашелся ученик в виде нового победившего класса – буржуазии. Н. Элиас, рассматривая взаимоотношения немецкого двора, буржуа и интеллигенции, говорит о том, что «...имелось старое орудие, использовавшееся для ограничения немецкого дворянства от других слоев, – проверка родословной (впоследствии это орудие, будучи буржуазно переработанным, получило новую жизнь в немецком расовом законодательстве)» [5, с. 92].

Как мы видим, сословная стратификация в ситуации внутренних конфликтов и гражданских войн порождала социального врага-недочеловека в виде низших сословий. Подобно своим предшественникам на вершине социальной иерархии, европейская буржуазия трансформировала легитимацию своего статуса в расологические воззрения, где унтерменшами выступали не столько социальные низы, представители рабочего класса и люмпен-пролетариата, сколько другие этносы и люди с психическими и физическими отклонениями.

Барьеры социальной мобильности, использовавшиеся аристократией, были воспроизведены на иной программе «свой-чужой», включавшей расовый принцип дифференциации и идентификации. К примеру, делегитимизировался такой внутренний конкурент как еврейская буржуазия, а неевропейские этносы и государства легитимировались как законные цели колониальной экспансии.

У немецких бюргеров в XVIII-XIX веках бытовала поговорка: «Близко ко двору – близко к преисподней». Она являет собой не только хорошую иллюстрацию демонизации (инфернальной дегуманизации) определенной социальной общности, но и показывает обратную перспективу вертикальной дегуманизации – расчеловечивания высших низшими.

Восходящий вектор дегуманизации предполагает инфрагуманизацию и расчеловечивание индивидов/групп, занимающих более высокое положение в социальной

структуре общества. Это в социальном плане даже более сложный вектор и способ дегуманизации, поскольку обладание более низким социальным статусом, меньшими правами и привилегиями, является более уязвимой позицией для легитимации социального положения и качеств индивида/группы. Поскольку более высоко-ранговые индивиды/группы изначально находятся в более выгодном положении – они подкрепляют свои легитимации реальной разницей в статусе.

Нарративы восходящей дегуманизации строятся на рефлексии, ревизии, критике и отрицании существующей социальной структуры и легитимаций положения господствующих групп. Они признаются не соответствующими своему вышестоящему положению по причинам утраты необходимых для этого качеств и несоответствия функциональным обязанностям. Этот дискурс формируется в терминах неготовности власти к изменениям, коррупции, отличающихся от большинства народа ценностей, интересов и целей и т.п.

В ситуации информационной войны, связанной с проведением СВО на Украине, одна из задач пропагандистов с обеих сторон – вызвать внутренний конфликт в обществе, связанный с негативной оценкой роли военного, политического руководства, степени вовлеченности крупного бизнеса в помощь армии и обществу. В качестве инварианта западными специалистами по информационным войнам и психологическим операциям была взята модель и механизм пропаганды времен Первой мировой войны (поскольку она оказалась успешной и разворачивалась в сходных условиях сочетания военных действий, неотмобилизованной экономики, не готового к затяжному противостоянию общества и т.д.).

Данный механизм активировался пошагово и предполагал постепенное изменение отношения ко всей властной вертикали и делегитимизацию правящей элиты.

1. Военные неудачи («генералы предали!»), приводили к критике военного руководства («в Генштабе немецкие шпионы!») и всей политико-бюрократической системы («власть предает!»). Цель – добиться раскола и конфликта в военной элите, усиления борьбы за власть и потери единоначалия и управляемости военными действиями.

2. Крупный бизнес обвинен в отсутствии патриотизма, компрадорстве и коррупции.

3. Далее акцент переносился на ближнее окружение первого лица: высших приближенных чиновников, членов императорского дома, членов семьи и приближенных к ним лиц («бояре плохие», «царица – немецкая шпионка» и т.д.).

4. Уже потом удар направлялся на первое лицо, сначала к нему взывали с просьбами навести порядок, потом начиналась критика и уже после – прямые обвинения («царь не настоящий»).

Общий лейтмотив восходящей дегуманизации – констатация деволуции правящих слоев, элит и групп. Напомним, что деволуция интерпретируется как комплекс изменений (модификаций), снижающий адаптивный потенциал вида или ведущих к более старым (регрессивным) филогенетическим формам. Данный аспект интерпретируется в категориях вырождения или злокачественного перерождения элит. Вырождение проявляется в потомстве элитариев, неспособном по интеллектуальным и личностно-волевым качествам к исполнению традиционных функций и ответам на новые внешние вызовы. Злокачественное перерождение формулируется в категориях отхода от общенародных целей и замыкании на собственных узкоклассовых интересах и при этом блокировании социальных лифтов. То есть правящая элита пытается остановить процесс «циркуляции элит» (В. Парето) и сохранить свои позиции в системе за счет препятствования социальной мобильности (то, что в социологии называется «социальная клаузула»). Она становится слишком уж «классом для себя» по К. Марксу. Погрязший в собственных пороках и морально деградировавший представитель элиты и его «чахлое неспособное потомство» в случае восходящей дегуманизации являются своеобразными «унтерменшами наоборот».

Но подобный взгляд возможен для устоявшихся элит, имеющих длительную историю господства в том или ином обществе. А на относительно недавно сформированные элиты и социальные слои может распространяться мнение об их изначально низком качестве и

нарушении принципа справедливости при селекции и восходящей мобильности данных индивидов, категорий и групп. К примеру, часть современного российского общества считает несправедливой итоги приватизации 1990-х годов, приведшей к появлению нового класса крупных собственников. Его представители рассматриваются как результат отрицательного отбора и коррупционного несправедливого перераспределения народной собственности. Отсюда обилие в верхних слоях представителей организованных преступных сообществ и разнообразных выскочек и проходимцев, незаслуженно возвысившихся парвеню. Бурный процесс первоначального накопления капитала (еще не окончившийся в России) опережал процессы легитимизации положения формирующегося высшего класса и элитных групп. Это определяло и определяет основания для делегитимации их положения со стороны нелояльных более низкоранговых слоев, категорий и групп и специфику восходящей дегуманизации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Leyens J.- P., Demoulin S., Gaunt, R., Paladino M.P. Infra-humanization: The wall of group differences // *Social Issues and Policy Review*. 2007. No. 1 (1). P. 139-172.
2. Pacilli M. G., Roccato M., Pagliaro S., Russo S. From political opponents to enemies? The role of perceived moral distance in the animalistic dehumanization of the political outgroup // *Group Processes & Intergroup Relations*. 2016. Vol. 19. No. 3. P. 360-373.
3. Мошков В. А. Новая теория происхождения человека и его вырождения. Составлена по данным зоологии, геологии, археологии, антропологии, этнографии, истории и статистики. Варшава. Печатано в типографии губернского правления. 1907. 24 с.
4. Жаколио Л. Парии человечества. *Le Pariah dans l'Humanité*. 1876.
5. Элиас Н. О процессе цивилизации. Социогенетические и психогенетические исследования. Т. 1. Изменения в поведении высшего слоя мирян в странах Запада. М.; СПб.: Университетская книга, 2001. 332 с.

#### REFERENCES

1. Leyens J.- P., Demoulin S., Gaunt, R., Paladino M.P. Infra-humanization: The wall of group differences // *Social Issues and Policy Review*. 2007. No. 1 (1). P. 139-172.
2. Pacilli M. G., Roccato M., Pagliaro S., Russo S. From political opponents to enemies? The role of perceived moral distance in the animalistic dehumanization of the political outgroup // *Group Processes & Intergroup Relations*. 2016. Vol. 19. No. 3. P. 360-373.
3. Moshkov V. A. A new theory of the origin of man and his degeneration. Compiled from zoology, geology, archaeology, anthropology, ethnography, history and statistics. Warsaw. Printed in the printing house of the provincial government. 1907. 24 p.
4. Zhakolio L. Parii nauda. *Le Pariah dans l'Humanité*. 1876.
5. Elias N. On the process of civilization. Sociogenetic and psychogenetic studies. Volume 1. Changes in the behavior of the upper stratum of the laity in Western countries. M.; SPb: Universitetskaya kniga, 2001. 332 p.

#### ОБ АВТОРЕ / ABOUT THE AUTHOR

**Лушников Дмитрий Александрович**, доктор социологических наук, профессор, Заведующий кафедрой социологии, Северо-Кавказский федеральный университет, тел.: 89034171100, [keremet2000@mail.ru](mailto:keremet2000@mail.ru)

**Lushnikov Dmitry Alexandrovich**, doctor of sociological sciences, professor, Head of the Department of Sociology, North-Caucasus Federal University, tel.: 89034171100 [keremet2000@mail.ru](mailto:keremet2000@mail.ru)

Дата поступления в редакцию: 07.04.2023

После рецензирования: 22.04.2023

Дата принятия к публикации: 03.06.2023

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 181-191  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):181-191

ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
POLITICAL SCIENCE

Научная статья / Original article

УДК 327.7: 339.9  
DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.20

**Игорь Владимирович Крючков**

[I.V. Kryuchkov]

**Политика Турции на Западных  
Балканах в начале XXI века: основные  
направления и результаты**

**The Turkey's policy in the Western  
Balkans at the beginning of the XXI  
century: main directions and results**

*Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия /  
North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia, [igory5@yandex.ru](mailto:igory5@yandex.ru)*

**Аннотация.** В статье рассматриваются основные тенденции и противоречия развития сотрудничества Турции с государствами Западных Балкан в начале XXI века. В материале выделяются причины активизации политики Анкары на Западных Балканах, ее этапы и механизмы реализации, поставленных внешнеполитических целей. В заключении автор приходит к выводу, что Турция становится основным, вместе с Европейским союзом, США и Китаем, фактором международных отношений, влияющим на развитие Западных Балкан.

**Ключевые слова:** Западные Балканы, Турция, политика мягкой силы, мусульманская община, НАТО, Р.Эрдоган, Босния-Герцеговина.

**Для цитирования:** Крючков И. В. Политика Турции на западных балканах в начале XXI века: основные направления и результаты // *Современная наука и инновации. 2023. №2 (42). С. 181-191. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.20>*

**Abstract.** The article deals with the main trends and contradictions in the development of Turkey's cooperation with the states of the Western Balkans at the beginning of the 21st century. The material highlights the reasons for the activation of Ankara's policy in the Western Balkans, its stages and mechanisms for the implementation of the set foreign policy goals. In conclusion, the author comes to the conclusion that Turkey, together with the European Union, the United States and China, is becoming the main actor in international relations influencing the development of the Western Balkans.

**Key words:** Western Balkans, Turkey, soft power policy, Muslim community, NATO, R. Erdogan, Bosnia-Herzegovina.

**For citation:** Kryuchkov I. V. Turkey's Policy in the Western Balkans at the Beginning of the XXI Century: Main directions and Results // *Modern Science and Innovations. 2023;2(42):181-191. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.20>*

After the collapse of the SFRY, the Balkans did not belong to the main direction of Turkey's foreign policy. In the 90s. she maintained stable relations with Albania, Croatia, North Macedonia and Bosnia-Herzegovina. Ties with Serbia and Montenegro remained difficult. Ankara was involved in the conflicts in Bosnia-Herzegovina and Kosovo to one degree or another, but at the same time it did not suffer major image losses, which created the prerequisites for building a dialogue in the future with all the states of the Western Balkans. Turkish military units were part of the peacekeeping forces in Bosnia-Herzegovina and Kosovo. Ankara showed interest in the speedy stabilization of the situation in the Balkans. Since the Balkan Peninsula opens the way for Turkey to

Europe and allows it to act as a transit zone in the development of cooperation between Europe and the states of the Middle East and North Africa.

At the beginning of the XXI century. Ankara's foreign policy in the Balkans is changing radically. She was no longer going to be a passive observer or follow the lead of foreign policy in the region of the great powers and the EU. Turkey's increased attention to the Balkans is partly a reaction to the slowdown in the country's contacts with the EU. It is no coincidence that it has been heading towards the development of close political, economic and cultural contacts with the states of the Western Balkans since 2006, when the negotiation process between Ankara and Brussels on its EU membership was stalled [4, p.65].

In 2009, with the advent of the new Minister of Foreign Affairs, A. Davutoglu, Turkey's Balkan policy became more active. His foreign policy concept, in addition to reducing dependence on the West, assumed Turkey's performance as an intermediary in the dialogue between the states of the Balkan Peninsula and the West. Thus, the new minister did not refuse close cooperation with the West. This doctrine contributed to the strengthening of Turkey's position in the Balkans. A. Davutoglu disowned the doctrine of neo-Ottomanism, putting forward the principle of "Zero problems with neighbors" on the agenda. The doctrine of neo-Ottomanism irritated the Balkan states. In it they saw a possible variant of the next Turkish expansionism in the region [23, p. 381]. The Zero Problems with Neighbors policy is based on the observance of four principles: security, economic cooperation, political dialogue and preservation of the multicultural regions, including the Balkans. A. Davutoglu staked on the transformation of Turkey into a great power. The implementation of this approach involved expanding cooperation with states outside the Euro-Atlantic bloc, primarily those located in the former Ottoman Empire. Therefore, many politicians suspected A. Davutoglu of sympathy for neo-Ottomanism, despite his statements on this matter.

Ankara supported the desire of the Western Balkans to join NATO and the EU as soon as possible. Turkey understands that further advancement of the EU and NATO on the peninsula is inevitable, trying to adapt its Balkan policy to this factor. It somewhat reduces Turkey's ability to implement its own policy in the Balkans. Turkish politicians are well aware that the EU has a huge advantage over other players in the Balkans in terms of promoting its own interests [25]. At the same time, the political elite of the country understands the benefits for Turkey itself from the expansion of NATO and the EU in the Balkans, their establishment on the peninsula will help reduce conflict and stabilize the political situation in the region. In the summer of 2022, Turkey officially welcomed the start of negotiations between Brussels and Macedonia and Albania on EU accession.

Turkey assists the countries of the Balkan Peninsula in the modernization of the armed forces, bringing them closer to NATO standards, helps Albania, Kosovo and Macedonia to open military academies, willingly accepting officers from the Balkan states in their own military schools. So, in August 2021, Turkey and North Macedonia signed an agreement on cooperation in the military sphere, which provides for the annual allocation of funds by Ankara to increase the combat readiness of the Macedonian army. In the EU, Turkey's promotion of its interests causes great concern. Many European politicians suspect R. Erdogan of promoting political Islam in the Balkans, which often does not fit in with European values, and will contribute to the excessive expansion of Turkey's influence in the region.

The activation of Turkish policy in the Western Balkans from 2006 to 2016 gave the first positive results. From 2002 to 2016, Turkey's trade with the states of the Western Balkans increased from \$435 million to \$3 billion [8]. Contacts are expanding in other areas. According to Turkish experts, Turkey's rapid return to the Balkans was facilitated by the loss of EU and US interest in the Balkans after 2006-2008. despite all their rhetoric [22].

Since 2016, after an unsuccessful coup attempt in Turkey and the constitutional reform carried out by R. Erdogan, Ankara's relations with the West are clearly cooling. Since that time, the next stage in the Balkan policy of Turkey begins. It relies on building its own more independent policy in the Balkans and other regions of the world. Turkey is acting very cautiously and pragmatically in achieving its foreign policy goals in the Balkans, prioritizing soft power politics.

One of the instruments for its implementation in the Balkans is the Turkish Cooperation and Coordination Agency (TIKA). From 1995 to 2022 it has implemented more than 990 projects in Bosnia-Herzegovina, more than 340 projects in Serbia from 2002 to 2022. and about 100 projects in Croatia from 2015 to 2022.

Turkey is closely watching the competition of the US, EU, China, Russia in the Balkans. Recognizing the weight of the positions of these actors of international relations, it is aware of its ability to achieve long-term goals in the region. As an important condition for the development of relations with the Balkan states, Turkey considers its centuries-old historical and cultural ties with the Balkans [25]. At one time, the peoples of the region were part of the Ottoman Empire, which serves as the basis for building a dialogue between Ankara and them in the present and future. The concept of Balkan identity arises as a result of the civilizational interaction of the Ottoman Empire with the Balkans, the similarity of the cultural codes of the Turks and the peoples of the peninsula. In modern Turkey, they tend to idealize the history of the Ottoman Empire, forgetting about the difficult relationship between the Balkan peoples and the Port in the 19th and 20th centuries.

Therefore, an important tool for expanding Turkey's influence in the Balkans is the formation of a new historical memory. An important impetus to the implementation of this policy was the centenary of the beginning of the Balkan wars, widely celebrated in 1912 [7]. Representatives of the historical community of the countries of the Western Balkans are invited to events held in many cities of Turkey. Turkey emphasizes the policy of "genocide" by Russia and its allies against the Muslim population in 1877-1878. and 1912

With Albania, North Macedonia and Bosnia-Herzegovina, joint history textbooks are being prepared. In 2013, sections of textbooks devoted to the Ottoman Empire were rewritten in Kosovo in order to somewhat smooth out the hard facts from its history. It should be noted that attempts to rehabilitate the history of the Ottoman Empire with the previous historical experience of the peoples of the peninsula. References to historical experience cause a negative reaction among the Christian population of the region. However, among the Muslims of the Western Balkans there is also no complete unanimity on this issue. In Albania and Bosnia-Herzegovina, their Ottoman past is rather cool. For example, in Bosnia-Herzegovina, the policy of the Porte, when it ceded the provinces to Austria-Hungary, is still difficult to perceive. On the contrary, in Kosovo and North Macedonia, the new historical rhetoric of Turkey finds support [21, p. 162].

In the mass consciousness of the inhabitants of the region, "history is being rewritten" with the help of Turkish television series that idealize the history of the Ottoman Empire and lay a new perception of it among the population of the Western Balkans. Moreover, they create the image of a strong Turkey with a great historical past [3, p. 153]. All sociological surveys show the incredible popularity of Turkish TV series among TV viewers in the Western Balkans. In North Macedonia, they came second in popularity after the release of news, and in Montenegro they replaced Latin American series. Such series include "The Sultan of My Heart", "Magnificent Age", "The Last Emperor", "Once Upon a Time in the Ottoman Empire" and others. Many series are financed from the state budget of Turkey, which shows how important they are for promoting Ankara's interests outside the country and the ruling elite understands this [13]. Turkish talk shows, such as "Leaf Fall" or "The Bride from Istanbul", provided free of charge to TV channels in the countries of the Western Balkans and melodramas create an image of a developed Turkey, where there is no domestic violence, where the traditional way of family life and religion are honored [2].

In building bilateral and multilateral relations with the states of the Western Balkans, Turkey relies on promoting its own economic interests, realizing that this is the key to creating long-term ties with the Balkans. Therefore, for Ankara, pragmatism, and not loyalty to Islamic identity, becomes the dominant principle that determines its Balkan policy. Even in the restoration and construction of mosques in the region, Turkey focuses on the restoration of the historical and cultural heritage of the region, which will allow the Balkan states to successfully develop tourism and thereby improve their own economic situation.

Ankara is not only building bilateral ties with the states of the Western Balkans. She supports various integration processes within the region, believing that they can improve relations

between the Balkan states and bring additional benefits for Turkey itself. In June 2021, Serbia, North Macedonia and Albania establish an alliance of three states "Open Balkans", which is heading towards the creation of a single economic space. In June 2022, Turkish Foreign Minister M. Cavusoglu took part in the Open Balkans summit held in Belgrade.

The Muslim community is one of the tools for promoting Turkey's interests in the region [19, p. 122-123]. This fact is also of internal political significance for Turkey, since on its territory, in particular, there is a large Albanian community that supports the development of Turkey's equal relations with Albania, Kosovo, North Macedonia and Bosnia-Herzegovina. According to Turkish official structures, from 16 million to 20 million inhabitants of Turkey have Balkan roots [18]. This circumstance reinforces Ankara's sense of its "historical responsibility" for the fate of the Balkan Peninsula.

Turkey's policy finds understanding, first of all, among the Muslim part of the population of the Western Balkans, and R. Erdogan's personality is very popular among Muslims. Muslims make up over 90% of the population of Kosovo, over 65% of the population of Albania, about 53% of the population of Bosnia-Herzegovina, about 33% of the population of North Macedonia, about 18% of the population of Montenegro, over 3% of the population of Serbia and 1.5% of Croatia. In total, more than 7.6 million people live in the Western Balkans. [21, p. 158]. Despite all the deportations and other historical conflicts, the Turkish community has survived in the Western Balkans. According to various estimates, it numbers from 35 thousand people. up to 100 thousand people The Turkish Foreign Ministry notes the presence of the Turkish community in Macedonia (about 80 thousand people) and Kosovo (about 18 thousand people) [26].

They see Turkey as a defender of their interests both inside the Western Balkans and beyond. R. Erdogan supports these sentiments, constantly emphasizing in his speeches the intention to protect the interests of Muslims in the region [9, p. 63]. Turkey is a model for Kosovo, Albania and Bosnia-Herzegovina in the field of political structure and economic development model, where moderate Islamization is combined with a secular development model. However, there are also some difficulties here. After the failure of the coup in 2016, the governments of the countries of the Western Balkans refused to close the structures associated with F. Güllen. In 2020, there were 8 educational institutions controlled by the F. Güllen Foundation in Kosovo, 6 in Albania, 5 in North Macedonia, and 4 in Bosnia-Herzegovina [9, p. 69].

About the degree of intensity of Turkey's relations with the states of the Western Balkans are the constant contacts of senior officials of the participants in the political dialogue. President R. Erdogan regularly travels to the Balkans, and the heads of the Balkan states to Turkey. R. Erdogan made the largest number of visits to Bosnia-Herzegovina, where he has been visiting annually since 2018. The President of Turkey has been visiting several Balkan states at once. For example, in September 2022 he visits Bosnia-Herzegovina (secondary), Serbia and Croatia. Contacts are maintained at the level of individual ministries and departments, heads of parliaments. Thus, on December 20-22, 2022, the Chairman of the Turkish Grand National Assembly M. Sentop visits North Macedonia, Montenegro and Serbia, etc.

A striking example of the effectiveness of Turkish policy in the Western Balkans is the relationship between Ankara and Belgrade. They evolved rather complicated, being weighed down by the historical past. In 1999, during the NATO operation in Kosovo, all relations between the countries are frozen. Since 2005, a thaw has begun in Serbo-Turkish relations. Turkey's recognition of Kosovo's independence in February 2008 again worsened Ankara's ties with Belgrade. It should be noted that there was no complete unanimity of opinion among the ruling elite of Turkey on this issue. Ankara understands the importance of developing relations with Belgrade in order to expand its influence in the Balkans. Therefore, even during periods of significant cooling of Serbo-Turkish relations, Ankara has always emphasized the need to normalize contacts with Belgrade [24]. Serbia has significant economic potential and has a favorable geographical position, opening a convenient way for Turkey to Europe.

On October 26, 2009, Turkish President A. Gul visited Belgrade for the first time since 1986, opening up new prospects for the development of relations between the countries. In 2009,

the parties are establishing active economic cooperation, in particular, Turkey is an investor in the construction of two international strategically important highways Belgrade-Bar and Belgrade-Sarajevo, as well as the national highways Novi Pazar-Tutin and Kuzmin-Rach. In October 2013, R. Erdogan's speech in Prizren (Kosovo) caused a diplomatic scandal, after his words that "Kosovo is Turkey, and Turkey is Kosovo." The Serbian public was outraged by these statements of the Turkish Prime Minister. However, neither Ankara nor Belgrade were interested in breaking off relations. Serbia was one of the first to condemn the coup attempt in Turkey in 2016, which had a positive impact on its further relations with Ankara. In October 2017, R. Erdogan makes his first visit as president to Serbia, confirming his intention to develop comprehensive ties between Ankara and Belgrade.

In October 2018, R. Erdogan again visited Serbia, he was accompanied by 8 ministers and about 200 entrepreneurs. The parties agreed to increase mutual trade and implement a number of joint projects. The development of the Turkish Stream gas pipeline in Serbia is a topic for a separate discussion. In September 2021, Serbian President A. Vučić highly appreciated the relations between Serbia and Turkey, calling it, like Russia, a friendly country. However, according to the Serbian President, the stumbling block for the strategic partnership of the parties is their attitude towards Kosovo. If Turkey strives to create favorable conditions for the international recognition of Kosovo, Serbia, on the contrary, is making efforts to slow down this process [1]. In 2022, another conflict topic arose in relations between Ankara and Belgrade, it is about Turkey's intention to transfer a large consignment of weapons to Kosovo, including the famous Bayraktar drones.

In recent years, Turkish companies have shown great interest in cooperation with Serbia. As a result, in 2021, 50 Turkish companies had contracts worth \$847 million in the country. In total, about 700 Turkish companies operated in Serbia in 2021. In 2010, the trade turnover between the countries reached 306 million dollars. In 2021, the volume of Turkey's foreign trade with Serbia exceeded 1 billion 730 million euros. The volume of Turkish investments in Serbia reached 300 million euros [10]. Great hopes are placed on the development of tourism. Citizens of Serbia willingly visit the resorts of Turkey. In 2022, according to preliminary estimates, about 300 thousand Serbian tourists will have a rest in Turkey.

Ankara is showing great interest in the Muslim community in Serbia. During visits in 2017 and 2018 R. Erdogan visited the city of Novi Pazar, where a significant part of the Muslims of Serbia lives. The city council declared him an honorary citizen of the city. When a military coup is attempted in Turkey in 2016, local residents staged a massive demonstration in support of it. After that, Turkey invests heavily in the modernization of the urban economy of Novi Pazar, the development of education and culture of Muslims. Ankara fully coordinates these actions with Belgrade. In September 2022, during the visit of R. Erdogan to Serbia, a decision was made on the possibility for their citizens to visit the partner country according to internal documents, which was a good signal for the further development of Serbian-Turkish relations [10].

Turkey's interest in Bosnia-Herzegovina is connected with the complex process of formation of the national identity of the Bosnian Muslims, which is largely based not on the ethnic, but on the religious factor. Ankara sees Bosnian Muslims as one of the most important factors contributing to the advancement of its interests in the Western Balkans. Moderate Islamization is noted in the country, affecting, first of all, that part of the country that is controlled by Bosnian Muslims and partly by Croats. Various Turkish NGOs and jamaats provide multilateral assistance to the Muslims of Bosnia-Herzegovina, including in the construction of mosques and Islamic centers. Türkiye is interested in developing the identity of Muslim Bosnians and moderate Islamization of the country. In this regard, it is an example for Bosnia-Herzegovina. During the civil war in Bosnia-Herzegovina and in the first post-war years, much was said about the possibility of an increase in the popularity of the Salafi ideology or Shiism in the country. This option does not suit Turkey, since both currents are on anti-Turkish positions [22]. Turkey's religious policy in Bosnia-Herzegovina and in the Balkans in general is welcomed by the EU and the US. It is seen as an important barrier to the spread of Salafism in the Western Balkans, promoted by the Arab monarchies of the Persian Gulf and Shiism - by Iran.

Türkiye seeks to develop joint educational projects. In this regard, she shows great interest in Sarajevo University and the private Burch International University, founded in 2008 in Ilidzh [20]. Throughout the country (with the exception of the Republika Srpska), Turkish colleges are actively opening. In 2009, in Sarajevo, the first in the Balkans, the Institute named after Yusuf Emre. For the first 10 years of the institute's activity, more than 5 thousand people were trained in the Turkish language, which is introduced as one of the foreign languages in the educational program of the country's secondary schools. TIKA carries out the restoration of the monuments of the country's historical and cultural heritage that suffered during the civil war, including the Aladja mosques (included in the UNESCO World Heritage List) in Foca (it was completely destroyed in 1992), the Aranudiya mosque (destroyed in 1993) in Banya Luka and others.

Turkey consistently stands for the territorial integrity of Bosnia-Herzegovina, criticizing the actions of the Republika Srpska and its leader M. Dodik, which can upset the fragile balance of interests between the conflicting parties. At the same time, Turkish officials, including President R. Erdogan, regularly meet with M. Dodik, who supports the development of cooperation between Bosnia and Herzegovina and Turkey [16].

By 2013, Turkey's economic success in Bosnia-Herzegovina remained very modest. There was only one Turkish bank operating in the country, Bosna Ziraat Bankas I". The volume of investments also remained at a low level. While many European states guaranteed the rights of their investors in Bosnia-Herzegovina, Turkey did not resort to such practice. As a result, Bosnia-Herzegovina received most of Turkey's financial injections in the form of aid. This situation did not suit Ankara, so it stimulates economic cooperation with Bosnia-Herzegovina. In 2021, Bosna Ziraat Bankası already had 30 branches and branches in the country. Turkish companies *Hayat Holding Company, which owns a pulp and paper mill, and Şişecam Chemicals, which has become the flagship of the country's chemical industry, are becoming its largest exporters.* In 2021, Turkish investments reached 265 million euros, and the volume of trade was 876 million dollars [11]. Türkiye supported the country's accession to the Turkish Stream. An important step for Turkey to strengthen cooperation with Bosnia-Herzegovina, as well as with Serbia, is the agreement on border crossing by citizens on internal passports, reached in September 2022 during the visit of Recep Tayyip Erdogan to Sarajevo.

Ankara is counting on strengthening ties between the leading states of the Balkan Peninsula under its auspices. In 2009, the Turkey-Croatia-Bosnia-Herzegovina and Turkey-Serbia-Bosnia-Herzegovina alliances are being created. One of the objectives of this interaction is to improve the situation in Bosnia-Herzegovina and reduce tension in its relations with its closest neighbors. In addition, large ethnic groups living in Bosnia-Herzegovina stand behind Croatia and Serbia [22].

Turkey's contacts with Croatia have been developing quite dynamically in recent years. After the abolition of the double taxation system, the trade turnover between them increased from 30 million euros in 2001 to 250 million euros in 2010 [18]. Croatia's accession to the EU only opened up new prospects for relations between the parties. They were given particular momentum by R. Erdogan's visit to Zagreb in January 2018, where the parties agreed to develop cooperation in various fields, primarily in the field of tourism, banking, and renewable energy sources. As part of these agreements, Turkish companies built the first geothermal power plant in Croatia. They are also building a railway line between Koprivnica and Krizhevtsi. Companies from Turkey are building shopping centers, participating in the modernization of the country's urban economy, including the reconstruction of the building of the Croatian Foreign Ministry. In 2021, Turkish investments in the Croatian economy reached 200 million euros, and the volume of trade was almost 900 million dollars [17]. However, Ankara and Zagreb constantly emphasize that they have not fully exploited the potential for further expansion of economic cooperation.

The countries are developing ties in the humanitarian sphere. In Sisak, Türkiye is building an Islamic cultural center named after R. Erdogan. More than 4,000 Muslims live in Sisak and the surrounding area, who at one time fled the civil war in Bosnia-Herzegovina [15]. The Institute is opened in Zagreb. Yunus Emre, who provides everyone who wants to learn Turkish.

Demonstrating unanimity on many issues on the international agenda, Croatia and Turkey at the same time have certain disagreements, including in assessing the development of the situation in the Western Balkans. In September 2022, R. Erdogan paid a visit to Zagreb, where he met with Croatian President Z. Milanovic. They discussed a possible option for electoral reform in Bosnia-Herzegovina. The Turkish President believes that the main communities living in the country should themselves come to a compromise on this issue. While his Croatian colleague spoke in favor of the development of the reform by the international community and its implementation in practice, regardless of the consent of the leaders of the communities, in this case, the Bosnian Serbs were meant [15].

The development of Turkey's relations with Albania are in the nature of a strategic partnership. Albanian leaders will regularly meet with senior Turkish officials. In January 2022, R. Erdogan visited the country. Albanian Prime Minister E. Rama constantly visits Turkey.

The parties annually increase economic cooperation. In 2018, Turkish Airlines helped Albania establish its own airline. Turkish investors have built the new Avlonya International Airport. In 2021, about 800 Turkish companies operated in the country, investing almost \$3.5 billion in its economy, and the volume of mutual trade reached \$850 million [6]. Turkey and Albania are developing cooperation in the field of agriculture, education, culture and in the social sphere. In Albania, the Institute Yunus Emre is active in Tirana and Shkodra.

Türkiye is also developing comprehensive cooperation with Montenegro. In August 2021, R. Erdogan visited Montenegro for the first time, where he expressed support for the country's intention to join the EU. In December 2022, during the visit of President M. Djukanovic to Istanbul, both leaders summed up their preliminary results, emphasizing the need to further expand contacts between the two countries. Turkish businessmen master the country's market. In 2021, 3,800 companies invested \$67 million in the country, and mutual trade reached \$250 million [14].

The countries are developing cooperation in the humanitarian sphere. TIKA in Montenegro is implementing 400 projects worth 20 million euros. In Montenegro, there is the Institute. Yunus Emre (Podgorica). As a result, more than 2 thousand had the opportunity to learn Turkish. About 500 Montenegrin students received scholarships to study at universities in Turkey [14]. Moreover, scholarships include payment for travel and accommodation in student dormitories.

North Macedonia has established friendly relations with Turkey. In 2008, the parties entered into a strategic partnership agreement. Ankara facilitated the entry of North Macedonia into NATO in 2020. In August 2022, the parties celebrated the 30th anniversary of the establishment of diplomatic relations. Ankara supports Skopje's intentions to join the EU, taking the side of North Macedonia in its conflict with Greece over the name of the country [5]. Turkey is alarmed by the activities of F. Güllen's supporters among the large Turkish community of North Macedonia, as M. Šentop stated on December 22, 2022 during his visit to Skopje. Turkey's economic ties with North Macedonia are developing dynamically. In 2021, 1,350 foreign companies operated in the country, of which 25% were Turkish companies. They are implementing various projects from the modernization of Skopje International Airport to helping the country modernize the agricultural sector. In 2021, the volume of mutual trade amounted to 780 million euros.

Ankara and Skopje pay considerable attention to cooperation in the humanitarian sphere. In Skopje, there is the Institute. Yunus Emre. Türkiye is helping Macedonian Muslims build mosques and open Islamic centers. At the same time, the North Macedonia Information Center begins its work in Istanbul. Cooperation between countries in the field of education and culture can be considered fruitful. In Turkey, the restoration of the house of M. Kemal's parents at the initiative of the government of North Macedonia caused a great resonance.

Turkey was one of the first to recognize the independence of Kosovo on February 18, 2008.<sup>1</sup> It immediately sets a course for the development of comprehensive relations with Kosovo. Ankara constantly declares the inviolability of the territorial integrity of Kosovo and supports its aspirations to join NATO and the EU. In particular, this position was once again voiced in September 2022 by

---

<sup>1</sup>Russia, along with other states, did not recognize the independence of Kosovo.

M. Cavusoglu during his visit to Pristina [12]. At the same time, Türkiye is counting on further dialogue between Serbia and Kosovo, offering its mediation services. Türkiye is becoming one of the largest investors in the country. With her participation, the airport in Prishite is being modernized, bridges, highways and other facilities are being built. Cooperation between the two countries in the humanitarian sphere is developing.

Thus, Turkey at the beginning of the XXI century. intensified relations with the states of the Balkan Peninsula. It is interested in maintaining stability in the region, since the Balkans open the shortest route to Europe for Ankara. The significance of this fact especially increases after the increase in energy supplies through the country from the South Caucasus, Russia and the Middle East to Europe. Therefore, Türkiye supports the efforts of the states of the region to join NATO and the EU. After 2016, Turkey seeks to pursue a more independent policy in the Western Balkans from Western countries. In achieving its goals, Ankara quite effectively used a set of factors that ensure the strength of its positions in the Western Balkans (economic, military-technical, political cooperation, soft power policy, contacts with the Muslims of the region). At present, Turkey, along with the EU, the US and China, is the leading external player that determines the development of the Western Balkans at the beginning of the 21st century.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вучич оценил отношения между Сербией и Турцией/РИА-новости. 14.11.2021. URL: <https://ria.ru/20211114/vuchich-1759002445.html> (дата обращения: 10.01.2023).
2. Как турецкие сериалы формируют восприятие на Балканах/МК-Турция. 20.06.2019 URL: <https://mk-turkey.ru/culture/2019/06/20/mo-tureckie-dramy-formiruyut-vospriyatie-na.html> (дата обращения: 10.01.2023).
3. Крючкова Н. Д. Киноиндустрия Турции как инструмент политики мягкой силы на Ближнем Востоке // Публичная дипломатия: формирование эффективных моделей системного сотрудничества в Кавказском регионе. Материалы международной конференции. Ставрополь, 2020. С. 151-157.
4. Мамедов И. М. Балканы на перекрестке интересов Европейского союза и Турции // Современная Европа. 2022. №1. С. 61-72.
5. Министерство иностранных дел Турецкой республики (26.08.2022) URL: [https://www.mfa.gov.tr/no\\_-265\\_-turkiye-cumhuriyeti-ile-kuzey-makedonya-cumhuriyeti-arasinda-diplomatik-iliskilerin-tesisinin-30-yildonumu-hakkinda-ortak-aciklama.ru.mfa](https://www.mfa.gov.tr/no_-265_-turkiye-cumhuriyeti-ile-kuzey-makedonya-cumhuriyeti-arasinda-diplomatik-iliskilerin-tesisinin-30-yildonumu-hakkinda-ortak-aciklama.ru.mfa) (дата обращения: 10.01.2023).
6. Объем турецких инвестиций в Албанию превысил 3,5 млрд. долларов/ Агентство Анадолю. 1.09.2021. URL: <https://www.aa.com.tr/ru/мир/объем-турецких-инвестиций-в-албанию-превысил-3-5-млрд/2352721> (дата обращения: 10.01.2023).
7. Сюсюоглу О. Столетняя годовщина геноцида турецкого народа на Балканах. URL: <https://inosmi.ru/20121015/200928719.html> (дата обращения: 12.01.2023).
8. Плеханов И. Военные новости: Турция возвращается на Балканы и это не нравится Западу/Inosmi. 18.05.2018. URL: <https://inosmi.ru/20180519/242260312.html> (дата обращения: 12.01.2023)
9. Свистунова И. А. Балканская политика Турции: роль этно-конфессиональных меньшинств // Современная Европа. 2020. № 4. С.61-71.
10. Турция нацелена на расширение экономического сотрудничества с Сербией – Чавушоглу / Агентство Анадолю. 16.06.2022. URL: <https://www.aa.com.tr/ru/политика/турция-нацелена-на-расширение-экономического-сотрудничества-с-сербией-чавушоглу/2615449> (дата обращения: 12.01.2023).
11. Турция упрощает визовый режим с Боснией и Герцеговиной/Агентство Анадолю. 6.09.2022. URL: <https://www.aa.com.tr/ru/политика/турция-упрощает-визовый-режим-с-боснией-и-герцеговиной/2678141> (дата обращения: 12.01.2023).

12. Чавушоглу: Турция поддерживает евроатлантический курс Косово/Агентство Анадолу. 19.06.2022. URL: <https://www.aa.com.tr/ru/политика/чавушоглу-турция-поддерживает-евроатлантический-курс-косово/2617338> (дата обращения: 12.01.2023).
13. Чулковская Е. Великолепный век турецкого телевидения: как Турция стала мировым экспортером сериалов/Форбс-Россия. 5.06.2016. URL: <https://www.forbes.ru/forbeslife/345519-velikolepnyy-vek-tureckogo-televideniya-kak-turciya-stala-mirovym-eksporterom> (дата обращения: 14.01.2023).
14. Эрдоган: Турция выступает за полноправное за полноправное членство Черногории в ЕС / Агентство Анадолу. 30.12.2022. URL: <https://www.aa.com.tr/ru/политика/эрдоган-турция-выступает-за-полноправное-членство-черногории-в-ес/2776392> (дата обращения: 14.01.2023).
15. Эрдоган на Балканах: президент Турции и глава Хорватии разошлись в оценках/eadaily. 8.09.2022. URL: <https://eadaily.com/ru/news/2022/09/08/erdogan-na-balkanah-prezident-turcii-i-glava-horvatii-razoshlis-v-ocenках> (дата обращения 14.01.2023).
16. Эрдоган поддержал включение Боснии и Герцеговины в «Турецкий поток» / Daily Sabah на русском. 2.05.2019. URL: <https://www.dailysabah.com/russian/politics/2019/05/02/эрдоган-поддержал-включение-боснии-и-герцеговины-в-турецкий-поток> (дата обращения: 14.01.2023).
17. Эрдоган: Турция готова довести товарооборот с Хорватией до 5 млрд. долларов/Агентство Анадолу. 8.09.2022. URL: <https://www.aa.com.tr/ru/экономика/эрдоган-турция-готова-довести-товарооборот-с-хорватией-до-5-млрд-/2680316> (дата обращения: 14.01.2023).
18. Язькова А. Ф. Краткий обзор статьи д-ра Адриано Ремиди, опубликованной в книге: «I Balcani e l'Europa Centrale: I rapporti con il vicino ed estremo orienti» (Bologna 2012) // Вестник Европы. 3.10.2012. URL: <http://www.vestnik-evropy.ru/issues/the-turkish-invasion-in-the-western-balkans-the-prospect-of-euro-atlantic-reconciliation.html> (дата обращения: 14.01.2023).
19. Davutoğlu A. Stratejik derinlik. Türkiye'nin uluslararası konumu, İstanbul: Küre Yayınları, 2010. 584 p.
20. Mežunarodni universitet Burch. URL: [https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.220a2a11-63c93cfb-157e2c0a-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/International\\_Burch\\_University](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.220a2a11-63c93cfb-157e2c0a-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/International_Burch_University) (дата обращения: 14.01.2023).
21. Öktem K. Between emigration, de-Islamization and the nation-state: Muslim communities in the Balkans today // Southeast European and Black Sea Studies. 2011. Vol. 11. №. 2. P.155–171.
22. Özkan M. Balkanlardaki politikamızı duygusallıktan kurtarmalıyız // Yeni Safak. 19.02.2013.
23. Şener B. The Main Structural Factors that Make the Balkans Important for Turkish Foreign Policy // Codrul Cosminului. 2019. No. 2. P. 369-388.
24. Tanasković D. Srbijo, misli o ovome! Erdogan merka rumeliju, zbog nje smo ratovali sa Bugarima! Balkan je u neoosmanističkoj viziji! / Informer. 1.11.2020 // <https://informer.rs/vesti/politika/560356/srbijo-misli-ovome-erdogan-merka-rumeliju-zbog-nje-smo-ratovali-bugarima-balkan-neoosmanistickoj-viziji>
25. Ülger I.K. Ab'nin yeni genişleme hedefi Bati Balkaniae/ Anadolu Ajansı. 2.04.2020. URL: <https://www.aa.com.tr/tr/analiz/ab-nin-yeni-genisleme-hedefi-bati-balkanlar/1789272> (дата обращения: 14.01.2023).
26. Yurtdışındaki Türk Kültür Varlığı/ The official site of Turkish Ministry of Foreign Affairs. URL: <http://www.mfa.gov.tr/yurtdisindaki-turk-kultur-varligi.tr.mfa> (дата обращения: 14.01.2023).

## REFERENCES

1. Vuchich otsenil otnosheniya mezhdru Serbiey i Turtsiey/RIA-novosti. 14.11.2021. URL: <https://ria.ru/20211114/vuchich-1759002445.html> (Accessed: 10.01.2023).
2. Kak turetskie serialy formiruyut vospriyatie na Balkanakh/MK-Turtsiya. 20.06.2019. URL: <https://mk-turkey.ru/culture/2019/06/20/mo-tureckie-dramy-formiruyut-vospriyatie-na.html> (Accessed: 10.01.2023).
3. Kryuchkova N. D. Kinoindustriya Turtsii kak instrument politiki myagkoy sily na Blizhnem Vostoke / Publichnaya diplomatiya: formirovanie effektivnykh modeley sistemnogo sotrudnichestva v Kavkazskom regione. Materialy mezhdunarodnoy konferentsii. Stavropol', 2020. P. 151-157.
4. Mamedov I. M. Balkany na perekrestke interesov Evropeyskogo soyuza i Turtsii // Sovremennaya Evropa. 2022. No. 1. P. 61-72.
5. Ministerstvo inostrannykh del Turetskoy respubliki (26.08.2022). URL: [https://www.mfa.gov.tr/no\\_-265\\_-turkiye-cumhuriyeti-ile-kuzey-makedonya-cumhuriyeti-arasinda-diplomatik-iliskilerin-tesisinin-30-yildonumu-hakkinda-ortak-aciklama.ru.mfa](https://www.mfa.gov.tr/no_-265_-turkiye-cumhuriyeti-ile-kuzey-makedonya-cumhuriyeti-arasinda-diplomatik-iliskilerin-tesisinin-30-yildonumu-hakkinda-ortak-aciklama.ru.mfa) (Accessed: 10.01.2023).
6. Ob"em turetskikh investitsiy v Albaniyu prevysil 3,5 mlrd. dollarov/ Agentstvo Anadolu. 1.09.2021. URL: [https://www.aa.com.tr/ru/mir/ob"em-turetskikh-investitsiy-v-albaniyu-prevysil-3-5-mlrd/2352721](https://www.aa.com.tr/ru/mir/ob) (Accessed: 10.01.2023)
7. Syuslyuoglu O. Stoletnyaya godovshchina genotsida turetskogo naroda na Balkanakh. URL: <https://inosmi.ru/20121015/200928719.html> (Accessed: 12.01.2023).
8. Plekhanov I. Voennye novosti: Turtsiya vozvrashchaetsya na Balkany i eto ne nraivitsya Zapadu / Inosmi. 18.05.2018. URL: <https://inosmi.ru/20180519/242260312.html> (Accessed: 12.01.2023).
9. Svistunova I. A. Balkanskaya politika Turtsii: rol' eno-konfessional'nykh men'shinstv // Sovremennaya Evropa. 2020. No. 4. P. 61-71.
10. Turtsiya natselena na rasshirenie ekonomicheskogo sotrudnichestva s Serbiey – Chavushoglu / Agentstvo Anadolu. 16.06.2022. URL: <https://www.aa.com.tr/ru/politika/turtsiya-natselena-na-rasshirenie-ekonomicheskogo-sotrudnichestva-s-serbiey-chavushoglu/2615449> (Accessed: 12.01.2023).
11. Turtsiya ukroshchaet vizovyy rezhim s Bosniey i Gertsegovinoy/Agentstvo Anadolu. 6.09.2022. URL: <https://www.aa.com.tr/ru/politika/turtsiya-uproshchaet-vizovyy-rezhim-s-bosniey-i-gertsegovinoy/2678141> (Accessed: 12.01.2023).
12. Chavushoglu: Turtsiya podderzhivaet evroatlanticheskij kurs Kosovo/Agentstvo Anadolu. 19.06.2022. URL: <https://www.aa.com.tr/ru/politika/chavushoglu-turtsiya-podderzhivaet-evroatlanticheskij-kurs-kosovo/2617338> (Accessed: 12.01.2023).
13. Chulkovskaya E. Velikolepnyy vek turetskogo televideniya: kak Turtsiya stala mirovym eksporterom serialov/Forbs-Rossiya. 5.06.2016. URL: <https://www.forbes.ru/forbeslife/345519-velikolepnyy-vek-tureckogo-televideniya-kak-turciya-stala-mirovym-eksporterom> (Accessed: 14.01.2023)
14. Erdogan: Turtsiya vystupaet za polnopravnoe za polnopravnoe chlenstvo Chernogorii v ES / Agentstvo Anadolu. 30.12.2022. URL: <https://www.aa.com.tr/ru/politika/erdogan-turtsiya-vystupaet-za-polnopravnoe-chlenstvo-chernogorii-v-es/2776392> (Accessed: 14.01.2023).
15. Erdogan na Balkanakh: prezident Turtsii i glava Khorvatii razoshlis' v otsenkakh/eadaily. 8.09.2022. URL: <https://eadaily.com/ru/news/2022/09/08/erdogan-na-balkanah-prezident-turcii-i-glava-horvatii-razoshlis-v-ocenkah> (Accessed: 14.01.2023).
16. Erdogan podderzhal vklyuchenie Bosnii i Gertsegoviny v «Turetskiy potok» / Daily Sabah na russkom. 2.05.2019. URL: <https://www.dailysabah.com/russian/politics/2019/05/02/erdogan-podderzhal-vklyuchenie-bosnii-i-gertsegoviny-v-turetskiy-potok> (Accessed: 14.01.2023).

17. Erdogan: Turtsiya gotova dovesti tovarooborot s Khorvatiey do 5 mlrd. Dollarov / Agentstvo Anadolu. 8.09.2022. URL: <https://www.aa.com.tr/ru/ekonomika/erdogan-turtsiya-gotova-dovesti-tovarooborot-s-khorvatiey-do-5-mlrd-/2680316> (Accessed: 14.01.2023).
18. Yaz'kova A.F. Kratkiy obzor stat'i d-ra Adriano Remidi, opublikovannoy v knige: «I Balcani e l'Europa Centrale: I rapporti con il vicino ed estremo orienti» (Bologna 2012) // Vestnik Evropy. 3.10.2012. URL: <http://www.vestnik-evropy.ru/issues/the-turkish-invasion-in-the-western-balkans-the-prospect-of-euro-atlantic-reconciliation.html> (Accessed: 14.01.2023).
19. Davutoğlu A. Stratejik derinlik. Türkiye'nin uluslararası konumu, İstanbul: Küre Yayınları, 2010. 584 p.
20. Mežunarodni universitet Burch. URL: [https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.220a2a11-63c93cfb-157e2c0a-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/International\\_Burch\\_University](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.220a2a11-63c93cfb-157e2c0a-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/International_Burch_University) (Accessed: 14.01.2023).
21. Öktem K. Between emigration, de-Islamization and the nation-state: Muslim communities in the Balkans today// Southeast European and Black Sea Studies. 2011. Vol. 11. No. 2. P. 155–171.
22. Özkan M. Balkanlardaki politikamızı duygusallıktan kurtarmalıyız // Yeni Safak. 19.02.2013.
23. Şener B. The Main Structural Factors that Make the Balkans Important for Turkish Foreign Policy // Codrul Cosminului. 2019. No. 2. P. 369-388.
24. Tanasković D. Srbijo, misli o ovome! Erdogan merka rumeliju, zbog nje smo ratovali sa Bugarima! Balkan je u neosmanističkoj viziji! / Informer. 1.11.2020. URL: <https://informer.rs/vesti/politika/560356/srbijo-misli-ovome-erdogan-merka-rumeliju-zbog-nje-smo-ratovali-bugarima-balkan-neosmanistickoj-viziji> (Accessed: 14.01.2023).
25. Ülger I.K. Ab'nin yeni genişleme hedefi Bati Balkaniae/ Anadolu Ajansı. 2.04.2020. URL: <https://www.aa.com.tr/tr/analiz/ab-nin-yeni-genisleme-hedefi-bati-balkanlar/1789272> (Accessed: 14.01.2023).
26. Yurtdışındaki Türk Kültür Varlığı/ The official site of Turkish Ministry of Foreign Affairs. URL: <http://www.mfa.gov.tr/yurtdisindaki-turk-kultur-varligi.tr.mfa> (Accessed: 14.01.2023)

#### ОБ АВТОРЕ / ABOUT THE AUTHOR

**Крючков Игорь Владимирович**, доктор исторических наук, профессор, заведующий кафедрой зарубежной истории, политологии и международных отношений Северо-Кавказского федерального университета, [igory5@yandex.ru](mailto:igory5@yandex.ru)

**Kryuchkov Igor Vladimirovich**, Doctor of Historical Sciences, Professor, The head of Chair of Foreign History, Political Sciences and International Relationships of North-Caucasus Federal University, [igory5@yandex.ru](mailto:igory5@yandex.ru)

Дата поступления в редакцию: 07.04.2023

После рецензирования: 22.04.2023

Дата принятия к публикации: 03.06.2023

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 192-202  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):192-202

ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
POLITICAL SCIENCE

Научная статья / Original article

УДК 323

DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.21

**Марина Владимировна Лимарева**  
[Marina V. Limareva]

**Особенности современной регионализации  
системы местного самоуправления (на  
примере национальных республик  
Северного Кавказа)**

**Features of the modern regionalization of the  
local self-government system (using the  
example of the northern Caucasus national  
Republics)**

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

**Аннотация.** В демократических политических системах всегда на первом месте стоял вопрос о качестве и эффективности системы местного самоуправления. При этом развитость демократических институтов предполагала взаимовыгодный диалог власти с гражданским обществом. В странах с транзитной системой демократии, где политические институты и гражданское общество находятся в состоянии формирования, такие диалоговые формы отношения всегда вызвали многочисленные нарекания, вследствие постоянных и многочисленных системных сбоев. Регион Северного Кавказа имеет целый ряд специфических особенностей, носящие как трансформационный (модернистский) характер, так и связанный с существующими здесь историческими этнополитическими традициями. Специфика во многом детерминируется существующими традициями, основанными на опыте самобытного догосударственной этнодемократии, подогнанной под конкретные властные отношения. При этом существующие здесь системы местного самоуправления, весьма органически сочетаются с этнократическими традициями. Именно анализу этих особенностей и будет посвящена настоящая работа.

**Ключевые слова:** регионализация; местное самоуправление; политические элиты; кадровая политика; традиции; вызовы и угрозы; кризис

**Для цитирования:** Лимарева М.В. Особенности современной регионализации системы местного самоуправления (на примере национальных республик Северного Кавказа) // Современная наука и инновации. 2023. №2 (42). С. 192-202. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.21>

**Abstracts.** In democratic political systems, the question of the quality and effectiveness of the local self-government system has always come first. At the same time, the development of democratic institutions suggested a mutually beneficial dialogue between the authorities and civil society. In countries with a transit system of democracy, where political institutions and civil society are in a state of formation, such dialog forms of relations have always caused numerous complaints due to constant and numerous systemic failures. The North Caucasus region has a number of specific features that are both transformational (modernist) in nature and connected with the historical ethno-political traditions existing here. Specificity is largely determined by existing traditions based on the experience of an original pre-state ethnodemocracy, caught up with specific power relations. At the same time, the local government systems existing here are very organically combined with ethnocratic traditions. Up to the analysis of these features this paper would be devoted.

**Key words:** regionalization, local self-government system, political elites, personnel policy, traditions, challenges and threats, crisis

**For citation:** Limareva M. V. Features of the Modern Regionalization of the Local Government System (on the example of the National Republics of the North Caucasus) // *Modern Science and Innovations*. 2023;2(42):192-202. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.21>

Как показывает исторический политический опыт, эффективность власти во многом зависит от того, как центральные структуры находят взаимопонимание с местными органами власти. Насколько успешно они решают совместные задачи, насколько глубоко устанавливается у них взаимопонимание и взаимодоверие, настолько эффективней они оцениваются общественным мнением и имеют общественную поддержку. [См.: 26-27]

В данном исследовании мы больше остановимся не на самом механизме формирования и функционирования системы местного самоуправления, а на тех факторах, которые оказывают прямое (непосредственное) влияние на него. Исследования этого политологического контекста, позволяет нам более адекватно понять и сам механизм его работы.

Данная тема напрямую связана с проблемой межнациональных отношений и национальной идентичностью. Именно формирование и развитие последней во многом предопределяет особенности и характер местного самоуправления. Зарубежные авторы часто рассматривают особенности межнациональных отношений в контексте политики ведущих мировых держав и процессов глобализации (Э. Саида, С. Хантингтона, М. Хардта и А. Негри). Так, С. Хантингтон утверждал, что имеется глобальный кризис форм национальной идентичности, переживаемый в практике функционирования практически всеми государствами. Отечественные исследователи, чаще приходят к выводу о том, что в сфере национальных отношений важнейшим фактором является конструктивный диалог, диалог цивилизаций, что является «факторной значимости этнической комплементарности для укрепления российской государственности». [13, с. 385]

Следует учитывать и сбрасывать со счетов и религиозный фактор. Многоконфессиональность является одним из самых древнейших признаков этого региона. И речь здесь идет не только об христианстве и исламе, но и о различных внутриконфессиональных течениях. [17, с. 383-387] Традиционные сообщества всегда сильны не только своими патриархальными (семейно-родовыми), но и религиозными отношениями. Роль религиозных представителей здесь всегда была высокой, даже в официально атеистические годы Советской власти. И не удивительно, что именно представители духовенства часто принимают участие в национально-общественных движениях и федеральные власти именно через них часто доводят для их сообществ свои основные идеи и стратегические цели.

И еще один немаловажный фактор, который оказывает существенное влияние на формирование и развитие местного самоуправления – это фактор развития федеративных отношений в России в целом. В Послании Президента Российской Федерации Федеральному Собранию Д.А. Медведева 5 ноября 2008 г. говорится что, «еще один фактор, способный серьезно упрочить нашу Федерацию - это поддержка национальных традиций и культур народов России. Считаю это не только условием укрепления федеративных основ, но и условием согласия в нашем обществе, единства российской нации - как залога стабильного, цивилизованного развития всей страны». [22]

В анализе данного вопроса исследователи часто констатируют, что «Система органов государственной власти и местное самоуправление, сформировавшиеся в постсоветский период, являются, с одной стороны, продолжением тенденций, заложенных в развитие города и государства в предыдущие эпохи, но, с другой стороны, содержит в себе принципиально новые моменты политического строительства». [10] Именно эти особенности (нюансы) чаще всего и вызывают бурные научные разногласия в оценках и политические споры в практической реализации.

Политический ландшафт Юга России имеет ряд специфических особенностей. «В пределах южного макрорегиона существует два основных этнокультурных ареала: "русский"

ареал, который преимущественно совпадает с пространством областей и краев, и ареал расселения народов Северного Кавказа, включающий республики, характеризующиеся высокой концентрацией титульных этносов. Территории, составляющие пограничные области данных двух ареалов, представляют зону значительного социокультурного напряжения». [14, с.75]

Эксперты отмечают, что только в последние десятилетия местное самоуправление стало заметным действующим институтом народовластия, реализующим культурные, социальные, политические, гражданские и даже экономические инициативы. «Местное самоуправление представляется в качестве политического института, занимающего в системе взаимодействия власти и общества опосредующее положение между государством и гражданским обществом, и таким образом, обеспечивающего реализацию прямых и обратных связей в системе государственного управления. На муниципальном уровне происходит наиболее тесное взаимодействие между властью и обществом и от того, насколько результативным оно является, зависит эффективность не только муниципального, но и государственного управления в целом». [5, с. 3] Но это вовсе не означает, что нет недостатков и не звучит критика. Вопросов к системе местного самоуправления по-прежнему остается много, как и рост предложений по ее совершенствованию.

Особенности региональных системы местного самоуправления наглядно прослеживаются на примере муниципального реформирования в национальных республиках Северного Кавказа. Центральные власти напрямую связывают будущее успешное развитие Российской Федерации с успешностью реализации реформ муниципального уровня. Как отмечалось президентом России В.В. Путиным, «дальнейшее развитие сильного, независимого местного самоуправления, конечно, одна из наших важнейших задач». [24]

Следует особо подчеркнуть, что к настоящему времени российские власти подвели под нормальное функционирование органов местного самоуправления достаточную правовую базу, регулируемую ее различными сторонами деятельности. И эта правовая база постоянно дополняется и совершенствуется. Помимо федерального уровня существует еще целая база местных, региональных подзаконных актов, которые регулируют деятельность органов местного самоуправления. Проблемы начинаются на уровне политического осознания и практической реализации этой правовой системы.

Для Юга России и Северного Кавказа в частности, органы местного самоуправления не обладали автономным статусом, практически являясь нижним звеном государственной власти. Муниципальная реформа в период 1991 - 2002 гг. блокировалась региональной властью. Президент России В.В. Путин в этой связи ещё в 2002 г. отмечал: «По моим наблюдениям, самые ярые сторонники региональной самостоятельности подчас оказываются самыми жёсткими противниками местного самоуправления». [23] Долгое время в национальных республиках Северного Кавказа эта реформа больше имитировалась, чем претворялась в действительности. [См.: 3; 33] Одной из глубинных причин этого правового нигилизма заключается в слабости институтов демократии и наличие местных патриархальных традиций, которые их подменяли и продолжают в известной степени подменять. [29]

Изучение процесса формирования органов государственной власти, общественно-политических организаций и населения юга России, приводит к выявлению прямой зависимости «их развития от исторически сложившихся традиций развития культурно-национальных, экономических, политических, идеологических и т.п. условий и их эволюции. Юг России при этом понимается как особый феномен, обладающий специфическим набором экономических, национальных, культурных и исторических особенностей, ограниченный общей территорией и имеющая специфику внутренних государственных и общественных отношений». [21, с. 7] При этом, если в 1990-е гг. практически повсеместно наблюдалось противостояние регионов и федерального центра, то после 2000-х гг. ситуация коренным образом поменялась, а после окончания чеченского конфликта, можно говорить об установлении особого консенсуса между этими центрами власти.

Как справедливо отмечают российские исследователи, «муниципальное реформирование в республиках Юга России проходило и проходит сложно и противоречиво. На ход политических преобразований в республиках Юга России большое влияние оказывают дополнительные факторы, характерные для данного региона: слабые институты гражданского общества, высокий уровень этнизации регионального политического пространства, консерватизм общества, традиционализм, отсутствие исторического опыта местного самоуправления. Все эти факторы влияют на муниципальное реформирование и приводят к тому, что практически во всех республиках Юга России наметилось заметное отставание по всем направлениям муниципальной реформы по сравнению с краями и областями этого же региона». [32, с. 3]

Отдельной темой является проблема развития и восприятия населением демократических институтов. Пришедшие с Запада демократические нормы не всегда вписываются в существующие здесь общественно-политические традиции. Поэтому и уровень доверия/недоверия к ним оставляет желать лучшего. Эксперты отмечают, что «общей проблемой для всех стран этого региона является вопрос о зрелости их демократических институтов, вопрос о том, насколько та форма демократии, которая у них существует, отвечает каноническим требованиям западного стандарта. Сейчас демократия стала самой распространенной формой политического режима. Но именно эта распространенность и порождает все существующее ныне ее многообразие. Сегодня все политики утверждают, что они демократы. Но сколько политиков, столько и понимания сущности демократии». [11, с. 80]. В политических кругах северокавказского региона бытуют свои представления о нормах и видах демократии, но данная тема является предметом отдельного научного исследования, поэтому мы ограничимся констатацией самого этого факта.

Мировой опыт квотирования мандатов по национальному признаку показывает, что необходимо учитывать этнокультурные особенности каждого отдельно взятого региона. «Анализ этнополитической ситуации свидетельствует, что в таком специфически многонациональном регионе очень важно учитывать проблему национального представительства в органах государственной власти и местного самоуправления. Отмена принципа квотирования мандатов по национальному признаку и выборам через демократические институты пока не улучшает ситуацию» в национальных республиках Северного Кавказа. [25, с.4] Данный вопрос нуждается не только в широком общественном обсуждении, но и в постоянном научном сопровождении. Без данных академической науки что-либо менять (отменять или вводить) ни в коем случае нельзя.

На состояние региональной системы местного самоуправления оказывает влияние целый комплекс проблем, начиная от миграционных процессов и социально-экономических деструктивных тенденций и заканчивая селекцией политических элит и этнополитические конфликты. Регионализация всегда привносит в характер политических элит свои территориальные и национальные особенности [30, с. 122-137].

Исследователи выделяют две базовых исторически сложившиеся здесь модели региональных взаимоотношений – «компромиссную» и «кризисную». Они в частности отмечают, что «компромиссная» историческая модель взаимоотношений органов государственной власти, общественно-политических организаций и населения юга России проявляется «в усилении процессов сохранения национальной идентичности; ограничение регионами, обладающими гораздо большими возможностями для достижения и реализации собственных интересов..., а с другой стороны, границами «кризисных» национально-территориальных образований, являющихся источником потенциальных конфликтов и нестабильности». [21, с. 11]. В отличие от первой, вторая («кризисная») модель взаимоотношений, «характеризует наличие особого самосознания общественно-политических лидеров и руководителей органов власти на местах, особый характер общественного устройства... Особенностью данной модели является сохранение «силовых» форм взаимоотношений как со стороны центральных органов власти, так и со стороны

отдельных представителей местного руководства и общественно-политических сил». [21, с. 12] Такая модель имела место в постсоветской России в 1990-е гг., когда произошло массовое разрушение крупных экономических предприятий, рост безработицы, приведшие к катастрофическому повышению уровня социальной нестабильности, особенно в национальных северокавказских республиках.

Властям этого региона постоянно приходится сталкиваться с проблемой миграции, поскольку этнополитические конфликты регулярно сотрясают местный миропорядок. С миграцией тесно связана и другая социальная проблема - безработица. Поэтому власти приходится одновременно решать целый комплекс проблем, когда одна проблема «цепляется» за другую. [7, с. 188-189]

На развитие региональной системы местного самоуправления накладываются риски и угрозы социально-экономического состояния региона. Именно теневой сектор региональных экономик вызывает наибольшее опасение у федерального центра, поскольку таит в себе угрозу не только для развития криминалитета, но и сепаратизма. «Независимые эксперты считают, что местная экономика делится на легальную, которая платит налоги (30-40 %), теневую (неучитываемые работы и услуги - 20-25 %) и неофициальную, криминальную, фиктивную (свыше 50 %). Например, более полумиллиона жителей Республики Дагестан существуют только в сборниках Росстата и списках для распределения дотаций. Но отсутствуют в медицинской и избирательной отчетности, не согласуются с данными по доходам населения, инвестициям, числе безработных. Эти «мертвые души» дают пять - шесть миллиардов рублей, которые оседают в карманах местных чиновников». [8, с. 6] Теневой сектор создает дополнительные стимулы для развития коррупции среди чиновничества. И власти знают об этом и регулярно докладывают наверх о своих успехах в борьбе с этим главным пороком бюрократии.

Подобные тенденции и сопровождающие их постоянные скандалы, связанные со следственными действиями силовиков в ряде министерств и ведомств национальных республик Северного Кавказа, привели к улучшению управленческой ситуации. Власти утрачивают свой авторитет, теряют доверие среди местного населения [15, с. 30-31].

В этой связи достаточно высокое место по негативному воздействию на этнополитический процесс в иерархии рисков занимает ухудшению социально-экономического положения значительной части населения этого региона. Данный рискогенный фактор имеет общероссийский генезис, дополненный региональной спецификой. На социально-экономический фактор как основной среди конфликтогенных на юге России было указано руководством страны еще в 2009 году, и он не утратил актуальность. «Экономика страны остается привязанной к продаже сырья», «рост цен и тарифов в ЖКХ неизменно приведут к дальнейшему падению доходов населения, к недовольству и росту напряженности». Отсутствие социальных протестов со стороны населения, как полагают эксперты, обусловлено тем, что «к настоящему времени население приспособилось к сложившейся ситуации», а также тем, что «в регионах реализуется большое количество федеральных целевых программ, инвестиционных проектов». [1, с.93] Эксперты ... считают, что необходимо «ужесточение контроля за реализацией этих проектов в регионах и ответственности руководителей за некачественное их исполнение», поскольку есть «случаи, когда заявленные как реализованные проекты в реальности – полумифы». Важно также реализовывать «не крупные проекты (которые на Кавказе, как правило, оказываются аферой), а локальные «приземленные» проекты без лишнего шума и пафоса». [9, с. 74]

Этнический вопрос всегда был ключевым в развитии негативных тенденций северокавказского региона. «Наибольший конфликтогенный потенциал этнического фактора проявился в "национальных" республиках Северного Кавказа. В качестве примера можно привести этнополитические противоречия карачаевцев и черкесов, кабардинцев и балкарцев, неурегулированный конфликт между Северной Осетией и Ингушетией, территориальные споры

Чечни и Ингушетии, многосторонние этнополитические противоречия в Дагестане, пресловутые черкесский, кумыкский, ногайский и лезгинский вопросы». [14, с. 75-76]

Подобные конфликты не дают нормально развиваться региональным системам местного самоуправления, тормозят их, вносят дисфункции. Население вынуждено заниматься другими «насущными проблемами», которые отвлекают их от реально важных дел. [31]

На характер развития и состояния региональной системы местного самоуправления свое негативное давление оказывает социально-экономические и миграционные процессы. Так, в 2000-2010-е гг. «отчетливо обозначилась тенденция активного переселения жителей республик Северного Кавказа на "русскую равнину". Сельская миграция из высокогорных районов Дагестана или Чечни в "русские" регионы ведет к росту межнациональной напряженности, бытовым и межэтническим конфликтам. Неконтролируемые этнические миграции изменяют привычный этнополитический баланс. Коррупционированность местных властей позволяет мигрантам занимать ключевые позиции в экономике, "выдавливает" местных жителей». [14, с.76] К этому следует также добавить и фактор приграничной территории, который тоже никогда нельзя упускать из виду, когда встает вопрос анализа особенностей местных сообществ.

После 1991 г. граница Российской Федерации прошла как раз по ее южным землям, обострив до известной степени вопрос приграничного сотрудничества. Именно на этой границе возникли самые острые конфликтные противоречия, которые России поэтапно разрешала на всем своем постсоветском отрезке политической истории. И в решении этого вопроса вновь не обошлось без установления доверительного диалога центра и региона, власти и общества.

Руководители национальных республик весьма ревностно относятся к установленным еще в советское время административным границам, считая их неприкосновенными и потому любые спекуляции на эту тему всегда грозят взорвать ситуацию изнутри. [31, с.266] В прошлом многие национальные движения начинались с обоснования своих претензий на те или иные границы, которые якобы имеют исторические основания. На этой почве в 1990-е гг. появилось масса идеологических спекуляций, не имеющих ничего общего с исторической наукой. [12] И на этих фейках многие националистические силы выстраивали свои далеко идущие политические стратегии. Реакция Кремля на эти провокации всегда была жесткой. Российское руководство пошло по пути «консервации сложившихся административных границ», обоснованно опасаясь эскалации и насилия. [31, с. 267]

Федеральный центр берет на себя инициативу по изменению параметров архитектуры местной политической и административной власти. Так, «в 2014 г. произошла реорганизация управления макрорегионом. Создание Министерства РФ по делам Северного Кавказа привело к перераспределению функций полпредства в пользу административно-управленческой деятельности за счет экономической. Последней же теперь занимается вновь образованное министерство. Подобные организационные решения чреваты отходом от принципов системного антиконфликтного менеджмента, лежавших в основе деятельности полпредства в СКФО с момента его образования в 2010 г.». [1, с. 92] Меры, регулирующие равновесие ресурсов местной власти, применялись и в последующие периоды. Их главная цель была в поиске баланса сил, нахождении оптимальной формулы власти и местного самоуправления.

Особо подчеркнем, что местные политические системы шли в русле тех изменений, которые происходили в центре Российской Федерации. Если в 1990-е гг. это были либеральные ценности и демократические целеполагания, то в 2000-х гг. такими целеполаганиями стали уже потребность в укреплении (усилении) вертикали власти, а в 2010-е гг. – эффективность системы управления и ужесточения борьбы с коррупцией и теневой экономической деятельностью. В начале 2020-х гг. произошло новое уточнение этих парадигм политического мышления, связанного с обострением геополитического конфликта России с так называемым коллективным Западом и переориентацией России с Запад

(Европы) на Восток (Азию). В моду вновь вошел традиционализм и консерватизм, что повысило роль местных традиционных общественных отношений.

Именно в это время мы наблюдаем в Российской Федерации смену государственно-управленческой парадигмы в управлении развитием федеративных отношений: переход от политики децентрализации власти и управления (времен Б.Н. Ельцина) - к политике консолидации (эпохи В.В. Путина). [19, с. 179-188] Данная смена не могла не отразиться и на взаимоотношении региональной власти с местными органами самоуправления. И данный контент стали широко обсуждаемой темой как в академической, так и в общественно-политической среде.

В частности, одной из обсуждаемых тем последнего времени стала тема возрождения российского «имперского проекта». Эта тема стала актуальной в связи с возвращением России в число ведущих мировых держав, статус которой был ею частично утрачен после событий 1991 г. По данному вопросу звучат как положительные, так и отрицательные замечания, и комментарии. Не вдаваясь в детали этой дискуссии, отметим, что юг России исторически был включен в эту тему (тему имперства) поскольку в прошлые века оспаривался многими ведущими империями мира (персидской, Османской и Британской). Регион Северного Кавказа рассматривался как один из главных «призов» в этой «большой игре». [См.: 16; 18] Соответственно и местные элитные сообщества это тоже прекрасно понимали и в прошлом неоднократно становились разменной монетой в этом геополитическом соперничестве. В последний раз это случилось в 1990-е гг., во время чеченских военных событий.

Политические элиты постоянно требуют к себе особого подхода. И особенно это касается проводимой на конкретной территории кадровой политики. Сложный во всех отношениях регион Северного Кавказа всегда приковывал к себе пристальное внимание, как самих федеральных властей, так и научного сообщества.

Кадровая политика этого региона тоже имеет ряд особенностей. Как отмечают исследователи, заметно влияние традиционных (патриархальных) элементов, которые складывались здесь в общественно-политической системе на протяжении целого ряда столетий. Кадры часто формируются здесь по принципу клиентелизма, и не всегда носит прозрачный для общественности характер. И этот фактор тоже оказывает свое влияние (давление) на местные органы самоуправления. [2]

Социологи отмечают, что «анализ деятельности государственной бюрократии, к сожалению, свидетельствуют не о повышении, а снижении профессионализма государственных служащих. При этом состояние государственной службы на данном уровне, ее особенности и специфика, качество профессионализма государственной бюрократии, проблемы управления профессионально-личностным развитием исследованы явно недостаточно». [4, с. 3] В 2000-2010-е гг. российский центр предпринял целый ряд мер по улучшению работы с кадровым составом и искоренения имеющихся недостатков. [20] Главный упор делался на формирование конструктивного диалога между властью и местным гражданским обществом. Насколько успешно это было сделано, судить сложно из-за разности территорий и экономик (социально-экономического положения). Однако при этом социологи постоянно фиксируют мнение общественности о том, что население не несет ответственности за результаты деятельности местного самоуправления. [6, с. 113]

Экспертами признается, что проводимые в России политические реформы были всегда нацелены на повышение конкурентоспособности страны в условиях глобализации и обострения межстрановой конкуренции. В идеале это должно было привести к созданию независимого и профессионального государственного управления, и центральной государственной службы, штат которых комплектуется на основе квалификации и деловых качеств сотрудников. [26, с. 25] Однако, практика столь часто расходится с теорией и правовыми нормами, что требует постоянного уточнения. Именно мониторингом этих изменений и занимается современная российская политическая наука.

**Выводы.** Таким образом, рассмотренный нами материал позволяет нам сделать некоторые предварительные выводы. Пограничность этой территории накладывает свой

отпечаток на функционирование местных органов власти и меру их ответственности за обеспечение безопасности. Территориальная пограничность усиливает необходимость диалогового характера взаимоотношения региональной власти и гражданского общества, отсутствие которого грозит серьезными конфликтами от межнациональной розни до серьезного геополитического соперничества.

Для установления конструктивного диалога власти с обществом важно чтобы его участники знали друг друга как можно лучше. Любое дистанцирование и устранение от решения насущных проблем, может не просто их отдалить друг от друга, но и усилить недоверие и конфликтность во всем этом многосложном регионе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Авксентьев В. А., Гриценко Г. Д. Этнополитическая ситуация на Северном Кавказе: экспертная оценка // Социологические исследования. 2016. № 1. С. 92-99.
2. Афанасьев М. Н. Клиентелизм и российская государственность: Исследование клиентарных отношений, их роли в эволюции и упадке прошлых форм российской государственности, их влияния на политические институты и деятельность властвующих групп в современной России. 2-е изд., доп. М.: Московский общественный научный фонд, 2000. 318 с.
3. Бондарь Н. С. Местное самоуправление и конституционное правосудие: конституционализация муниципальной демократии. М.: Изд-во Норма. 2008. 278 с.
4. Бочкова О. А. Государственная бюрократия в системе органов управления: Федеральный и региональный аспект: дис. кандидат социологических наук: 22.00.08 - Социология управления. Казань. 2004. 277 с.
5. Бутитова Д. Ц. Местное самоуправление в системе взаимодействия власти и общества современной России: региональный опыт. Диссертация на соискание ученой степени кандидата политических наук по специальности 23.00.02. - Политические институты, политические процессы и технологии. М., 2009. 164 с.
6. Вагина Л. Реформа местного самоуправления: кадры решают все // Свободная мысль. 2006. № 9.
7. Васильева О. А. Этнополитические конфликты на Южных рубежах постсоветской России: опыт политического управления. Монография. Армавир: РИЦ АГЦА, 2011. 259 с.
8. Гаджиев М. М. Государственная национальная политика: базовые подходы к моделированию межнациональных отношений и политические технологии их оптимизации (на примере республики Дагестан). Диссертация на соискание ученой степени доктора политических наук по специальности 23.00.02. - Политические институты, политические процессы и технологии. Махачкала 2020. 282 с.
9. Гриценко Г. Д. Этнополитическая ситуация в северокавказском регионе: эксперты об угрозах и путях их минимизации // Международный научно-исследовательский журнал. 2019. № 7 (85). Ч. 2. С. 73-75.
10. Егорова В. М. Актуальные проблемы реализации государственной власти и местного самоуправления в Российской Федерации: на примере города Москвы. Диссертация на соискание ученой степени кандидата политических наук по специальности 23.00.02. М., 2013. 169с.
11. Карабущенко П. Л. Политическая культура евразийских элит: от частного к общему // Вопросы элитологии. 2021. Т. 2. № 4. С. 65-64. DOI: 10.46539/elit.v2i4.85.
12. Карабущенко П. Л. Политическая фальсификация истории стран Прикаспийского региона // Сохранение культурного наследия и проблемы фальсификации истории. Материалы всероссийской молодежной конференции в рамках фестиваля науки (Астрахань, 19 – 21 сентября 2012). В 2-х томах. Т. 2. / Под ред. проф. П. Л. Карабущенко. Астрахань: АГУ, 2012. С. 120- 144.
13. Качество и успешность государственных политик и управления. М.: «Научный эксперт», 2012. С. 385.
14. Котеленко Д. Г., Патракеева О. Ю. Политический ландшафт Юга России. // Вестник Южного научного центра. 2014. Т. 10. № 2. С. 75-82.

15. Кремлевский рейтинг губернаторов-2018 // Русский репортер. 2018. № 8-9. С. 30-31.
16. Маркелов К. А. Новые имперские тенденции Евразии: политические элиты в поисках своего лидерства // Вопросы элитологии. 2021. Т. 2. № 3. С. 140-155. doi.org/10.46539/elit.v2i3.76
17. Мирзаханов Д. Г., Магомедов А. К. Динамика и особенности политизации ислама в постсоветском Дагестане // Гражданское единство, этнокультурное и конфессиональное многообразие как ценностные основания и факторы консолидации российского общества. Ростов н/Д.: Изд-во ЮРИУ РАНХиГС, 2018. С. 383-387.
18. Оськина О. И., Кудряшова Е. В., Джанталеева М. Ш. Имперская идея в системе международных отношений. // Вопросы элитологии. 2021. Т. 2. № 4. С. 22-35. DOI: 10.46539/elit.v2i4.82
19. Пляйс Я. А. Политология в контексте переходной эпохи в России. М.: РОССПЭН, 2009. С. 179-188.
20. Понеделков А. В. Региональные административно-политические элиты России: прошлое, настоящее, будущее / А. В. Понеделков, А. М. Старостин // Полис. 2008. № 6. С. 86-98.
21. Пономарева М. А. Власть и общество на Юге России в условиях политических и социальных преобразований в 1960-1990е годы. Диссертация на соискание ученой степени доктора исторических наук по специальности 07.00.02 – Отечественная история. Ростов-на-Дону. 2020. 666 с.
22. Послание Президента Российской Федерации Федеральному Собранию Д. А. Медведева 5 ноября 2008 г. // Российская газета. 6 ноября. 2008.
23. Путин В. В. Выступление на заседании Государственного Совета по вопросам местного самоуправления. М., 23.10.2002. <http://www.kremlin.ru>. (дата обращения: 05.05.2022).
24. Путин В. В. Выступление Президента РФ на встрече с делегатами Всероссийского съезда муниципальных образований. 8.11.2013. М., <http://www.kremlin.ru>. (дата обращения: 01.05.2022).
25. Саидов А. С. Этнический фактор в становлении и развитии российского федерализма: региональные особенности: на примере Республики Дагестан. Диссертация на соискание ученой степени кандидата политических наук по специальности 23.00.02. - Политические институты, политические процессы и технологии. М., 2010. 190 с.
26. Сологуб В. А. Эффективность бюрократии и бюрократический клиентализм // Государственное и муниципальное управление: ученые записки СКАГС. 2012. № 2. С. 25-31.
27. Старостин А. М. Философия местного самоуправления. Государственное и муниципальное управление. Учёные записки СКАГС. 2013. № 3. С. 35-40.
28. Старостин А. М. Эффективность деятельности государственной власти и управления. Ростов н/Д., 2006. 423 с.
29. Тощенко Ж. Т. Развитие демократии и становление местного самоуправления в России. // Социологические исследования. 2003. № 8. С. 31-39.
30. Усова Ю. В. Административно-политические элиты современной России в региональном измерении // Вопросы элитологии. Т. 1. № 4, 2020. С. 122-137. DOI: 10.46539/elit.v1i4.40.
31. Хлынина Т. П., Кринко Е. Ф., Урушадзе А. Т. Российский Северный Кавказ: исторический опыт управления и формирования границ региона. Ростов-на-Дону: Изд. ЮНЦ РАН, 2012. 272с.
32. Шустов В. Г. Особенности муниципального реформирования в республиках Юга России в постсоветский период (политический анализ). Диссертация на соискание ученой степени доктора политических наук по специальности 23.00.02. Ростов-на-Дону 2016. 391 с.
33. Щепачев В. А. Формирование конституционной концепции местного самоуправления и проблемы её реализации в законодательстве РФ. Диссертация доктора юридических наук. М., 2014. 538 с.

## REFERENCES

1. Avksentiev V. A., Gritsenko G. D. The ethnopolitical situation in the North Caucasus: expert assessment // *Sociological Research*, 2016, No. 1. P. 92-99.
2. Afanasyev M. N. Clientelism and Russian Statehood: A study of client relations, their role in the evolution and decline of past forms of Russian statehood, their influence on political institutions and the activities of ruling groups in modern Russia. 2nd ed., supplement. Moscow: Moscow Public Scientific Foundation, 2000. 318 p.
3. Bondar N. S. Local self-government and constitutional justice: constitutionalization of municipal democracy. M., Publishing House Norm. 2008. 278 p.
4. Bochkova, O. A. State bureaucracy in the system of government bodies: Federal and regional aspect: dis. Candidate of Sociological Sciences: 22.00.08 - Sociology of Management. Kazan. 2004. 277 p.
5. Butitova D. Ts. Local self-government in the system of interaction between government and society in modern Russia: regional experience. Dissertation for the degree of Candidate of Political Sciences in the specialty 23.00.02. - Political institutions, political processes and technologies. M., 2009. 164 p.
6. Vagina L. Reform of local self-government: cadres decide everything // *Free thought*. 2006. № 9.
7. Vasilyeva O.A. Ethnopolitical conflicts on the Southern borders of post-Soviet Russia: experience of political management. Monograph. Armavir: RIC AGCA, 2011. 259 p.
8. Gadzhiev M.M. State national policy: basic approaches to modeling interethnic relations and political technologies for their optimization (on the example of the Republic of Dagestan). Dissertation for the degree of Doctor of Political Sciences in the specialty 23.00.02. - Political institutions, political processes and technologies. Makhachkala 2020. 282 p.
9. Gritsenko G. D. The ethnopolitical situation in the North Caucasus region: experts on threats and ways to minimize them // *International Research Journal*. No. 7 (85). Part 2. July. 2019. P. 73-75.
10. Egorova V. M. Actual problems of the implementation of state power and local self-government in the Russian Federation: on the example of the city of Moscow. Dissertation for the degree of Candidate of Political Sciences in the specialty 23.00.02. M., 2013. 169 p.
11. Karabushchenko P. L. Political culture of the Eurasian elites: from the private to the general // *Questions of Elitology*. Vol. 2. No. 4. 2021. P. 65-64. DOI: 10.46539/elit.v2i4.85.
12. Karabushchenko P. L. Political falsification of the history of the countries of the Caspian region // *Preservation of cultural heritage and problems of falsification of history. Mothers of the All-Russian Youth Conference within the framework of the Science Festival (Astrakhan, September 19-21, 2012)*. In 2 vol. Vol. 2. / Edited by prof. P. L. Karabushchenko. Astrakhan: ASU, 2012. P. 120- 144.
13. Quality and success of state policies and management. M.: "Scientific Expert", 2012. 385 p.
14. Kotelenko D. G., Patraakeeva O. Y. The political landscape of the South of Russia. // *Bulletin of the Southern Scientific Center*, 2014. Vol. 10. No. 2. P. 75-82.
15. Kremlin rating of governors-2018 // *Russian Reporter*. 2018. No. 8-9. P. 30-31.
16. Markelov K. A. New Imperial tendencies of Eurasia: Political elites in search of their leadership // *Questions of Elitology*. Vol. 2. No. 3. 2021. P. 140-155. doi.org/10.46539/elit.v2i3.76.
17. Mirzakhanov D. G., Magomedov A. K. Dynamics and features of Islam politicization in post-Soviet Dagestan // *Civic unity, ethno-cultural and confessional diversity as value bases and factors of consolidation of Russian society*. Rostov N/D.: Publishing House of the Russian Academy of Sciences, 2018. P. 383-387.
18. Oskina O. I., Kudryashova E. V., Dzhantaleeva M. Sh. The Imperial idea in the system of international relations. // *Questions of Elitology*. 2021. Vol. 2. No. 4. P. 22-35. DOI: 10.46539/elit.v2i4.82.
19. Plais Ya. A. Political science in the context of a transitional era in Russia. Moscow: ROSSPEN, 2009. P. 179-188.

20. Ponedelkov A. B. Regional administrative and political elites of Russia: past, present, future / A. B. Ponedelkov, A. M. Starostin // Polis. 2008. No. 6. P. 86-98.
21. Ponomareva M. A. Power and society in the South of Russia in the conditions of political and social transformations in the 1960s-1990s. Dissertation for the degree of Doctor of Historical Sciences in the specialty 07.00.02 – Russian History. Rostov-on-Don. 2020. 666 p.
22. Message of the President of the Russian Federation to the Federal Assembly D. A. Medvedev on November 5, 2008 // Rossiyskaya Gazeta. November 6th. 2008.
23. Putin V. V. Speech at the meeting of the State Council on Local Self-Government. Moscow, 23.10.2002. <http://www.kremlin.ru> (accessed: 05.05.2022).
24. Putin V.V. Speech of the President of the Russian Federation at a meeting with delegates of the All-Russian Congress of Municipalities. 8.11.2013. M., <http://www.kremlin.ru> (accessed: 01.05.2022).
25. Saidov A. S. Ethnic factor in the formation and development of Russian federalism: regional features: on the example of the Republic of Dagestan. Dissertation for the degree of Candidate of Political Sciences in the specialty 23.00.02. - Political institutions, political processes and technologies. M., 2010. 190 p.
26. Sologub V. A. Efficiency of bureaucracy and bureaucratic clientalism // State and municipal management: scientific notes of SKAGGS. 2012. No. 2. P. 25-31.
27. Starostin A. M. Philosophy of local self-government. State and municipal administration. Scientific notes of SKAGGS. 2013. No. 3. P. 35-40.
28. Starostin A. M. Efficiency of state power and management. Rostov N./D., 2006. 423 p.
29. Toshchenko J. T. The development of democracy and the formation of local self-government in Russia. // Sociological research. 2003. No. 8. P. 31-39.
30. Usova Yu. V. Administrative and political elites of modern Russia in the regional dimension // Questions of elitology. 2020. Vol. 1. No. 4. P. 122-137. DOI: 10.46539/elit.v1i4.40.
31. Khlynina T. P., Krinko E. F., Urushadze A. T. The Russian North Caucasus: historical experience of management and formation of the borders of the region. Rostov-on-Don: Publishing House of the UNC RAS, 2012. 272 p.
32. Shustov V. G. Features of municipal reform in the republics of Southern Russia in the post-Soviet period (political analysis). Dissertation for the degree of Doctor of Political Sciences in the specialty 23.00.02. Rostov-on-Don, 2016. 391 p.
33. Shchepachev V. A. Formation of the constitutional concept of local self-government and the problems of its implementation in the legislation of the Russian Federation. Dissertation of the Doctor of Law. M., 2014. 538 p.

#### **ОБ АВТОРЕ / ABOUT THE AUTHOR**

**Лимарева Марина Владимировна**, ассистент кафедры гражданского права и процесса юридического факультета Пятигорского института (филиала) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет», Пятигорск, Россия, [pragpu@mail.ru](mailto:pragpu@mail.ru)

**Limareva Marina Vladimirovna**, Assistant of the Department of Civil Law and Process of the Faculty of Law of the Pyatigorsk Institute (branch) of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "North-Caucasus Federal University" Pyatigorsk, Russia, [pragpu@mail.ru](mailto:pragpu@mail.ru)

Дата поступления в редакцию: 07.04.2023

После рецензирования: 22.05.2023

Дата принятия к публикации: 03.06.2023

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 203-211  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):203-211

ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
POLITICAL SCIENCE

Научная статья / Original article

УДК 955:327

DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.22

**Орхан Эльшадович Гулиев**  
[Orhan E Guliev]

**Эволюция геополитики Ирана после  
исламской революции 1979 г.**

**The evolution of Iran's geopolitics after  
the 1979 islamic revolution**

*Астраханский государственный университет, ул. Татищева, 20а, г. Астрахань, Россия /  
Astrakhan State University, Tatishcheva Str. 20a, Astrakhan, Russia, [orhanguliev96@mail.ru](mailto:orhanguliev96@mail.ru)*

**Аннотация.** События 1978-1979 гг., приведшие к власти Хомейни и его сторонников, полностью меняют внешнюю и внутреннюю политику Ирана. Данное явление становится одним из факторов, образующих современную геополитическую конфигурацию региона. Показателем исторического масштаба революции было то, что Персидская монархия с 2500-летней историей, представленная множеством династий вместе с династией Пехлеви, прекратила свое политическое существование. На место существующего строя пришло клерикальное шиитское духовенство с учением имама Хомейни «Виляят аль-факих». Первые годы существования исламской республики, внешняя политика Тегерана видела свой политический строй, как идеальную модель исламской республики для региональных мусульманских государств. Из работ иранистов, изучающих внешнюю политику в период после исламской революции, следует выделить тезис смены революционного романтизма, свойственного первым годам существования новой политической системы, что проявлялось в попытках экспорта данной модели. На современном этапе отмечается постепенный переход от революционного романтизма к внешнеполитическому прагматизму, чему способствовала эпоха Рафсанджани и Хатами. Наблюдается смягчение характера проводимой внешней политики, которая с периода революции 1979 г., основывалась на двух концепциях - «Экспорт исламской революции» и «Ни Восток, ни Запад, а Исламская Республика».

**Ключевые слова:** Иран, геополитика, Ближний Восток, Персия, революция, международные отношения, шиизм, хомейнизм

**Для цитирования:** Гулиев О. Э. Эволюция геополитики Ирана после исламской революции 1979 г. Особенности современной регионализации системы местного самоуправления (на примере национальных республик Северного Кавказа) // Современная наука и инновации. 2023. №2 (42). С. 203-211. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.22>

**Abstract.** The events of 1978-1979, which brought Khomeini and his supporters to power, completely changes the foreign and domestic policy of Iran. This phenomenon becomes one of the factors that form the modern geopolitical configuration of the region. Indicative of the historical scale of the revolution was the fact that the Persian monarchy with 2500 years of history, represented by many dynasties along with the Pahlavi dynasty, ceased to exist politically. The existing system was replaced by a clerical Shiite clergy with the teachings of Imam Khomeini's Wilayat al-Faqih. In the early years of the Islamic Republic, Tehran's foreign policy saw its political order as the ideal model of an Islamic republic for regional Muslim states. From the works of Iranian scholars studying foreign policy in the post-Islamic revolution period, the thesis of the change of revolutionary romanticism characteristic of the first years of the new political system, which manifested itself in attempts to export this model, should be highlighted. At the present stage,

*there is a gradual transition from romanticism to foreign policy pragmatism, which was facilitated by the era of Rafsanjani and Khatami. There has been a softening of the foreign policy, which since the 1979 revolution, has been based on two concepts - "Export of the Islamic Revolution" and "Neither East nor West, but the Islamic Republic".*

**Key words:** Iran, geopolitics, Middle East, Persia, revolution, international relations, Shiism, Khomeinism

**For citation:** Guliyev O. E. The Evolution of Iran's Geopolitics after the 1979 Islamic Revolution Features of the modern regionalization of the local self-government system (on the example of the national republics of the North Caucasus) // *Modern Science and Innovations*. 2023;2(42):203-211. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.22>

During the period of the rise of European empires, Persia lagged far behind the dominant colonial powers militarily and economically, which was the reason for the future semi-colonial state of the country. The positions of Great Britain and Russia in the region were especially strong. As the American historian, professor of history at Yale University, F. Kazem-zade, "an evil fate placed Persia between the Russian hammer and the English anvil" [Kazem-zade 2004, p.124].

In the twentieth century there were political upheavals that radically changed the face of the country. Iran during the reign of Shah Mohammed - Reza Pahlavi focused on the pre-Islamic Persian empires of the Achaemenids and Sassanids, as the heyday of Iranian civilization. It can be noted that one of the main elements of the Pahlavi regime was pan-Iranism. After the Islamic Revolution, Iran turned into a theocratic state with Khomeini's Shiite teachings "Wilayat al-faqih".

In the pre-revolutionary period, socio-economic reforms were carried out: secular education was introduced, a civil code was adopted. The construction of a regional transport project begins: the trans-Iranian railway connecting the Caspian coast of the country with the Persian Gulf [Aliev 2004, p.177]. The gradual modernization of the country is being carried out, but the country retains the appearance of an agrarian state.

In addition, the modernization and westernization of the life of Iranian society is being actively carried out, which is comparable to similar processes in Turkey, where M. TO. Ataturk carried out reforms to create a national secular state on the European model. Other similar features of Kemalism and the policy pursued by the new Shah were statism and nationalism, which were integral parts of the new state system. Left movements had significant political power, therefore, in order to prevent the Soviet threat to the new monarch, Article IV of the agreement on guarantee and neutrality between the USSR and Iran was of particular importance for maintaining power <sup>2</sup>.

In the post-Stalin period, positive changes are taking place in Soviet-Iranian relations. The initiator of the diplomatic dialogue was the Soviet side, which demonstrated the rejection of the territorial claims that existed during the Stalinist period and the desire to form a new approach in interactions with the Iranian side.

The result of this initiative was the conclusion of a legal document to resolve financial and border issues. In 1954, the "Agreement between the Union of Soviet Socialist Republics and Iran on the settlement of border and financial issues" was signed <sup>3</sup>. According to the agreement, the Soviet-Iranian commission was to carry out the demarcation and redemarcation of the state border. Another illustration of the positive developments in the post-Stalin period of bilateral relations was the visit of the Shah of Iran to the USSR.

Since 1951, the post of prime minister in Iran was held by M. Mossadegh, who was remembered for the nationalization of the Iranian oil sector, which was negatively perceived by the

---

<sup>2</sup> Treaty of Guarantee and Neutrality between the Union of Soviet Socialist Republics and Iran (Persia) Caspian: international legal documents / comp. S. S. Zhiltsov, I. S. Zonn, A.G. Kostyanoy, A. V. Semenov. – M.: International relations, 2018. S. 81-85.

<sup>3</sup> Agreement between the Union of Soviet Socialist Republics and Iran on the settlement of border and financial issues of the Caspian Sea: international legal documents / comp. S. S. Zhiltsov, I. S. Zonn, A.G. Kostyanoy, A. V. Semenov. – M.: International Relations, 2018. pp.153-160

United States and Great Britain, imposing an embargo on Iranian oil. The clergy actively supported the nationalization of the country's oil industry, seeing in the prevailing position of foreign companies an infringement of the rights of the Muslim mind [Mamedova 2019 p.109].

At the same time, it should be noted that the Iranian side made attempts to improve relations with the United States, having achieved results in this direction in the form of receiving military assistance under the Truman program. But at the same time, Tehran was unable to achieve its main goal - to receive assistance in the fight against British influence. In general, in foreign policy in the conditions of a bipolar world, the Mossadegh government preferred neutrality. Having negative relations with Great Britain and the USA, the fear of exporting the socialist system was the main barrier in rapprochement with the USSR.

In the period after the overthrow of Mossadegh, tendencies of anti-democratic development of Iran are noted, and the sole power of the Shah is being strengthened. From the June uprising of 1963, the open struggle of the Shiite clergy against the Shah began. The new government of Kh. Mysuri tried to improve relations with the clergy by releasing a significant number of detained activists [Aliev 2004 p. 341-343].

The reasons for the emergence of the Khomeini movement can be called attempts to rapidly modernize Iranian society according to the Western model, as well as the stratification of society. As Doctor of Historical Sciences E. A. Doroshenko points out, in the mid-1970s, such political institutions as the bicameral parliament "Majlis" and various political parties existed in Iran. There was a gradual modernization and westernization of public life. The only archaic institutions untouchable before changes, according to E.A. Doroshenko remained the institutions of the clergy and the monarchy [Doroshenko 2019 p. 67-68]. The latter had the properties of strengthening despotism, and the former, in turn, had a significant impact on public consciousness.

As rightly noted by I. R. Gibadullin, senior researcher at the Institute of History. Sh. Marjani of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, in the perception of the Islamic revolution in Iran by the Soviet historiography, the official ideology of the CPSU and the Marxist-Leninist methodology played an all-consuming role. Undoubtedly, this narrowed the space for scientific research into the specifics of the Iranian revolution, "which in a sense predetermined the unanimity of Soviet researchers in the main approaches to this issue" [Gibadullin 2019 p. 8-9]. In modern Russian Iranian studies, after moving away from following the principles of Marxism, there is no comprehensive approach to the perception of the phenomenon of the Iranian revolution.

As a result of the revolution, the institution of the monarchy was replaced by the Shiite clergy. At the same time, for the first time in the years of the revolution, the political environment had a certain pluralism, since various political movements actively participated in it. In the post-revolutionary years, an internal political struggle raged in Iran between President A. Baniadr and conservative clerics. A long bloody war with Iraq began, which caused significant damage to the Iranian economy. In the province of Khuzestan, where the hostilities took place, oil pipelines and oil storage facilities were located, which, of course, affected the country's export opportunities. From the first day of its formation, the new political system faced a fierce opposition struggle. In 1979, Murtaza Mutahhari, an ally of Khomeini and one of the ideologists of the new socio-political system of Iran, was killed by representatives of the Furkan organization [Fedorova 2019 p. 27].

The very causes of the Iranian revolution are extraordinary. This phenomenon became possible due to cultural, political and economic factors. Wide sections of the population took part in the revolution, but only the Shiite clergy managed to lead the revolution. N. M. Mamedova, head of the Iranian sector at the Center for the Study of the Countries of the Near and Middle East of the Institute of Oriental Studies of the Russian Academy of Sciences, emphasizes the uniqueness of the 1979 revolution in terms of its topology. According to the scientist, the Iranian revolution "was primarily of an ideological nature, in this case a religious one" [Mamedova 2019 p. 108].

Structural analysis of the modern political system of Iran is carried out by A. M. Mustafabeyli, Candidate of Historical Sciences, Leading Researcher at the Institute of Contemporary International Problems of the Diplomatic Academy of the Russian Ministry of Foreign Affairs. A. M. Mustafabeyli highlights the fundamental elements of the political system of

the Islamic Republic: The Supreme Leader, the Council of Experts, the Assembly of the Islamic Council (Majlis), the Council for the Expediency of Decisions, the judiciary. The key figure in the Iranian system of government is the Supreme Leader, elected for an indefinite term by the Council of Experts (representatives of the clergy). The Supervisory Board is vested with broad functions, which reviews legal documents for their legitimacy from the point of view of the country's fundamental law, monitors the electoral processes in the country and approves officials [Mustafabeyli 2016 p. 56-61].

In general, the issue of the activities of the Supervisory Board, one of the most important bodies in the modern political system of Iran, is debatable. The main function of this body is to select, in accordance with the norms of Islam, presidential candidates and members of the Mejlis and the Council of Experts [Mamedova 2019 p.113]. The refusal to admit promising candidates led to protests and extensive public and international discussion. The key figure of the Iranian political system "Rahbar", as Iranian scholars write, is elected by representatives of the people and experts (khobregan) [Khorramshad, Mottaghi 2019 p. 161].

Candidate of Historical Sciences, senior researcher at the Institute of Oriental Studies of the Russian Academy of Sciences E. V. Dunaeva, considering the formation of the modern political system of Iran and the reasons for the formation of a new political system, notes that the revolution "can be considered as a certain step forward along the path of political development, since monarchs have come to replace new political system" [Dunaeva 2016 p. 76]. The political system of modern Iran is fundamentally different from Western political systems, it combines the Shiite component with elements of the republican system.

The Iranian side has sanctions restrictions since the formation of the Islamic Republic. The seizure of the US embassy in Iran led to the beginning of a phase of confrontation between Iran and the Western community. The Iranian nuclear program has led to the formation of a tougher sanctions regime against Iran. The adoption by the world community of restrictive measures against Iran followed. So, the UN Security Council took the first sanctions measures in 2006 with resolution No. 1737. Then a number of other resolutions followed, severe restrictive measures against Iran were formed (disconnection from the international financial system, an embargo on the supply of certain types of technologies) [Kozhanov, Isaev 2019 p. 24-25].

It should be said separately that the United States began to impose restrictive measures on Iran after the Islamic Revolution of 1979. However, the nuclear program served as a pretext for tightening and joining the sanctions of international institutions. With the approval of UN Security Council Resolution 2231, several sanctions resolutions followed. In general, international sanctions against Iran were adopted on the basis of seven resolutions of the UN Security Council.

In addition to the restrictive measures taken by the Security Council, significant pressure on the Iranian economy was exerted by the EU and US sanctions imposed on Iran, affecting the most important sectors of the economy (oil and gas, financial and banking sectors, etc.) - the disconnection of Iranian banks from the SWIFT international payment system and the ban on the import of Iranian energy resources. Restrictive measures had a negative impact on the economic situation in Iran, but it should be noted that this did not lead to the collapse of economic and social life in the country. During the period of imposing economic sanctions in Iran, a new concept of "resistance economy" is being put into circulation to contain and neutralize economic pressure against the country, and rely on one's own strength [Naseri, Sheikhsarai 2019 p. 236].

The Iranian leadership launched a program of economic incentives for domestic producers and an increase in the country's industrial potential, and also took protectionist measures. In a short period, it was possible to satisfy the needs of the population in gasoline. Separately, it should be noted that the Iranian leadership managed to create a system of measures to bypass the imposed restrictions.

As a result of a constructive dialogue, it was possible, with the help of diplomacy, to develop a mechanism for resolving the problem of Iran's nuclear program. As a result of lengthy negotiations, a compromise agreement "Joint Comprehensive Plan of Action" (JCPOA) was reached. US exit under the administration of D. Trump from the JCPOA led to the aggravation of

negative processes in the region and the growing threat of direct military action. It should be noted that the European Union and the countries participating in the 5+1 format agreement assessed the US withdrawal from the joint action plan very negatively.

Iran and the EU have not yet established effective INSTEX mechanisms to support commercial activities and circumvent US-imposed sanctions. In response, Tehran began a phased withdrawal from the obligations imposed by the JCPOA on the country's nuclear program. The restoration of Tehran's nuclear potential alarmed Iran's main regional geopolitical adversaries - some states of the Persian Gulf and Israel. At the same time, it is worth noting that the Iranian side leaves a niche for negotiations and does not stop cooperation with the IAEA, and also declares its readiness to restore the nuclear agreement.

It should be noted that the confrontation between Iran and the United States, Israel and the Persian Gulf monarchies has repeatedly reached the verge of "hot" confrontation. The geopolitical interests of the parties clashed in the Persian Gulf and in regional hot spots: Syria, Iraq, Yemen. The apogee was the assassination of the well-known Iranian general Qasem Soleimani, who heads the special unit of the IRGC Qods in Iraq by the American side.

The main reason for the existing antagonism between the political elite of Iran and the United States, the Iranian scientist Mehdi Sanai determines the difference in beliefs, principles and values, which is based on the difference in worldviews. From the point of view of the scientist, the main foreign policy values for the United States are peace, prosperity, democracy, which is imposed on the rest of the world. For Iran, the main foreign policy values are formed on the basis of political Islam: the desire for justice and the rule of law, as well as the rejection of Western liberal democracy and the desire for domination [Canai 2019 p. 136].

It is important to consider Iran's position during the "Arab Spring", because after the Islamic Revolution of 1979, he set the geopolitical task of exporting the model of an Islamic republic in the region. The head of the Turkish Research Center of Iran, Hakky Uygur, describes Iran's position in assessing the "Arab Spring" as follows: by supporting the revolutions against authoritarian regimes in Tunisia, the birthplace of the "Arab Spring", and in Egypt, the Iranian leadership did not receive the expected rapprochement with the new Islamic forces that came to power. From the point of view of Hakka Uighur, after the spread of the "Arab Spring" it became clear that the popular uprisings would not be limited to North Africa, the solidarity of the green movement in Iran with the popular uprisings in the Arab states caused fears in Tehran. In general, the Iranian leadership has described the protest movement in the region as an "Islamic awakening". Comparing these popular uprisings with the Islamic Revolution of 1979, describing them as a popular struggle against pro-Western secular dictatorial regimes, the revolutionary impulse of the masses, from the point of view of Tehran, was predicted by Imam Khomeini as the "Great Awakening" [Uygur, 2017 p. 96-97]. The beginning of protests in Syria, one of Tehran's main allies, completely changes Iran's perception of regional processes.

An irritating factor for the regional powers and the United States is the active role of Iran in the geopolitical processes in the region, especially the organization of Shiite military formations from Afghanistan, Iraq, Pakistan, their involvement in hostilities and the participation of Iranian military personnel and the Lebanese Hizbullah.

For example, the geopolitical rivalry between Iran and Turkey has deep historical roots, which is reflected in the ancient Persian epic Shahnameh. It describes the confrontation between the land of the Aryans - "Iran" and the land of the Turks - "Turan", which indicates the historical factor of the rivalry between the two civilizations. Another key element was formed with the establishment of Shiism as the state religion during the period of the Safavid dynasty, which served to isolate Iran from the rest of the Islamic world. The emergence of the Safavid state became an obstacle to the expansion of Porta to the East. Geo-economic and geopolitical rivalry, together with confessional antagonism, brought two civilizations together in military conflicts during the 16th - 17th centuries. One of the strategic goals of the Ottoman Empire was to consolidate in the Caspian, which turned the region into a zone of contention between the two empires.

As a result of historical processes, a geopolitical Iranian triad of perceptions of themselves as "Iranians", "Shiites", "Muslims" is being formed. The Iranian "sun" opposed the successor of the Arab Caliphate - the Ottoman "moon" [ Kozhanov, Bogacheva 2020 p. 146-148]. The Persian-Turkish geopolitical rivalry has confessional and historical components, which at the present stage has not lost its relevance and has a significant impact on the geopolitical processes in the region. Director of the Hudson Institute's Center for Peace and Security in the Middle East Michael Doran notes that the fear of Turan will always haunt the collective consciousness of the Persians [ Doran 2022 p. 26]. Iran and Turkey have an imperial past as a legacy - and, as a result, regional geopolitical ambitions.

Historical processes of the XX and the beginning of the XXI century. in the region give us reason to formulate common conclusions and highlight similar political processes. Mustafa Kemal Ataturk forms a secular Turkish republic on the ruins of the Ottoman Empire, reforming the socio-political system beyond recognition. Similar, but more moderate in terms of modernization and secularization, transformations were carried out in Iran. As a side effect, they led to a response from a part of the population and the overthrow of the Shah's regime. Tendencies towards the desecularization of Turkish society show themselves with the coming to power of the political movement Refah.

Is there a general trend of desecularization? This is a question that requires careful analysis. On the one hand, Islamic movements under pressure from the Kemalist authorities received their long-awaited freedom in modern Turkey. On the other hand, the secular state system, unlike Iran, has been preserved. In addition to this, the ruling moderate Islamic party, the AKP, is in a precarious position, forced to ally with the nationalists due to electoral considerations. For a long time, the Nationalist Movement Party was in strong opposition to the AKP.

After the Justice and Development Party came to power, Turkey and Iran have achieved a positive trend in bilateral relations. During the international crisis caused by Iran's nuclear program, Turkey made diplomatic efforts to resolve it: for example, in 2010, an agreement was reached between Turkey, Brazil and Iran to organize the exchange of low-enriched uranium for highly enriched uranium in Turkey. It should be noted that Iran and Turkey have similar geopolitical positions in resolving the Kurdish problem, and have also developed a common position in the fight against the economic blockade of Qatar during the regional crisis.

Describing the political system of modern Iran, one should emphasize the most important property, which is the synthesis of various principles [Sanai 2006 p. 137-138]. Separately, it should be noted that the Khomeinist movement "opposed modernity and categorically rejected Western secularism, humanism, democracy" [Barkhordari, Mottagi 2019 p. 43]. However, it can be argued that Iranian foreign policy has changed significantly since the period of the Islamic revolution. Revolutionary romanticism lost its former maximalism, softened by a certain pragmatism and the search for economic gain. An example of a pragmatic line is the policy of President Mohammed Khatami (a representative of the reformist wing), who promised to build a civil society in Iran within the framework of the existing system. This concept was called "Islamic democracy". In general, the name of M. Khatami is associated with the liberalization of the political life of Iran, it was during this period that non-governmental organizations began to emerge [Mamedova 2019 p. 112]. In foreign policy, Mohammed Khatami puts forward the thesis of a "dialogue of civilizations" to resolve existing contradictions.

On the other hand, the president's powers are limited to the spiritual leader. One can single out the instability of the pragmatism of Iranian foreign policy, it depends on the political struggle between reformers and conservatives. An example of transformation is the coming to power of Mahmoud Ahmadinejad, who intensified the struggle against the United States and regional opponents represented by Israel and Saudi Arabia.

One can speak with caution about two foreign policy concepts: a moderate and a pragmatic line (reformers); the counterbalance to them is an active and preserving the revolutionary message, irreconcilable with the existing regional and global configuration (conservative) policy. It is worth noting separately that the Iranian foreign policy leadership managed to rationally use limited

resources to increase influence in the region. After the Islamic Revolution of 1979, the Shiite factor was used as the main foreign policy tool for the formation of a special zone of influence in the region.

Having analyzed the modern geopolitical model of Tehran, one should highlight the key element of Iranian regional policy - the "confessional factor". Thus, Iran actively covered the protest movements of the Shiite communities of Bahrain and Saudi Arabia. From the point of view of a number of Arab states, military support was provided to the Ansar Allah movement, in an insurmountable civil war in Yemen. Tehran was fully involved in the civil war in the Syrian Arab Republic. When the world community considered the fall of the government of Bashar al-Assad inevitable and the Syrian leadership was losing control over strategically important territories, Iran sent instructors and military personnel from the IRGC, as well as militias, members of military formations (Al-Hashd al-Shaabi, Fatimiyun, etc.) to participate in the civil war on the side of the forces of Bashar al-Assad.

To form ideas about the geopolitical configuration in the region, one should pay attention to the fact that the Islamic revolution of 1979 led to the formation of confrontation between Iran and the Western community, as well as regional states (Saudi Arabia, Israel, etc.). In foreign policy, the new leadership of Iran abandoned the model of both the capitalist and socialist political camps, forming the so-called third path of development. Tehran began to play an active geopolitical role in the region, trying to export the existing model of political structure to neighboring states and form a zone of geopolitical influence.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев С. М. История Ирана XX век. М.: ИВ РАН; Крафт+, 2004. 648 с.
2. Гибадуллин И. Р. Советская историография Исламской революции 1978-1979 гг. в Иране: изучение религиозно – идеологических аспектов // Иран в условиях новых геополитических реалий (к 40-летию Исламской революции) / отв. ред. Дунаева Е. В. М.: ООО «Садра», 2019. С. 7-25.
3. Дунаева Е. В. Новые политические и социокультурные реалии современного Ирана. Вызовы или перспективы? // Иран во втором десятилетии XXI века: вызовы и перспективы / Под ред. Мамедовой Н. М., Каменевої М. С., Федоровой И. Е. М.: ИВ РАН; Издатель Воробьев, 2016. С. 75-86.
4. Дружиловский С. Б. К вопросу об эволюции и характере российско-иранских отношений. // Иран в условиях новых геополитических реалий (к 40-летию Исламской революции) / отв. ред. Дунаева Е. В. М.: ООО «Садра», 2019. С.144-153.
5. Дорошенко Е. А. Причины успеха духовенства в захвате власти в революции 1978-1979 гг. // Иран в условиях новых геополитических реалий (к 40-летию Исламской революции) / отв. ред. Дунаева Е. В. М.: ООО «Садра». 2019. С. 67-79.
6. Казем-заде Ф. Борьба за влияние в Персии. Дипломатическое противостояние России и Англии. М.: ЗАО Центрополиграф, 2004. 542 с.
7. Кожанов Н. А. Исаев Л. М. Иран и санкции: опыт преодоления и влияние на социально-экономическое развитие // Азия и Африка сегодня. 2019. № 7. С. 24-31.
8. Кожанов Н. А., Богачёва А. С. Исламская Республика Иран в поиске своего «я»: революционное новаторство или преемственность? // Вестник МГИМО-Университета. 2020. Т. 13. № 2. С. 141-162.
9. Мустафабейли А. М. К вопросу о жизнеспособности Исламской Республики Иран (ИРИ) // Вестник дипломатической академии МИД России. Россия и мир. 2016. № 3. С. 56-69.
10. Мамедова Н. М. Исламский фактор в развитии современного Ирана // Иран в условиях новых геополитических реалий (к 40-летию Исламской революции) / отв. ред. Дунаева Е. В. М.: ООО «Садра», 2019. С. 106-122.

11. Насери С. Х., Шейхсараи Н. Исламская революция в предвидении будущего // Иран в условиях новых геополитических реалий (к 40-летию Исламской революции) / отв. ред. Дунаева Е. В. М.: ООО «Садра», 2019. С. 218-244.
12. Санаи М. О стратегии и тактике внешней политики ИРИ (региональный контекст) // Иран в условиях новых геополитических реалий (к 40-летию Исламской революции) / отв. ред. Дунаева Е. В. М.: ООО «Садра». 2019. С. 132-143.
13. Федорова Ю. Е. Принцип Тавхида как основание идеологии исламского правления в Иране (на материале работ Мортазы Мотахарри) // Иран в условиях новых геополитических реалий (к 40-летию Исламской революции) / отв. ред. Дунаева Е. В. М.: ООО «Садра», 2019. С. 26-41.
14. Хоррамшад М.–Б., Моттаги А. Роль Исламской революции в укреплении «умной силы» Исламской Республики Иран // Иран в условиях новых геополитических реалий (к 40-летию Исламской революции) / отв. ред. Дунаева Е. В. М.: ООО «Садра», 2019. С. 154-174.
15. Doran M. Azerbaijan in the struggle for Eurasia // Baku dialogues. Policy perspectives on the Silk Road region. 2022. Vol. 5. No. 2. P. 18-44.
16. Uygur H. Arap bahari sonrasi bölgesel gelişmeler ışığında Türkiye-Iran ilişkileri // Türk dış politikası yilligi 2017. SETA vakfı iktisadi işletmesi. 2018. 1 baskı. İstanbul. P. 89-114.

## REFERENCES

1. Aliev S. M. Istorija Irana XX vek [History of Iran XX Century], IV RAN, Kraft+, 2004, 648 p.
2. Gibadullin I. R. Sovetskaja istoriografija Islamskoj revoljucii 1978-1979 gg. // Irane: izuchenie religiozno – ideologičeskikh aspektov, [Soviet historiography of the Islamic Revolution of 1978-1979 in Iran: study of religious and ideological aspects], Iran v uslovijah novyh geopoliticheskikh realij (k 40-letiju Islamskoj revoljucii), отв. ред. Dunaeva E. V. M.: ООО «Sadra», 2019. P. 7-25.
3. Dunaeva E. V. Novye politicheskie i sociokul'turnye realii sovremennogo Irana. Vyzovy ili perspektivy? [The new political and socio-cultural realities of modern Iran. challenges or prospects?] // Iran vo vtorom desjatiletii XXI veka: vyzovy i perspektivy, Pod red. Mamedovoj N. M., Kamenevoj M. S., Fedorovoj I. E. M.: IV RAN, Izdatel' Vorob'ev, 2016. P. 75-86.
4. Druzhilovskiy S. B. K voprosu ob jevoljucii i haraktere rossijsko-iranskih otnoshenij [On the evolution and nature of Russian-Iranian Relations] // Iran v uslovijah novyh geopoliticheskikh realij (k 40-letiju Islamskoj revoljucii), отв. ред. Dunaeva E. V. M.: ООО «Sadra», 2019. P. 144 -153.
5. Doroshenko E. A. Prichiny uspeha duhovenstva v zahvate vlasti v revoljucii 1978-1979 gg. [The reasons for the success of the clergy in seizing power in the 1978-1979 revolution] // Iran v uslovijah novyh geopoliticheskikh realij (k 40-letiju Islamskoj revoljucii), отв. ред. Dunaeva E.V. M.: ООО «Sadra», 2019. P. 67-79.
6. Kazem-zadeh F. Bor'ba za vlijanie v Persii. Diplomaticheskoe protivostojanie Rossii i Anglii, [Struggle for influence in Persia. Diplomatic confrontation between Russia and England]. M.: ZAO Centropoligraf, 2004, 542 p.
7. Kozhanov N. A., Isaev L. M. (2019), Iran i sankcii: opyt preodolenija i vlijanie na social'no-jekonomicheskoe razvitie, [Iran and sanctions: the experience of overcoming and influencing socio-economic development] // Azija i Afrika segodnja. 2019. No. 7. P. 24-31.
8. Kozhanov N. A., Bogachjova A. S. Islamskaja Respublika Iran v poiske svoego «ja»: revoljucionnoe novatorstvo ili preemstvennost? [The Islamic Republic of Iran in search of its self: revolutionary innovation or continuity?] // Vestnik MGIMO-Universiteta. 2020. Vol. 13. No. 2. P. 141-162.
9. Mustafabeyli A. M. K voprosu o zhiznesposobnosti Islamskoj Respubliki Iran (IRI), [On the viability of the Islamic Republic of Iran (IRI)] // Vestnik diplomaticheskoy akademii MID Rossii. Rossiya i mir. 2016. No. 3. P. 56-69.

10. Mamedova N. M. Islamskij faktor v razvitii sovremennogo Irana, [The Islamic factor in the development of modern Iran], Iran v uslovijah novyh geopoliticheskikh realij (k 40-letiju Islamskoj revoljucii), otv. red. Dunaeva E.V. M.: OOO «Sadra», 2019. P. 106-122.

11. Naseri S. H. Shejhsarai N. Islamskaja revoljucija v predvidenii budushhego, [The Islamic revolution in anticipation of the future] // Iran v uslovijah novyh geopoliticheskikh realij (k 40-letiju Islamskoj revoljucii), otv. red. Dunaeva E. V. M.: OOO «Sadra», 2019. P. 218-244.

12. Sanaei M. O strategii i taktike vneshnej politiki IRI (regional'nyj kontekst), [On IRI foreign policy strategy and tactics (regional context)] // Iran v uslovijah novyh geopoliticheskikh realij (k 40-letiju Islamskoj revoljucii), otv. red. Dunaeva E. V. M.: OOO «Sadra», 2019. P. 132-143.

13. Fedorova Ju. E. Princip Tavhida kak osnovanie ideologii islamskogo pravlenija v Irane (na materiale rabot Mortazy Motaharri) [The Tawhid principle as the basis of the ideology of Islamic governance in Iran (based on the works of Morteza Motahhari)] // Iran v uslovijah novyh geopoliticheskikh realij (k 40-letiju Islamskoj revoljucii), otv. red. Dunaeva E. V. M.: OOO «Sadra», 2019. P. 26-41.

14. Horramshad M.–B., Mottagi A. Rol' Islamskoj revoljucii v ukreplenii «umnoj sily» Islamskoj Respubliki Iran, [The Role of the Islamic Revolution in strengthening the smart power of the Islamic Republic of Iran] // Iran v uslovijah novyh geopoliticheskikh realij (k 40-letiju Islamskoj revoljucii), otv. red. Dunaeva E.V. M.: OOO «Sadra», 2019. P. 154-174.

15. Doran M. Azerbaijan in the struggle for Eurasia // Baku dialogues. Policy perspectives on the Silk Road region. 2022. Vol. 5. No. 2. P. 18-44.

16. Uygur H. Arap bahari sonrasi bölgesel gelişmeler ışığında Türkiye-Iran ilişkileri // Türk dış politikası yilligi 2017. SETA vakfı iktisadi işletmesi. 2018. 1 baskı. İstanbul. P. 89-114.

#### ОБ АВТОРЕ / ABOUT THE AUTHOR

**Гулиев Орхан Эльшадович**, аспирант, Астраханский государственный университет, 414056, ул. Татищева, 20а, г. Астрахань, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-1187-9420>, [orhanguliev96@mail.ru](mailto:orhanguliev96@mail.ru)

**Guliev Orhan Elshadovich**, postgraduate student, Astrakhan State University, 414056, 20a Tatishcheva Str., Astrakhan, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-1187-9420>, [orhanguliev96@mail.ru](mailto:orhanguliev96@mail.ru)

Дата поступления в редакцию: 07.04.2023

После рецензирования: 22.04.2023

Дата принятия к публикации: 03.06.2023

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 212-217  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):212-217

ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
POLITICAL SCIENCE

Научная статья / Original article

УДК 303.02:321

DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.23

Елена Николаевна Максимова  
[Elena N. Maksimova]

К вопросу о применимости  
синергетического подхода в  
политических исследованиях

On the applicability of the synergetic  
approach in political research

Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, Россия /  
Sevastopol State University, Sevastopol, Russia, [astarta\\_05@mail.ru](mailto:astarta_05@mail.ru)

**Аннотация.** В статье обобщаются некоторые положения синергетики и оценивается возможность их применения к объектам политической науки. Автор предполагает, что синергетический подход применим к исследованию политических процессов и динамических состояний политических систем. Уточняются особенности политических систем с точки зрения синергетики: сочетание организационных и саморганизационных начал; открытость и динамичность; нелинейность и многоуровневость. Делается вывод о применимости синергетического подхода в исследованиях стабильных и нестабильных состояний политических систем, а также о перспективности использования адаптированных положений синергетики в объяснении кризисных явлений и переходных процессов в политике.

**Ключевые слова:** синергетика, синергетический подход, политическая система, динамика политической системы, методы политологии

**Для цитирования:** Максимова Е. Н. О применимости синергетического подхода в политических исследованиях // *Современная наука и инновации*. 2023. №2 (42). С. 212-217. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.23>

**Abstract.** The article summarizes some provisions of synergetics and assesses the possibility of their application to the objects of political science. The author suggests that the synergetic approach is applicable to the study of political processes and dynamic states of political systems. The features of political systems from the point of view of synergetics are clarified: a combination of organizational and self-organizational principles; openness and dynamism; nonlinearity and multilevelness. The conclusion is made about the applicability of the synergetic approach in studies of stable and unstable states of political systems, as well as about the prospects of using adapted provisions of synergetics in explaining crisis phenomena and transitional processes in politics.

**Key words:** synergetics, synergetic approach, political system, dynamics of the political system, methods of political science

**For citation:** Maksimova E. N. On the applicability of the synergetic approach in political research // *Modern Science and Innovations*. 2023;2(42):212-217. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.23>

One of the key aspects of scientific research, regardless of the scientific direction, is the choice of research methods. As a rule, the construction of the research methodology is carried out on the basis of the essence and nature of the object under study. In political sciences, when studying fairly stable structures and institutions, comparative, systemic, historical and a number of other general scientific methods are actively used. The situation is different with the choice of methodology for the study of political processes. The diversity and variability of political processes,

the flow of which is characterized by contradictions at various levels, make it difficult to choose methods for their study. Many traditional methods do not allow fixing political dynamics; therefore, it becomes necessary to supplement them with a set of other methods that make it possible to take into account the variability of political processes and the various stages of their development. This circumstance actualizes the search for new research methods, usually related to other scientific areas. In this regard, the synergetic approach and the possibilities of its use in relation to the objects of political science are of interest. Thus, the purpose of the article is to analyze the main provisions of synergetics and evaluate their applicability to explain the dynamics of political systems.

Involving a synergetic approach as a methodological tool for explaining social and political processes is a relatively new practice. Synergetics as a science took shape in the 70s. XX century, its founder is the German physicist G. Haken. In his opinion, synergetics is the science of self-organization, the theory of “the joint action of many subsystems, which results in a (new) structure and corresponding functioning at the macroscopic level” [11, p.7]. Along with the theory of G. Haken, there are other conceptual developments in the science of self-organization, in particular, the theory of dissipative structures by the Belgian scientist of Russian origin I. Prigogine and the theory of dynamic chaos by the American researcher M. Feigenbaum.

The listed concepts are united by the understanding of the development process as a successive change of stable states of the system by unstable periods of chaotic behavior, as a result of which there is a transition to a new stable state (attractor). The choice of one or another development path occurs at the bifurcation point, depending on the characteristics of the fluctuations of the system itself. On this occasion, Academician N. N. Moiseev wrote that the development of any complex system occurs in some attractor, that is, in some limited "area of attraction" of one of the stable or quasi-stable states of the system. Complex nonlinear systems can have a large number of attractors. Due to a number of circumstances, the situation may one day change qualitatively, and the system relatively quickly passes into a new attractor (in other words, into a new channel of evolution). Such a restructuring of the system is called bifurcation. It is essential that the post-bifurcation state of the system is practically unpredictable, it makes sense to talk only about possible scenarios or general trends of further development based on the general laws of the material world. Thus, the evolution of any complex system consists of a series of calm (“Darwinian”, evolutionary) periods with periods of rapid catastrophic rearrangements [6, p. 123-124].

Synergetics uses a mathematical terminological language that is universal for many sciences. Characterizing synergetics as a science, physicist Yu. A. Danilov notes its features. Unlike traditional areas of scientific knowledge, synergetics is interested in the general patterns of evolution of systems of any nature. Abstracting from the specific nature of systems, synergetics acquires the ability to describe their evolution in a generalized language, establishing a kind of isomorphism of two phenomena studied by means of two different sciences, but reduced to a common model. The discovery of the unity of the model allows synergetics to make the property of one field of science accessible to the understanding of representatives of a completely different field. Yu. A. Danilov emphasizes that synergetics is by no means one of the frontier sciences (such as physical chemistry or mathematical biology) that arise at the junction of two sciences. According to G. Haken, synergetics is called upon to play the role of a kind of metascience, noticing and studying the general nature of those patterns and dependencies that some sciences considered “their own” [4].

Thus, the natural sciences and synergetics are correlated, while the question of the degree of applicability of synergetics to the explanation of those phenomena that are the subject of study of social sciences remains open. Among social scientists, synergetics has a large number of apologists and no less number of critics. Corresponding member of the Russian Academy of Sciences, M. N. Rutkevich, arguing on the pages of the *Sotsis* magazine with supporters of the use of natural science methodology in the humanities (P. Sztompka [12] and L. M. Semashko [10]), here we are talking about sociology, writes that “... attempts to transfer individual concepts and theoretical ideas based on them that were created in one field of science to another, and, in particular, from natural science

to the social sciences, from nature to society, are not new. Since there were many of them, phenomena of this kind, in his opinion, can be considered as a special direction of research in the history of science, as its side "dead end" [9, p.13].

A different position is taken by V. Pantin and V. Lapkin. For them, the question of the degree of applicability in humanitarian studies of the approaches and methods of individual natural disciplines (assuming the existence of a certain way established measure and - on this basis - a strict quantitative description of all phenomena considered by this discipline) seems to be one of the general methodological problems that are relevant not only for political sciences, but also for other social sciences. Scientists are convinced that this problem should be solved not by literally borrowing by political science the corresponding conceptual apparatus of a particular field of natural sciences, but primarily by adapting and rethinking the most important ideas and principles put forward within a specific natural science concept [7, p. 10].

Supporting the above point of view, we note that already today there are strong arguments in favor of using certain methods of the natural sciences in political research. First of all, this is due to the increase in the pace of development of social, economic and political processes, as well as the variety of forms of their manifestation. To implement research tasks, it is necessary to fix certain stages of the development of processes, while the traditional methods of the humanities do not allow you to fully get answers to questions of interest. Secondly, under the influence of globalization processes, not only the world economic structure has changed, but political systems have also undergone changes. In modern conditions, the circulation of resources, both at the global level and within a separate social system, is characterized by a high rate, which, in turn, cannot but complicate the system of production, management and distribution of resources. Therefore, the study of multilevel systems, taking into account the totality of their relationships, requires special tools. Thirdly, classical models of political systems (D. Easton, G. Almond, K. Deutsch) reflect the stable (equilibrium) aspect of the functioning of the system, while political crises and other manifestations of system instability cannot be explained in these models. Therefore, it is necessary to create such models of political systems that would take into account and explain the behavior of the system in non-equilibrium states. A synergetic approach can solve some aspects of this problem.

When using natural science methodology, in particular, a synergistic approach in the study of political processes, it must be taken into account that the patterns of development and functioning of natural systems cannot be fully transferred to the field of social sciences. In addition, it is necessary to be aware of another aspect of the use of synergetics within the framework of political science. Synergetics with its special vision of the ratio of "necessary" and "accidental" can contribute to the absolutization of the latter in politics, and thus become an excuse for the political mistakes of political elites or individual political leaders. In this case, synergetics can turn from a scientific tool into an ideological resource of power. It is advisable to use a synergistic approach to study only individual political phenomena. In our opinion, the political system, its development and evolution, is the scientific object to which synergetics can be applied.

In political science, attempts have already been made to use synergetics to study political objects. In particular, L. AND. Borodkin notes that with the help of non-linear models, modern authors are asking the question of which world - bipolar or tripolar - is more prone to war. At the same time, a no less traditional question is asked about the greater or lesser propensity for wars of democratic and autocratic states. Finally, the problem of the military threat is raised: when is it higher - in the system of dynamic alliances or in the presence of a set of disparate "lonely countries"? In addition, L. I. Borodkin points out that in the United States a synergetic approach is applied to the study of electoral campaigns. With the help of chaos theory, they study the dynamics of public opinion in campaigns for the nomination of candidates for the US presidency. American specialists are persistently accumulating data on long time series, which periodically "break off" into chaotic states. The value of this work is that over time it will allow creating a powerful base of texture and primary generalizations, which will enable the science of predicting chaotic situations and managing them to "grow" in the future [2].

Also, synergetic models were used in the field of political psychology to study the dynamics of the political mentality of Russian society (A. V. Mitina, V. F. Petrenko). The units of analysis were the political attitudes of individuals, expressed in the support of certain political parties. The construction of the operational model was based on semantic spaces, which were built according to the results of the "scaling" of political parties that carry certain political guidelines. Further, generalized factors were determined, with the help of which the coordinate axes of the semantic space were set. In turn, the objects of analysis - political parties - were set as coordinate points within the resulting space, and the value of the projection of objects on the semantic axes showed the degree of agreement of the political party with the content specified by this factor. And, finally, to reflect the dynamics of space, an additional time axis was introduced.

There is experience in applying a synergistic approach in the framework of political research on the example of the analysis of political-power interaction in territorial communities, reflected in the dissertation of L. IN. Boyko-Boychuk. Continuing the development of the synergetic conceptual apparatus, the researcher proposed a new concept of "phase (zone) of bifurcation" and developed a classification of phases with such types as "intended" ("planned") and "unpredictable" bifurcation phase, as well as "soft" and "hard" ; deepened the concept of the socio-political "attractor" as a group of factors that keep the system in a stable state, and singled out such components of the socio-political "attractor" as an idea, leader, organization, order parameters; revealed the essence and meaning of the concept of "strange attractor" for socio-political practice and introduced the concept of the point of initiation of self-disorganization [1, p. 6].

As you can see, the synergetic approach is applied to the study of a wide variety of political objects, in this case systemic objects are no exception. At least some features of political (social) systems can be described from the point of view of the science of self-organization. Firstly, it is a combination of self-organizing and organizational principles within the political system. G. AND. Ruzavin writes about this: "The fundamental difference between social systems and natural systems lies, first of all, in the fact that in them self-organization is supplemented by organization, since people endowed with consciousness act in society, setting themselves certain goals, guided by the motives of their behavior and value orientations. Therefore, the interaction of organization and self-organization, random and necessary, forms the basis for the development of social systems" [8, p. 63]. Moreover, political systems carry a significant organizational potential, due to the fact that in politics, in comparison with other areas of society, the function of achieving goals is realized. The possibility of achieving the set goal within the framework of the political system is potentially higher due to its substantive basis - power.

Second, political systems are open and dynamic. The characterization of a political system as a dynamic formation suggests that the system is under the influence of various external forces, as a result of which it changes over time. In general, the dynamic states of systems are opposed to the states of relative equilibrium. We can say that the unstable states of the system are a special case of the manifestation of system dynamics. The openness of a political system means that the system, in the course of its functioning, interacts with other political systems: it perceives the influence of systems and / or itself has the ability to influence the functioning of other systems. Interaction is carried out through the exchange of energy (information, resources). Modern political systems are open, with the exception of only political systems with a totalitarian, or rigidly authoritarian regime of functioning; but even these systems can be called closed only conditionally.

Third, political systems are non-linear systems. Unlike linear systems, when under an external action the response of the system turns out to be generally proportional to this action, the quality of nonlinearity suggests that the system's response to an external action is not proportional to this action, and also the system will behave at different times under the same external influence on it. under various laws. On this occasion, A. V. Mitina and V. F. Petrenko write that "a nonlinear system has stable and unstable stationary states. Moreover, the same stationary state of such a system can be stable under certain conditions, and unstable under others. Stable stationary states are characteristic of the system itself, while unstable ones characterize the moments of actual changes in it. Changing nonlinear systems are distinguished by the multiplicity of stationary states, the unity

of their stability and instability. This creates a phenomenon of complex and diverse behavior that does not fit into a single theoretical scheme and, possibly, unpredictable in certain periods of time [5, p. 338].

Characteristics of elements (subsystems) of linear and nonlinear systems are different. In linear systems, subsystems weakly interact with each other, while the whole system can be reduced to the sum of its parts, while the subsystems of nonlinear systems are in complex relationships with each other. In a linear system, for example, such is any complex technical system, an element can be replaced by a new one, while the nature of the relationship between the elements of the system, as well as the nature of the functioning of the system itself, will not undergo significant changes. The situation is different with social systems, including political ones. Here it is impossible by installing the necessary element to make the system function more efficiently. For example, it is impossible to replace an inefficient form of government with a new one without affecting other elements of the system. It is impossible to replace one element and get the original quality of the political system; moreover, non-linear systems, especially in unstable states, react disproportionately even to small actions. As a result of adding the elements of the system, its quality will acquire a completely different character, that is, with respect to a nonlinear system, the statement is true: the system as a whole is not equal to the sum of its elements.

Fourthly, political systems are complex multilevel formations. A. Vengerov, in connection with this property of political systems, writes: "... synergistic "management" of politics should, first of all, include an understanding of the political system as a multi-level one. This means that in order to solve any problems, it is not enough to act only at one level, for example, at the macro level, believing that the changes that will occur at the macro level can rebuild the entire political system. Further, politics as a multi-level system turns out to be very susceptible to resonant phenomena. Resonances in politics are, as a rule, the imposition of one crisis on another (economic on political, legal on political), intensification of their intensity, combination of unidirectional political processes, attraction to social attractors of various political parties, social forces [3, p. 67].

Thus, the synergetic approach has certain prospects in the study of political objects, in particular, political systems. This approach is applicable to explaining the functioning of political systems, describing their stable and unstable states. At the same time, there are some limitations in using the synergistic approach. First of all, they are associated with the complexity and high formalization of the methodology of synergetics, which cannot be used in political research without adaptation. Nevertheless, the terminology of synergetics seems to be quite promising for studying crisis phenomena in politics, understanding transitional processes and other transformations of political objects.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бойко-Бойчук Л. В. Синергетический подход в политических исследованиях (на примере анализа политико-властного взаимодействия в территориальных громадах в Украине): автореф. дис. ... канд. полит. наук: 23.00.01. теория и история политической науки. Киев, 2006. 23 с. (на укр. яз.)
2. Бородкин Л. И. Методология анализа неустойчивых состояний в политико-исторических процессах // Международные процессы. 2005. Т. 3. № 1 (7). URL: <http://www.intertrends.ru/seventh/001.htm> (дата обращения: 12.12.2022).
3. Венгеров А. Синергетика и политика // ОНС. 1993. № 4. С. 55-69.
4. Данилов Ю. А. Роль и место синергетики в современной науке. Московского международного синергетического форума. URL: [www.synergetic.ru/science/index.php?article=dan2](http://www.synergetic.ru/science/index.php?article=dan2) (дата обращения 15.12.2022).
5. Митина О. В., Петренко В. Ф. Синергетическая модель политического сознания. М., 2005. 236 с.
6. Моисеев Н. Н. Системная организация биосферы и концепция коэволюции // Общественные науки и современность. 2000. № 2. С. 123-130.

7. Пантин В. И., Лапкин В. В. Эволюционное усложнение политических систем: проблемы методологии и исследования // Polis. 2002. №2. С. 6-19.
8. Рузавин Г. И. Самоорганизация и организация в развитии общества // Вопросы философии. 1995. № 8. С. 63-72.
9. Руткевич М. Н. Естествознание и социология. О правомерности трансляции понятий // Социс. 2002. № 3. С. 12-18.
10. Семашко Л. М. Тетрасоциология – социология четырех измерений. К постановке проблемы // Социс. 2001. № 9. С. 20-28.
11. Хакен Г. Синергетика. М.: Мир, 1980. 406 с.
12. Штомпка П. Понятие социальной структуры: попытка обобщения // Социс. 2001. № 9. С. 3-13.

#### REFERENCES

1. Bojko-Bojchuk L. V. Sinergeticheskij podhod v politicheskikh issledovanijah (na primere analiza politiko-vlastnogo vzaimodejstvija v territorial'nyh gromadah v Ukraine) : avtoref. dis. ... kand. polit. nauk: 23.00.01. teorija i istorija politicheskoy nauki. Kiev, 2006. 23 p. (In Ukr.)
2. Borodkin L. I. Metodologija analiza neustojchivykh sostojanij v politiko-istoricheskikh processah // Mezhdunarodnye processy. 2005. T. 3. No. 1 (7). URL: <http://www.intertrends.ru/seventh/001.htm> (accessed: 12.12.2022).
3. Vengerov A. Sinergetika i politika // ONS. 1993. No. 4. P. 55-69.
4. Danilov Ju. A. Rol' i mesto sinergetiki v sovremennoj nauke. Moskovskogo mezhdunarodnogo sinergeticheskogo foruma. URL: [www.synergetic.ru/science/index.php?article=dan2](http://www.synergetic.ru/science/index.php?article=dan2) (accessed:15.12.2022).
5. Mitina O. V., Petrenko V. F. Sinergeticheskaja model' politicheskogo soznaniya. M., 2005. 236 p.
6. Moiseev N. N. Sistemnaja organizacija biosfery i koncepcija kojevoljucii // Obshhestvennye nauki i sovremennost'. 2000. No. 2. P. 123-130.
7. Pantin V. I., Lapkin V. V. Jevoljucionnoe uslozhnenie politicheskikh sistem: problemy metodologii i issledovanija // Polis. 2002. No. 2. P. 6-19.
8. Ruzavin G. I. Samoorganizacija i organizacija v razvitii obshhestva Voprosy filosofii. 1995. No. 8. P. 63-72.
9. Rutkevich M. N. Estestvoznание i sociologija. O pravomernosti transljaccii ponjatij // Socis. 2002. No. 3. P. 12-18.
10. Semashko L. M. Tetrasociologija – sociologija chetyreh izmerenij. K postanovke problemy // Socis. 2001. No. 9. P. 20-28.
11. Haken G. Sinergetika. M.: Mir, 1980. 406 p.
12. Shtompka P. Ponjatие social'noj struktury: popytka obobshhenija // Socis. 2001. No. 9. P. 3-13.

#### ОБ АВТОРЕ / ABOUT THE AUTHOR

**Максимова Елена Николаевна**, доктор политических наук, профессор, профессор кафедры «Востоковедение и африканистика», Севастопольский государственный университет, тел.: +79788242324, [astarta\\_05@mail.ru](mailto:astarta_05@mail.ru)

**Maksimova Elena Nikolaevna**, Doctor of Political Sciences, Professor, Professor of the Department of Oriental and African Studies, Sevastopol State University, tel.: +79788242324, [astarta\\_05@mail.ru](mailto:astarta_05@mail.ru)

Дата поступления в редакцию: 07.04.2023  
После рецензирования: 22.04.2023  
Дата принятия к публикации: 03.06.2023

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 218-225  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):218-225

ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
POLITICAL SCIENCE

Научная статья / Original article

УДК 327.2: 620.9 (262.81)  
DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.24

Арбахан Курбанович Магомедов  
[A.K. Magomedov]<sup>1,2</sup>

«Возвращение» Каспийских энегоресурсов  
в центр современной геополитики: к  
формированию «пост-февральской»  
энергетической картины мира

The "return" of the Caspian energy resources  
to the center of modern geopolitics: to the  
formation of the "post-february" energy  
picture of the world

<sup>1</sup>Российский государственный гуманитарный университет, г. Москва, Россия /  
Russian State University, Moscow, Russia, [armagomedov@gmail.com](mailto:armagomedov@gmail.com)

<sup>2</sup>Московский государственный лингвистический университет, г. Москва, Россия /  
Moscow State Linguistic University, Moscow, Russia, [armagomedov@gmail.com](mailto:armagomedov@gmail.com)

**Аннотация.** Статья посвящена тому, как украинский кризис 2022 г., а также подрыв газопровода «Северный поток» начали перестройку системы европейской энергетической безопасности. Эти события вернули Каспийский регион в центр международной энергетической геополитики. ЕС хочет в течение одного года сократить зависимость от экспорта российского газа. В данной ситуации многие европейские правительства обратили свой взор на азербайджанский газ на казахстанскую нефть как на "спасательный круг" в условиях нарастания кризисной ситуации. Эта перспектива означает, что резко возрастает значимость каспийских углеводородов, а вместе с ней новый взлет каспийских государств как важных нефтегазовых игроков Северной Евразии.

**Ключевые слова:** Каспий, украинский кризис, азербайджанский газ, казахская нефть, ЕС, новый энергетический порядок, нероссийские альтернативы

**Для цитирования:** Магомедов А.К. «Возвращение» Каспийских энегоресурсов в центр современной геополитики: к формированию «пост-февральской» энергетической картины мира // Современная наука и инновации. 2023. №2 (42). С. 218-225. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.24>

**Abstract.** The article is devoted to how the Ukrainian crisis of 2022, as well as the explosion of the Nord Stream gas pipeline, began the restructuring of the European energy security system. These events have returned the Caspian region to the center of international energy geopolitics. The EU wants to reduce dependence on Russian gas exports within a year. In this situation, many European governments turned their attention to Azerbaijani gas and Kazakh oil as a "lifeline" in the face of a growing crisis. This prospect means that the importance of the Caspian hydrocarbons is growing sharply, and with it the new rise of the Caspian states as important oil and gas players in Northern Eurasia.

**Key words:** Caspian, Ukrainian crisis, Azeri gas, Kazakh oil, EU, new energy order, non-Russian alternatives

**For citation:** Magomedov A.K. "Return" of Caspian Energy Resources to the Center of Modern Geopolitics: towards the Formation of a "Post-February" Energy Picture of the World // Modern Science and Innovations. 2023;2(42):218-225. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.24>

**Введение.** За последнее десятилетие ситуация с энергетической политикой в Каспийском регионе напоминала «американские горки». После того, как в 2005г. в триумфальной обстановке был открыт нефтепровод Баку-Тбилиси-Джейхан (БТД), Каспийский бассейн начал терять свою энергетическую притягательность. Однако «пост-февральский» мир, возникающий с момента начала специальной военной операции в Украине, изменил все наметившиеся тренды мирового энергетического развития. Такие события, как сланцевая революция, поворот к «зеленой» энергетике в развитых странах мира, а затем пандемия коронавируса уменьшили спрос на каспийские энергоресурсы. В контексте этих изменений прежде многообещающие инфраструктурные проекты, как, например, «Южный газовый коридор», доставляющий газ из азербайджанских месторождений на рынки Южной Европы, план Транскаспийского газопровода и др., потеряли свою былую коммерческую перспективу. Однако пост-ковидная эпоха, сопровождающаяся быстрым экономическим восстановлением, стала нуждаться во всех больших объемах нефтегазового сырья. Каспийские энергоресурсы снова стали востребованным товаром на мировых рынках. Украинский кризис и начавшаяся вместе с ним «пост-февральская» эпоха задали новые темпы и новые перспективы для каспийской энергетической политики. Прежде чем анализировать ключевые параметры «пост-февральской каспийской энергоресурсной политики, необходимо уделить небольшое внимание основным «до-февральским» трендам.

**Материалы и методы исследования.** Эмпирическая база исследования представлена правовыми и политическими документами, отражающими энергетическую стратегию Евросоюза после начала специальной военной операции в Украине в феврале 2022г., а также официальные материалы администраций прикаспийских государств: о стратегическом партнерстве между ЕС и Азербайджаном, экспертные материалы аналитических и правительственных структур каспийских стран и т. д. В процессе анализа вопросов, связанных с различными ракурсами энергетической политики ЕС и каспийских государств, автор придерживался принципа объективности. В исследовании также были задействованы методы институционального и системного анализа, давшие возможности провести комплексный анализ «пост-февральской» энергетической картины в каспийском регионе.

#### **Результаты исследования.**

**1. Сланцевая революция, «зеленая энергетика» и их последствия для каспийского нефтегазового бизнеса. Мир на пороге формирования «нового энергетического порядка».**

События на мировой энергетической сцене, которые произошли после начала пандемии коронавируса, породили сенсационные и алармистские прогнозы. Достаточно привести некоторые из таких высказываний: «Нефть, как важнейшая составляющая мировой политики и экономики, закончилась», «Нефть рискует превратиться в мертвый актив», «Нефть и газ перестали существовать как политический фактор», «Черное золото» золотом уже не является» [2]. Для Каспия данные и подобные им прогнозы (о том, что в ближайшие годы прибрежным странам не стоит надеяться на нефтегазовые доходы уровня 2019г.) могли иметь критические последствия. Не секрет, что нефть и газ были основой силы и финансового благополучия стран Каспия. Любое резкое падение цен на углеводородное сырье могло стать сильным ударом по их экономике. Для постсоветских стран Прикаспия нефтяной бум 2000-х гг. позволил создать финансовую основу для экономического умиротворения населения и политического авторитаризма в Азербайджане, Казахстане и Туркмении. О том, насколько эти государства чувствительны к снижению углеводородных цен, свидетельствует тот факт, что обвал цен на углеводородное сырье в 2014 г. породил проблемы для этой модели сырьевого капитализма.

Однако вряд ли пандемия коронавируса стала главным фактором казавшегося заката Каспия как энергетического региона Северной Евразии, а прикаспийских государств как важных игроков мировой энергетической сцены. Эти высказывания нельзя признать справедливыми в полной мере. Пандемия коронавируса и связанная с ней пауза в мировой

экономике вызвали кратковременный кризис в нефтедобывающих странах. Однако это не означает, что начался процесс упадка прикаспийских государств как нефтегазовых игроков Северной Евразии. Коронавирусный фактор лишь в небольшой степени изменил энергетический мир и задал новые тренды для энергетической геополитики.

Существовали и иные факторы, повлиявшие на остановку развития нефтегазового бизнеса в каспийских странах. Одним из таких факторов стала «сланцевая революция» в США. Развитие новых технологий бурения позволило добывать ранее недоступные запасы ископаемого топлива. В последнее десятилетие международный энергетический порядок претерпел существенные изменения. Новые технологии для гидроразрывов пластов (фрекинг) и горизонтальное бурение позволили энергетическим компаниям США получить доступ к обширным и ранее недоступным запасам сланцевых нефти и газа. К тому же в 2015 году Конгресс США снял давний запрет на экспорт нефти. Неожиданный бум добычи сланцевой энергии с 2007 года превратил США из чистого импортера энергоносителей в крупного экспортера нефти и природного газа. После своего избрания на пост президента США в 2016 г. Трамп объявил о новой энергетической доктрине Америки, направленной на обеспечение независимости от крупных экспортеров нефти, объединенных в картель ОПЕК [12]. Сланцевая революция в Северной Америке превратила Соединенные Штаты, прежде чистого импортера энергоносителей, в крупного экспортера нефти и сжиженного природного газа (СПГ).

Другим важным фактором, оказывающим влияние на изменение мирового энергетического порядка, стало распространение и широкое использование возобновляемых источников энергии в промышленно развитых странах. Последнее обстоятельство необходимо отметить особо, поскольку оно может оказать непосредственное влияние на страны Каспийского региона. Речь идет о так называемой «зеленой революции» в энергетике и связанного с ней процесса постепенного перевода автопарка ЕС на электродвигатель. Можно с полной уверенностью говорить о наступлении «нового мирового энергетического порядка», в котором снижается роль традиционных производителей нефти в условиях роста производства нетрадиционной энергетики и перехода к низкоуглеродной экономике (LCE) [11, p. 1310].

Данные процессы ведут к пересмотру привычной энергетической карты мира. Описанные факторы привели к снижению цен на нефть, которые в 2019 г. составляли около \$ 65 за баррель, что намного ниже своего пикового уровня среднегодового значения, которое колебалось в районе 109 долларов США в 2012 году. В результате экономики нефтезависимых стран, в том числе Прикаспийского региона, начали страдать из-за потери ресурсной ренты и, следовательно, вынуждены были корректировать свои бюджеты. Каспийский регион начал терять свое геополитическое и экономическое значение для Запада. Как отмечает Фарид Гулиев, сотрудник гессенского университета Юстуса Либига (Гессен, Германия), с момента падения цен на нефть в 2014 г. не наблюдалось крупных энергетических инвестиций в Каспийском регионе, а несколько ведущих международных нефтяных компаний, такие как Statoil, ExxonMobil и Chevron, продали свои доли в крупных азербайджанских энергетических проектах [8, p. 2-7].

Что касается восточного побережья Каспийского моря, то расположенные здесь Казахстан и Туркменистан начали ориентироваться на азиатские рынки, где такие страны, как Китай и Индия, по-прежнему полагаются на традиционное ископаемое топливо. В более сложной ситуации оказался Азербайджан, который долго строил дорогостоящую газотранспортную систему «Южный газовый коридор», соединяющую западную часть Каспийского моря с Грецией и Италией. Проект финансировался за счет займов международных кредитных институтов и собственных ресурсов государственного нефтяного фонда Азербайджана. Особая сложность для Азербайджана заключается в том, что собственные запасы газа в стране относительно скромные для заполнения такой масштабной трубопроводной сети, как «Южный газовый коридор». Без туркменского газа и подводного Транскаспийского трубопровода этот мегаинфраструктурный проект и сегодня может

оказаться экономически расточительным и морально устаревшим, особенно в контексте перехода на низкоуглеродные источники энергии в Западной Европе.

До начала сланцевой революции западные нефтяные компании охотно инвестировали в крупные энергетические проекты на Каспии, а внимание, которое США оказывало этому региону, имело решающее значение для успеха многих проектов. Однако сегодня ситуация совсем другая. Перспективы Транскаспийского газопровода кажутся еще более мрачными, чем прежде.

Что касается каспийских производителей, то американские власти риторически поддерживали идею строительства транскаспийского трубопровода, соединяющего Азербайджан и Туркменистан для поставок газа в Европу в качестве альтернативы российскому газу. Однако следует отметить, что это не главный приоритет в энергетической политике США в отношении Каспия, учитывая, что США сами стали теперь крупным производителем нефти и газа. Транскаспийский проект не осуществлен, поскольку не было никаких конкретных действий или каких-либо материальных вкладов в эту трубопроводную идею от правительства США. Для традиционных производителей нефти и газа региона, особенно Туркмении, это плохие новости [4]. В конечном счете страны Каспийского региона столкнулись с новыми проблемами, такими как низкие цены на энергоносители, низкая рентабельность существующих проектов и более слабые стимулы для международных нефтяных компаний участвовать в дальнейшем развитии каспийского нефтегазового бизнеса. Здесь необходимо подчеркнуть два обстоятельства. Во-первых, зарубежные корпорации начали постепенно терять интерес к каспийским энергоресурсам. Во-вторых, Каспийский бассейн перестал быть сферой американских национальных интересов, а каспийская нефть перестала иметь большую ценность для правительства США. Однако украинский кризис, заложивший основы формирующегося «пост-февральского» мира, вдохнул новую жизнь и задал новые перспективы каспийскому нефтегазовому бизнесу.

## **2. Украинские события и формирование нового энергетического порядка.**

Украинские события весны 2022г. полностью перестроившие проблемное поле европейской энергетической безопасности, еще больше усугубили данную тенденцию. Однако подлинным триггером, который обозначил поворот Евросоюза к каспийским энергоресурсам, стал подрыв газопроводных ниток «Северного потока», через которые российский газ с Ямала перекачивался в Германию. Виновницей этой диверсии сразу «назначили» Россию, которую начали обвинять в желании заморозить Европу. Еще до совершения теракта на «Северном потоке» западные СМИ в истеричном тоне начали политизировать вопросы энергетического бизнеса по линии Россия – Евросоюз. Наиболее характерным в этом ряду можно признать статью известного американского журналиста Томаса Фридмана под названием «Этой зимой Путин заставит людей выбирать между отоплением и едой», опубликованной в «Нью Йорк Таймс». В ней он пишет, что российский президент понял, что нашел тот тип холодной войны, в котором сможет победить – грядущей зимой он попытается в буквальном смысле заморозить европейские страны, перекрыв поставки нефти и газа с целью заставить Евросоюз бросить Украину. В атмосфере усиления энергетической войны он призвал США и их союзников перестать жить в вымышленном мире «зеленых фантазий» о скором переходе на чистую возобновляемую энергию и руководствоваться текущими геополитическими и энергетическими реалиями. В контексте данного признания подчеркивается, что «энергетическая политика США и их союзников должна выступить арсеналом демократии для того, чтобы пресечь разгул нефтепутинизма в Европе. Для выполнения этой задачи Америке нужно предоставить своим союзникам необходимые им объемы нефти и газа по разумным ценам, чтобы Путин не мог их шантажировать» [7].

Данные события обозначили новый международно-политический контекст, в рамках которого произошло второе за постсоветские десятилетия возрождение Каспия как энергетического ареала Евразии, имеющего стратегическое значение. Если отойти от громких заявлений и журналистской риторики, то после начала Россией специальной

военной операции на Украине, многие европейские правительства обратили свой взор на азербайджанский газ как на "спасательный круг" в условиях нарастания кризисной ситуации. ЕС хочет в течение года сократить зависимость от России. Эта перспектива означает, что резко возрастает значимость каспийских углеводородов, а вместе с ними турецких и южноевропейских газотранспортных проектов.

### **3. Европейский энергетический кризис и новая роль каспийских энергоресурсов.**

#### **3.1. Энергетическая дипломатия Брюссель – Баку.**

18 июля 2022 г. председатель Еврокомиссии Урсула фон дер Ляйен и комиссар ЕС по энергетике Кадри Симсон совершили официальный визит в Баку. Европейские чиновники провели переговоры с президентом Азербайджана Ильхамом Алиевым и министром энергетики Парвизом Шахбазовым. По итогам этих переговоров был подписан Меморандум о взаимопонимании и стратегическом партнерстве в сфере энергетики между Брюсселем и Баку, о чем сообщалось на сайте администрации президента Азербайджана [5].

В заявлении, сделанном после переговоров в Баку, европейские чиновники отметили, что этим актом они не только открывают новую главу в энергетическом сотрудничестве с Азербайджаном, который становится главной надеждой Евросоюза в деле ухода от энергетической зависимости от России, но и признают, что ключевым инструментом усиления энергетической кооперации между двумя сторонами становится Южный газовый коридор. Кадри Симон добавила, что у ЕС есть отчетливые намерения удвоить объем закупок природного газа у Азербайджана к 2027 г. [6].

Хотя в Европе надеются, что азербайджанский газ сможет восполнить недостаток российского, в Баку заявляют, что если Европа действительно хочет заменить каспийским газом российский, то ей нужно вкладывать большие инвестиции в добычу азербайджанских энергоресурсов [10].

Азербайджан имеет достаточное количество газа для экспорта в Европу, но нуждается в том, чтобы иностранные инвесторы и международные финансовые институты вмешались и разделили риски, заявил министр экономики Азербайджана Микаил Джаббаров во время своего выступления на мировом экономическом форуме в Давосе 23 мая 2022 г. Он указал, что еще в 2012 году, когда впервые началась разработка системы трубопроводов Южного газового коридора (ЮГК), по которой сегодня азербайджанский газ транспортируется в Европу, именно Азербайджан взял на себя основную часть рисков, обеспечив достаточное количество инвестиций в трубопроводы, разведку и добычу газа. Джаббаров отметил, что в последние годы реальный газовый сектор страны сильно недоинвестировался и, если Европа хочет увеличения поставок азербайджанского газа, то Запад должен вкладывать серьезные инвестиции в каспийский энергетический сектор. Для понимания остроты возникшей проблемы интересно привести следующий фрагмент его выступления: "Есть ли ресурсы на дополнительные поставки газа? Да, есть, и мы работаем над этим, этот процесс начался задолго до нынешней ситуации" [13].

Справедливости ради нужно отметить, что любой дополнительный газ, который Азербайджан может предложить Европе, даже в долгосрочной перспективе, по-прежнему представляет собой лишь малую долю от 155 миллиардов кубометров российского газа, который ЕС ежегодно импортирует. Азербайджан в настоящее время поставляет в Европу до 10 миллиардов кубометров газа в год со своего крупнейшего каспийского газового месторождения Шах-Дениз, который он транспортирует на запад через ЮГК – серию из трех отдельных трубопроводов, идущих из Азербайджана через Грузию, Турцию, Грецию и Албанию. а затем через Адриатику в Италию. Как текущая добыча газа в Азербайджане, так и мощность ЮГК близки к своим максимальным пределам, но их можно удвоить при значительных инвестициях. Комментарии Джаббарова подтверждают, что переговоры с международными партнерами об этих инвестициях продолжаются. Добыча на других азербайджанских месторождениях может быть увеличена, и 21 мая 2022 г. государственная энергетическая компания Азербайджана SOCAR заявила, что расширяет добычу на своем

газовом месторождении Умид, что увеличит добычу более чем в два раза до примерно 3 миллиардов кубометров в год.

### **3.2. Евросоюз и углеводородный потенциал Казахстана.**

5 июля 2022 г. российский суд приостановил на месяц работу нефтепровода Каспийского трубопроводного консорциума (КТК), по которому Казахстан поставляет большую часть своей нефти на мировые рынки. Подлинная причина этой с виду юридической коллизии носит политический характер. Нет никаких сомнений в том, что давление российских властей на КТК (по которому транспортируется около 80% казахстанской экспортной нефти через территорию России) стала ответом Москвы на стремление Казахстана использовать свой углеводородный потенциал для «стабилизации ситуации на мировых и европейских рынках», о чем президент страны Касым-Жомарт Токаев заявил во время телефонного разговора с президентом Европейского Совета Шарлем Мишелем 4 июля 2022 г. Потребность в такого рода помощи стала особенно острой с конца мая 2022 г., когда страны Евросоюза договорились "фактически сократить экспорт нефти из России в ЕС до конца этого года приблизительно на 90 процентов". Глава Казахстана также призвал ЕС к сотрудничеству в деле развития трансконтинентальных коридоров, включая транскаспийский [3].

Однако российское давление на Казахстан привело лишь к тому, что власти республики начали еще более активно рассматривать нероссийские альтернативы транспортировки своей нефти. Спустя день после того, как российский суд решил приостановить работу КТК, Касым-Жомарт Токаев провел совещание по развитию транспортно-транзитного потенциала страны, где заявил о важности диверсификации поставок нефти. При этом Токаев подчеркнул, что считает наиболее перспективным альтернативным вариантом транспорт нефти через Каспийское море [1].

Данное направление рассматривалось властями Республики Казахстан как потенциально перспективный маршрут экспорта республиканских энергоресурсов задолго до начала СВО в Украине. Так, осенью 2016 года Мажилис одобрил проект Закона «О ратификации Договора между Республикой Казахстан и Азербайджанской Республикой по поддержке в содействии транспортировке нефти из РК через Каспийское море и территорию АР на международные рынки посредством системы БТД». С учетом снижения производства нефти в Азербайджане (на 30% — с более чем 1 млн баррелей в сутки примерно до 0,74 млн баррелей в сутки за 2010-2021 годы), для акционеров БТД и казахстанских экспортеров перенаправление части сырья из Казахстана в этот трубопровод было бы взаимовыгодным.

**Выводы.** Новый энергетический порядок, связанный со сланцевой революцией и началом перехода к низкоуглеродной экономике в развитых странах Запада, оказал драматическое воздействие на прикаспийские страны в 2007 – 2019 гг. В указанный период ведущие мировые производители нефти и газа потеряли интерес к инвестированию в новые разработки каспийской энергетики. Многообещающая идея строительства газопровода по дну Каспийского моря (Транскаспийский трубопровод - ТКТ), соединяющий Туркмению с Азербайджаном, окончательно ушла в прошлое. Все чаще ставился вопрос о том, означают ли данные процессы упадок каспийских государств как нефтегазовых игроков Северной Евразии? Однако сегодняшние стремительные макроэкономические изменения, связанные с событиями в Украине, диверсией на российско – германском газопроводе «Северный поток», перестройкой всей европейской системы энергетической безопасности, задал новый импульс энергетической политике на Каспии. Данные процессы способны серьезно изменить характер энергетических и экономических взаимоотношений по линии Европа – Каспий.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. В Правительстве обсудили меры в связи с ситуацией на КТК // Официальный информационный ресурс Премьер-Министра Республики Казахстан. 2022. 6 июля. URL: <https://premierminister.kz/ru/news/v-pravitelstve-obsudili-mery-v-svyazi-s-situaciey-na-ktk-663043> (дата обращения: 15.07.22).

2. Клепач А. Нефтегазовые доходы не восстановятся раньше 2024-2025 годов. Коронавирус и принятые меры по самоизоляции влияют на ВВП и доходы населения гораздо существеннее, чем падение цен на нефть // Нефть и капитал. 2020. 14 мая, 11:26 <https://oilcapital.ru/article/general/14-05-2020/andrey-klepach-neftegazovye-dohody-ne-vozstanovyatsya-ranshe-2024-2025-godov> (дата обращения: 20.09.21).
3. Телефонный разговор Президента Республики Казахстан Касым-Жомарта Токаева с Президентом Европейского Совета Шарлем Мишелем 4 июля 2022 г. // Официальный сайт Президента Республики Казахстан. URL: <https://akorda.kz/ru/telefonnyy-razgovor-s-prezidentom-evropeyskogo-soveta-sharlem-mishelem-465120> (дата обращения: 21.08.22).
4. Arezki R., Matsumoto A. Shifting commodity markets in a globalized world, IMF. 2017. URL: <http://tiny.cc/vazvbz> (дата обращения: 20.09.21).
5. Azerbaijan, European Union signed MoU on Strategic Partnership in field of Energy // President of the Republic of Azerbaijan Ilham Aliiev. 18 July 2022, 16:20. URL: <https://president.az/en/articles/view/56689> (дата обращения: 18.09.22).
6. European Commission. Press release 18 July 2022. URL: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_22\\_4550](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_4550) (дата обращения: 18.09.22).
7. Friedman T. Putin Will Make People Choose Between Heating and Eating This Winter // New York Times. 13 September, 2022. URL: <http://www.nytimes.com/2022/09/13/opinion/putin-ukraine-winter.html> (дата обращения: 17.09.22).
8. Guliyev F. Caspian Energy Producers in the ‘New Oil Order’: Neglected by the West, Looking East // CAUCASUS ANALYTICAL DIGEST. No. 112, November 2019. P. 2-7.
9. Kumenov A. Russia Blocks Kazakhstan’s Main Outlet for Oil Export. Some Analysts Believe This is Payback for Nur-Sultan Offering Europe Help Stabilizing the Global Energy Market// EurasiaNet. 2022. 6 July. URL: <https://eurasianet.org/russia-blocks-kazakhstans-main-outlet-for-oil-exports> (дата обращения: 21.08.22).
10. O’Byrne D. Azerbaijan Says European “Underinvestment” in Fossil Fuels Hindering Efforts to Replace Russian Gas// EurasiaNet. 2022. 26 May. URL: <https://eurasianet.org/Azerbaijan-says-european-underinvestment-in-fossil-fuels-hindering-efforts-to-replace-russian-gas> (дата обращения: 21.08.22).
11. Van de Graaf Th. and Bradshaw M. Stranded wealth: Rethinking the politics of oil in an age of abundance // International Affairs. 2018. No. 94 (6). P. 1309–1328.
12. White House. President Donald J. Trump is unleashing American energy dominance, May 14, 2019. URL: <http://tiny.cc/9yw1bz> (дата обращения: 21.08.22).
13. World Economic Forum. Panel “Strategic Outlook: Eurasia”. Speakers: Mirec Dusek, Kairat Kelimbetov, Mikayil Jabbarov, Yang Ding, Odile Francoise-Renaud-Basso. 2022. 23 May. 10:00-10:45 GMT+1. URL: <https://www.weforum.org/events/world-economic-forum-annual-meeting-2022/sessions/strategic-outlook-eurasia-5b0fc2bd1c> (дата обращения: 21.08.22).

## REFERENCES

1. V pravitelstve obsudili mery v svyazi s situatsiei na KTK// Ofitsialnyi informatsionnyi resurs Premier-Ministra Respubliki Kazakhstan. 2022. 6 Iulya. URL: <https://premierminister.kz/ru/news/v-pravitelstve-obsudili-mery-v-svyazi-s-situatsiey-na-ktk-663043> (accessed: 15.07.22).
2. Klepach A. Neftegazovye dokhody ne vozstanovyatsya ranshe 2024-2025 godov. Koronavirus i prinyatye mery po samoizolyatsii vliyaiut na VVP i dokhody naseleniya gorazdo sushestvennee, chem padenie tsen na neft // Neft i kapital. 2020. 14 maya, 11:26 <https://oilcapital.ru/article/general/14-05-2020/andrey-klepach-neftegazovye-dohody-ne-vozstanovyatsya-ranshe-2024-2025-godov> (accessed:20.09.21).
3. Telefonnyi razgovor Prezidenta Respubliki Kazakhstan Kasym-Zhomart Tokaeva s Prezidentom Evropeyskogo Soveta Sharlem Mishelem 4 Iyulya 2022 g.// Ofitsialnyi sait Prezidenta Respybliki Kazakhstan. URL: <https://akorda.kz/ru/telefonnyy-razgovor-s-prezidentom-evropeyskogo-soveta-sharlem-mishelem-465120> (accessed: 21.08.22).

4. Arezki R., Matsumoto A. Shifting commodity markets in a globalized world, IMF. 2017. <http://tiny.cc/vazvbz> (accessed: 20.09.21).
5. Azerbaijan, European Union signed MoU on Strategic Partnership in field of Energy // President of the Republic of Azerbaijan Ilham Aliiev. 18 July 2022, 16:20. URL: <https://president.az/en/articles/view/56689> (accessed: 18.09.22).
6. European Commission. Press release 18 July 2022. URL: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_22\\_4550](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_4550) (accessed: 18.09.22).
7. Friedman T. Putin Will Make People Choose Between Heating and Eating This Winter // New York Times. 13 September, 2022. URL: <http://www.nytimes.com/2022/09/13/opinion/putin-ukraine-winter.html> (accessed: 17.09.22).
8. Guliyev F. Caspian Energy Producers in the ‘New Oil Order’: Neglected by the West, Looking East // CAUCASUS ANALYTICAL DIGEST. No. 112, November 2019. P. 2-7.
9. Kumenov A. Russia Blocks Kazakhstan’s Main Outlet for Oil Export. Some Analysts Believe This is Payback for Nur-Sultan Offering Europe Help Stabilizing the Global Energy Market// EurasiaNet. 2022. 6 July. URL: <https://eurasianet.org/russia-blocks-kazakhstans-main-outlet-for-oil-exports> (accessed: 21.08.22).
10. O'Byrne D. Azerbaijan Says European “Underinvestment” in Fossil Fuels Hindering Efforts to Replace Russian Gas// EurasiaNet. 2022. 26 May. URL: <https://eurasianet.org/Azerbaijan-says-european-underinvestment-in-fossil-fuels-hindering-efforts-to-replace-russian-gas> (accessed: 21.08.22).
11. Van de Graaf Th. and Bradshaw M. Stranded wealth: Rethinking the politics of oil in an age of abundance // International Affairs. 2018. No. 94 (6). P. 1309–1328.
12. White House. President Donald J. Trump is unleashing American energy dominance, May 14, 2019 <http://tiny.cc/9yw1bz> (accessed: 21.08.22).
13. World Economic Forum. Panel “Strategic Outlook: Eurasia”. Speakers: Mirec Dusek, Kairat Kelimbetov, Mikayil Jabbarov, Yang Ding, Odile Francoise-Renaud-Basso. 2022. 23 May. 10:00-10:45 GMT+1. URL: <https://www.weforum.org/events/world-economic-forum-annual-meeting-2022/sessions/strategic-outlook-eurasia-5b0fc2bd1c> (accessed: 21.08.22).

#### ОБ АВТОРЕ / ABOUT THE AUTHOR

**Магомедов Арбахан Курбанович**, доктор политических наук, главный научный сотрудник и профессор кафедры зарубежного регионоведения и внешней политики Российского государственного гуманитарного университета; профессор кафедры зарубежного регионоведения Московского государственного лингвистического университета, г. Москва, [armagomedov@gmail.com](mailto:armagomedov@gmail.com)

**Magomedov Arbakh Kurbanovich**, doctor of Political Sciences, Senior Researcher and Professor of the Department of Foreign Regional Studies and Foreign Politics, Russian State University for the Humanities; Professor of the Department of Foreign Regional Studies, Moscow State Linguistic University, Moscow, [armagomedov@gmail.com](mailto:armagomedov@gmail.com)

Дата поступления в редакцию: 07.03. 2023

После рецензирования: 22.04.2023

Дата принятия к публикации: 03.06.2023

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 226-235  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):226-235

ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
POLITICAL SCIENCE

Научная статья / Original article

УДК 323.2: 304.9/37  
DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.25

Ольга Сергеевна Гилязова  
[Olga S. Gilyazova]

Специфика молодежной политики  
современной России в контексте  
проблематизации принципа субъектности  
молодежи

The specific character of the contemporary  
Russian youth policy in the context of  
problematization of the youth subjectness  
principle

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия /  
Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia, [olga\\_gilyazova@mail.ru](mailto:olga_gilyazova@mail.ru)

**Аннотация.** Цель статьи состоит в рассмотрении специфики молодежной политики современной России путем анализа исторической ретроспективы становления молодежной политики в России, нормативно-правовой базы, ее основных теорий (а также видов и моделей), концептуализируемых в зависимости от особенностей восприятия молодежи (как проблемы или ресурса), места и роли молодежи (как субъекта или объекта). Методологической базой служит деятельностно-активистский подход, коренящийся на идеях ведущих социологов П. Бурдьё, Э. Гидденса, П. Штомпки. **Результаты:** выявляется зависимость молодежной политики от повестки дня главы государства, ее вторичность, этатически-патерналистская направленность, стремление к ужесточению контроля со стороны государства, дефицит публичности и информативности, обилие фикций и симуляций, архаизация, маркетинговая логика и т.п. Это объясняется тем, что молодежная политика подменяется ее подвидом – государственной молодежной политикой. В качестве мер по исправлению проблемных моментов молодежной политики предлагается сделать принцип субъектности молодежи реальным, а не голословным (через развитие институтов гражданского общества). **Вывод:** учитывая, что основным источником выявленных проблем является диссонанс между декларируемым в научно-теоретическом дискурсе и нормативно-правовом поле принципом субъектности молодежи в молодежной политике и отсутствием политической воли и условий для реализации этого принципа в практической деятельности, надежда на возможность существенного преобразования российской молодежной политики – является преждевременной.

**Ключевые слова:** государственная молодежная политика; молодежь; публичная политика; социализация; субъектность молодежи

**Для цитирования:** Гилязова О. С. Специфика современной российской молодежной политики в контексте проблематизации принципа субъектности молодежи // Современная наука и инновации. 2023. №2 (42): С. 226-235. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.25>

**Abstract.** The aim of the article is to consider the specific character of youth policy in contemporary Russia by retrospectively analyzing its establishment, its laws and regulations, its theories (types and models) conceptualized depending on youth perception patterns (as a problem or resource), the place and role of youth (as a subject or object). The action-activity-based approach, rooted in the ideas of leading sociologists P. Bourdieu, A. Giddens, P. Sztompka, serves as methodological framework. **Results:** The dependence of the youth policy on the president's agenda, its secondariness, its non-publicity and unformativity, governmental-paternalistic focus, abundant fictions and simulations, archaism, marketing logic, etc. have been revealed. These features are attributable to substitution of youth policy for its specific format – state (government)

youth policy. As corrective measures, it is proposed to make the youth subjectness principle real (through the development of civil society institutions). **Conclusion:** Considering that the identified problems stem from the dissonance between the youth subjectness principle declared in the scientific-theoretical discourse and regulatory environment and the absence of political will and conditions for actualizing this principle, the hope for fundamental transformation of the Russian youth policy is premature.

**Key words:** government youth policy; state youth policy; young people; youth; public policy; socialization; subjectivity; subjectness

**For citation:** Gilyazova OI. S. The specific character of the contemporary Russian youth policy in the context of problematization of the youth subjectness principle // *Modern Science and Innovations*. 2023;2(42):226-235. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.25>

**Introduction.** One should not predict the future, but rather make it possible (Antoine de Saint-Exupery, 1900-1944). This famous maxim of the famous French writer justifies the relevance of the topic of youth policy (see for example: [1]). The upbringing of young people has been given attention throughout nearly all the historical periods (by sharing the personal life experience in families, at schools, through doctrinal teachings, etc.). Yet, youth policy (YP) as a special area in activities of society and the government came to the fore slightly over one hundred years ago, while its scientific conceptualization gained attention in countries of Western Europe and in the United States only in the 1960s (when it became a concern of escalating importance due to youth-led protest movements).

The timeline of Russian YP is still debatable: While the fact that YP existed as an individual area of state governance during the Soviet period is recognized by most of the researchers, there is no consensus on its existence before the revolution. Nevertheless, some of YP elements (representing class-based YP) could be observed in Russia as early as in the 16<sup>th</sup> – 17<sup>th</sup> century [2].

There is no denying that full-fledged YP, its scientific conceptualization, legal and regulatory framework were established worldwide, including Russia, in the 20<sup>th</sup> century. In Russia, the impetus was given by the Soviet system and communism-ideology-related global transformations.

In the late Soviet period, two groups worked on scientific interpretation of YP as one of the priority areas of the state policy: The first group was headed by I.M. Ilinskiy the second group was headed by V.T. Lisovsky. The essence and the purpose (of high relevance ‘in all societies in all times’) of meaningful and dedicated YP were defined by I.M. Ilinskiy and his scientific school as “addressing the regulation of intergenerational relationships, the control of the process of continuity between generations and, hence, social development” [3, p. 436]. According to V.T. Lisovsky, YP can be seen as a ‘youth cross-section’ of public (national), municipal (regional, district) social and economic policy [4, p. 413].

We will hold to the first approach as more universal and containing the idea of youth subjectness, which is fundamental to contemporary reflections in this field and the roots of which (when it is seen as the ability to reach self-realization through conscious, rational, self-performed activity) are found in the works of Bulgarian scholar P.E. Mitev and Polish scholars M. Karwat and V. Milanowski. The youth is seen not only as the object of upbringing, but also as a subject of historical changes. I.M. Ilinskiy expands that idea, suggesting that subjectness should not only be recognized as a quality of the youth, but also be used as a linchpin [5].

It should be noted that in recent years, the theme of youth, in general, and YP, in particular, is taking on increasing importance and has become one of priorities in law-making as well as in social and humanities studies. This is proved by numerous youth-related international (UN and UNESCO) and European (EU, OECD) documents.

The principle of subjectness (in many respects similar to the concept of student agency in OECD documents and partway overlapping G. Biesta’s notion of subjectification [6]) has an important place in this theme: Subjectness is either addressed directly or implied. Therefore, we prefer to go with the sociologists who directly or indirectly dealt with this problem (first of all, in

the context of Russian realities). First and foremost, we are guided by works of the scholars representing the school of afore-mentioned I.M. Ilinskiy. Their contribution cannot be overstated, at it had a profound effect on scientific research in this field; it was also embodied in the respective legislative initiatives and draft legislation.

It was the group headed by I.M. Ilinskiy that spearheaded the development of the Law *On the General Principles of State Youth Policy in the USSR*. However, the law adopted in the waning days of the Soviet Union was doomed to a short life: The YP model promoted and controlled by the Communist Party of the Soviet Union became irrelevant in the new social, economic, and political environment [5].

The subsequent decades of post-Soviet Russia were characterized by the nearly total absence of unified YP. A lack of shared vision of the YP essence, principles and models resulted in numerous projects that had been ineffective or had been turned down before 2020. In addition, there was no robust institutional framework for efficient implementation of YP.

So, a real breakthrough in this field was made only in 2020 that ushered in two milestone events. On July 1, 2020, when sweeping changes were made to the Constitution of the Russian Federation: The notion of youth policy was introduced and incorporated into the constitution (Article 71), thus providing the foundation for much-needed designated YP-related legislation: Russia, unlike CIS countries and most of the European countries, did not have any general law regarding YP. And on December 30, 2020, when Federal Law No 489-FZ *On Youth Policy in the Russian Federation* was adopted to become the basic law on YP [7].

Its main advantage is that it recognized legislatively the active role of young people (as well as civil society institutions) in development and implementation of YP: The initiators of the law definitely heeded the comments of YP ideologists and decided to incorporate the perception of the youth not so much as the targeted object as the subject of transformation activity in society.

As we can see, the understanding of the significance of the subjectness principle in YP has reached the highest level of law-making. It is quite explicable: The applicability of the subjectness principle in YP is associated with its generative nature in relation to other aspects of YP, as the dividing line between different conceptual contents of YP runs between the YP orientation towards the youth as an active subject or as an object in relation to which certain actions are carried out.

Even though the existence of this dividing line is not denied, in reality, it is neglected (which is clearly seen from the fact that Russian researchers, officials and legislators tend to narrow down the youth policy to its subtype – the state (rather, government) youth policy, implying their total identity). Consequently, although in theory and in legislation, the first orientation is generally declared, the second one prevails in practice. Therefore, the subjectness principle in Russian YP or rather the inconsistency between its theoretical recognition and its practical implementation needs further scientific conceptualization and clarification.

This characterizes the *aim* and *novelty* of our article, which attempts to gain insight into the specific character of the Russian youth policy in the context of the principle of youth subjectness and through the prism of action-activity-based approach. The founders of this approach, which forms the *methodological groundwork* of our theoretical study, are such renowned sociologists as P. Bourdieu, A. Giddens, P. Sztompka. Its underlying idea is that modern society can be seen not only as objects (groups, organizations, etc.), but also as a ‘field of opportunities’ for social subjects so that they could actualize their active actions. With this in mind, we will be able to problematize the relationship between youth subjectness and the state in YP implementation in the present-day environment of Russia.

**The terminological framework.** In scientific literature, the term ‘youth policy’ acquires an independent meaning in the 1960; however, as demonstrated by the analysis of scientific literature and public documents, there is no uniform definition, which can be explained by absent consensus regarding the understanding and perception of the youth, its place and role in contemporary society. It has nothing to do with the disagreement between scholars and practitioners; rather, it can be explained by a dual nature of the youth, which is a biological and social phenomenon as well as a subject and object of socialization. There is still heterogeneity of youth cohorts, which is caused by

social inequality. At one extreme, there are the so-called kidults (kid + adult) who have an extended period of infantilism and carelessness, while at the other extreme, there are deprived young people from low-income families; the enjoyment of their childhood is curtailed, and they do not fit into the picture with the routes to success, mainstream cultural and social identification.

Usually, the thoughts about the youth imply the focus on the future, overlooking the fact that the youth is the driver of the present.

The youth category can be seen from three perspectives: a) as a carrier of age-related psychophysiological characteristics; b) as a political and subcultural phenomenon; c) as a subject of juvenile-adaptive processes [8].

Note that in the Russian discourse, all the three perspectives are present, though the first one prevails. The distinctive characteristics of the youth as an objective social phenomenon constituting a special age group, according to I.M. Ilinskiy, are associated with the idea of its dependence; young people tend to live ‘on credit’; they do not have personal independence in making decisions involving their life; they have to choose education, profession, marriage; they have to solve problems of their moral and spiritual identity [5].

The ambiguity and complexity of the contemporary youth phenomenon, when in the context of the post-modern world, the set of ages (chronological, social and psychological) is not congruent, prompts researchers to speak about the so-called ‘post-youth’ phenomenon, or (in the context of the thesaurus concept of the youth [9]) to believe that young people’s own identification as the youth must be the requirement for affiliation to the youth community.

In the meantime, this approach is associated with excessive relativism; therefore, we will opt for the legislator’s basic definition of the youth as a social-demographic group of people aged 14 to 35 years. Then, we will define YP as a system of ideas, beliefs, concepts about the place and role of the youth in society as well as a practical activity of different subjects of social action (including the youth itself), which is aimed to implement the system.

**Discussion and results.** The dual nature of the youth and its unstable position between childhood and adulthood imply that the social potential of the youth is problem-prone and paradoxical. The resulting bidirectional vectors of YP are as follows: 1) prevention and neutralization of problems of immediate importance for the youth (or caused by the youth) and 2) provision of the youth with new opportunities (see Table 1). The first approach is known as a problem-based approach, while the second one is a resource-based approach [10].

Table 1 – Characteristics of the problem-based and resource-based approaches to the youth

	<b>Problem-based approach</b>		<b>Resource-based approach</b>	
Type of youth perception by society	‘Problems of the youth’	‘The youth as a problem’	Utilitarian interpretation of the notion ‘resource’	Value-based interpretation of the notion ‘resource’
Description	Youth as a combination of difficulties specific for this particular life period of a person and arising during the person’s transit to adulthood	Youth as a problem-prone period for the other part of society	The youth as a resource of implementation of political decisions, projects, programs	The youth as a strategic asset
Type of youth policy	‘Social youth policy’	‘Youth policy of social control’	‘Youth mobilization policy’	‘Model of social education’

By and large, the YP ambiguity and complexity are associated with the balance between the perception of the youth as a “socially weak group, which needs unfailing social guardianship and protection” [11, p. 9], or – we would add – supervision and control, and as the main resource and driver of social development, an object and subject of investment policy.

We can state that the youth perception discourse prevailing in society (from the perspective of problem-based approach or resource-based approach) has an impact on the respective type of YP.

While the first perspective supports objectivity of the youth in YP, the other one opts for subjectness of the youth.

Thus, the conceptual content of YP depends on the answer to the questions: What role should be assigned to the youth in terms of YP implementation: an object or a subject, and what (or who) is the leading (or even sole) subject of this policy?

The subjectness principle is instrumental in differentiation between two main types of YP:

1) *government (state) youth policy (GYP)*, the subject of which is “the government represented by its special agencies whose activities are, to a greater or lesser degree, connected with human development (education, culture, physical fitness, labor, leisure, etc.)” [12, p. 584].

2) *non-government youth policy (NYP)*, the subjects of which are institutions of civil society, public and political (non-governmental) actors, sometimes transnational organizational-managerial structures and, the youth itself.

The diversity of NYP, which is not a priority for researchers who tend to focus their attention on GYP, suggests that its can be divided into several subtypes:

2a) *public youth policy (PYP)*, the subjects of which are different parties, trade unions, business communities, mass media, youth associations, young people.

A number of Russian researchers think that the focus should on PYP and its promotion through the social intersectoral partnership including the government, the third sector (non-profit organizations), political structures, business and the youth. Depending on the willingness of young people to be actively involved in the process of implementation of the youth policy, the above partnership can be implemented in the format of any of three models: subject-subjective; subjective-developing and subject-objective.

2b) *antisocial youth policy (AYP)*, which is of an antisocial nature, and its subjects are “extremist and terrorist groups and organizations, religious sects, and criminal structures as well as movements targeting the youth, for example, the AUE criminal movement popular among representatives of disadvantaged young people” [8, p. 447].

2c) *anti-systemic youth policy*, subjects of which are opponents of the ‘system,’ i.e. of the existence of a political system and the government as its main institution. The spirit of civic (digital, as of today) activism has been always inherent in young people due to their youthful maximalism, excitability, enthusiasm, immaturity, etc. Notably, German sociologist K. Mannheim saw the main function of the youth in being ‘a revitalizing agent’ of social life.

However, for the ideological purpose, GYP representatives tend to intentionally overlook the difference between the two last subtypes of NYP – the antisocial and anti-systemic youth policies.

P.A. Merkulov, A.L. Eliseev, D.V. Aronov [13] single out the so-called ‘negative youth policy’ as an individual type of GYP; however, we share S. Chirun and M. Chirun’ opinion that in this case “it refers to the government’s implementation of its punishing function to protect the youth from the types of social behavior condemnable by the government” [8, p. 447]; therefore, any argument for a special type of GYP would be inappropriate.

Thus, we, sharing other scholars’ opinion (Baal [14]; A.V. Lubsy, V.O. Vagina, D.A. Mamina [15]), think that the GYP notion should include not only the positive aspect of the policy encouraging young people’s conformist behavior towards the government and society, but also its negative aspect aimed to prevent deviant types (classified by R. Merton) of behavior of young people. This will allow for a comprehensive approach to GYP.

The above analysis of YP types and subtypes proves the wrongfulness of equation of ‘youth policy’ and ‘government youth policy,’ though sometimes legislators and officials unintentionally converge the above notions in favor of GYP. This demonstrates the political culture of the last decade in Russia, when traditions of statism and the tendency to closedness of the political regime have been restored, revealing old historical roots [16]. This has also an effect on the establishment of the respective model of YP.

There are four major models of YP, which are classified depending on the place and role of the government in securing rights and interests of young people [17]:

1) the conservative (adaptive) model is characterized by minimum government involvement, the leading role of public organizations, program-based nature, selective assistance to the youth (USA, 'new industrial countries': Taiwan, Singapore, Brazil, Argentina, Mexico).

2) the social-governmental model is characterized by an active role of the government, existence of special coordinating and regulating institutions, comprehensiveness, decent financing, the right of all representatives of the youth to receive government support (most European countries: Germany, the Netherlands, France, Italy, Belgium, etc.)

3) the model of public-private partnership is characterized by limited government involvement and a limited list of youth policy avenues, the parity of the government and entities of civil society; the youth policy is primarily regulated at the municipal level (Sweden, Finland, Great Britain, etc.)

4) the communitarian model, where the government is a dominant factor in centralized implementation of youth policy (China, where the Communist Youth League recruits people aged from 14 to 28 years)

During the Soviet period, the fourth model was popular; today, Russia is trying to revive it, however, the lack of financial resources interferes with the consistency. The question of reasonableness or transformation of the model change remains open.

As for specific manifestations (including problematic ones) of the Russian model of YP, summing up the above experts' opinions and our own observations, we can point out the following:

The incomprehensive and controversial nature of the basic guidelines of YP, which can be explained by the fragmentariness and disequilibrium of the political culture and interests of YP subjects.

The fairly limited number of stakeholders in YP development.

Although in laws and regulations, YP is positioned as a priority of the Russian state policy, it has not reached the declared status so far.

A lack of clear and sound theoretical and practical mechanisms of YP interaction with other sectors of the state policy.

The inconsistency between the YP ideological priorities and its program-focused maintenance as well as financial support, which is provided by the 'left-over principle.' Consequently, quite a few resolutions and targeted programs tend to acquire declarative or advisory features.

The excessive influence of the president's agenda on the YP paradigm, thus shifting YP attention toward aspects of patriotic education, which boils down to militarism, at the expense of social and economic problems, which are more important for young people. In the conditions of escalating ideological contradictions, patriotic education is perceived as an ambiguous phenomenon [18].

Regional YPs tend to focus on college kids, thus leaving out young people not affiliated with institutional entities – higher education institutions and public organizations.

The 'bipolarity' of YP – the focus on assistance to sociably vulnerable young people (orphans, young offenders, children from troubled families, etc.) and support provided to the talented youth, thus leaving out most of the ordinary, 'average' young people.

In the meantime, targeted grant assistance to the talented youth and young families is insufficient, thus leading to the situation when grants are available to very few young people and families in some regions.

The focus on different youth structures (youth parliaments, youth governments, etc.) created under the umbrella of government authorities and represented primarily by young social climbers takes attention away from actual work with large audiences of young people. The above structures function not so much to serve their purpose – as social mobility elevators and as platforms to shorten the distance between young people and decision-makers – as political tools for persons concerned.

The emphasis on preservation of young generation's loyalty towards the established political order and the prevailing 'ceremonial-festive' style adopted for organization of youth events (youth

forums, gatherings, sports contests, etc.) involving a limited number of participants. Instead of broader opportunities for actualizing creative abilities, young people are offered the principles to life by, promoting servility and opportunism.

The absence of the vision of the desirable future, which would be incorporated into a coherent and appealing ideological concept or political program, and the subsequent absence of meaningful and understandable guidelines for young people [19].

The increasing and distinct tendency of government authorities to toughen negative sanctions for young people's social-political activity uncontrolled by the government, entailing discrediting the objectors and violent removal of the anti-systemic youth policy to the periphery of political life.

The attempt of the government to limit the social space for self-realization and self-expression of young people to boundaries of the regulation-based, formalism and routinization-prone activity that is approved by it.

Lack of publicity and information.

Situational-manipulative nature of YP.

Hyper-mannerism as an attempt to “put the cultural attributes of the past in the context of youth subcultures of postmodernism” [8, p. 446]. YP is built on rules and regulations derived from the retrospective experience and preventing understanding and knowing the actual needs and values of contemporary young people.

Simulation – the tendency of YP to generate simulacra (which is backed up by its functioning in marketing logic) rather than actual results and accomplishments.

On the whole, we believe that the main distinctive feature of Russian YP is its governmental/ state (government-controlled) nature; even its non-governmental sub-types (NYP) are put under control of government authorities (i.e. acquire characteristics of GYP) or are marginalized, or are persecuted. Therefore, the above description refers mostly to one type of YP – GYP. The other distinctive feature is the paternalistic nature of YP (perception of the youth as being in need of continuous patronage and supervision by the government) as well as the moralizing-ideological nature (the emphasis on patriotic education at the expense of civic consciousness). The integrating effect of these features is the following: The government becomes the dominant subject of YP and not only formulates its basic principles, goals and objectives, but also supervises all its areas. The expectable result is fusion of YP and GYP.

By and large, we can state that despite the theoretical thoroughness of the concept of youth subjectness in Russian studies and its incorporation into the YP legal and regulatory framework, the practical implementation of YP in the contemporary Russian environment demonstrates objective rather than subjective approach to the youth.

On the other hand, the listed problem-prone aspects of YP contain answers regarding the measures that should be taken to improve the situation.

For example, instead of sanctions, which are applied to participants of rallies and protest groups organized through social media by young people, there should be YP sensitive to needs and requirements of young people and capable of creating multi-format space for positive youth activism. Especially considering that, as noted by V.V. Shcheblanova, L.V. Loginova, D.V. Zaitsev and I.Yu. Surkova [20], the very opportunity to reach the social consensus regarding the prospects of social development defines, to a great extent, the border between constructiveness/destructiveness of civic activism.

In addition, the YP modernization requires the abolishment of traditions of paternalism (putting the youth in the position of endlessly immature and irrational), moving away from the perception of the youth solely as an object of the government's action, and, by all means, categorical refusal from the administrative model, regulative and punitive discourses. The conceptual principle of subjectness needs promotion; while it has been declared in the scientific and legislative environment, it has been neglected in the real-world context. In other words, there should be a model void of priorities of hierarchical forms of institutional regulation, which generate over-organization, formalism and out-of-touch symbolism of ceremonial events.

Stating that, we offer web-based forms of communication between the government and the youth; we also urge to strengthen different forms of self-governance and self-organization of the youth, which will be instrumental in cultivation of true youth leaders and will help expand the youth audience involved in actual social transformations.

**Conclusion.** In conclusion, we can say that the position of youth is a critical indicator of the wellbeing of society, and it largely depends on a country's youth policy. The analysis of the Russian YP showed that its specific character is strongly associated with its primary function as GYP, which, in its turn, contributes to and exacerbates the dissonance between two formats of the subjectness principle in YP – theoretical (for the youth) and practical (for the government). However, considering the historically insufficient development of institutions of civil society in Russia and the increasing tendency to the strengthening of the government's regulation and control of different policies (including YP), the hope that the youth subjectness principle related to YP will get rid of its declarative nature and will become effective is naïve and premature.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Bynner J. Youth Prospects in the Digital Society / J. Bynner & W.R. Heinz. UK: Bristol, Policy Press, 2021. 178 p. <https://doi.org/10.51952/9781447351474>
2. Merkulov P.A. State Youth Policy in Pre-Revolutionary Russia: from Social Stratification of Society to Full Social Regulation / P.A. Merkulov, A.L. Eliseev & D.V. Aronov // *Bylye Gody*. – 2018. – 49(3). – Pp. 1061-1073. DOI: <https://doi.org/10.13187/bg.2018.3.1061>
3. Ильинский И. М. Собрание сочинений: В 5т. Т. 2: Молодежь. Молодежная политика. Молодежная организация / И. М. Ильинский. М.: Терра, 2016. 672 с.
4. Социология молодежи / под ред. В. Т. Лисовского. Санкт-Петербург: Изд-во СПбГУ, 1996. 413 с.
5. Луков В. А. Молодежная политика: концепция И. М. Ильинского // *Знание. Понимание. Умение*. 2016. № 2. С. 13-24.
6. Biesta G. Risking Ourselves in Education: Qualification, Socialization, and Subjectification Revisited / G. Biesta // *Educational Theory*. 2020. No. 70(1). P. 89-104. <https://doi.org/10.1111/edth.12411>
7. Отроков О. Ю. Молодежная политика России после принятия профильного федерального закона / О. Ю. Отроков // *Вестник Пятигорского государственного университета*. 2021. № 2. С. 170-173. [https://doi.org/10.53531/25420747\\_2021\\_2\\_170](https://doi.org/10.53531/25420747_2021_2_170)
8. Чирун С. Н. Молодежная политика России в пространстве постправды / С. Н. Чирун, М. С. Чирун // *Вестник Кемеровского государственного университета*. Серия: Политические, социологические и экономические науки. 2020. Т. 5. № 4. С. 444-453. <https://doi.org/10.21603/2500-3372-2020-5-4-444-453>
9. Пинчук А. Н. Государственная молодежная политика в современной России: переосмысление перспектив в тезаурусном подходе / А.Н. Пинчук, С.Г. Кареева // *Знание. Понимание. Умение*. 2022. № 2. С. 282-287. <https://doi.org/10.17805/zpu.2022.2.22>
10. Смирнов В. А. Молодежная политика: опыт системного описания // *Социологические исследования*. 2014. № 3(359). С. 72-74. URL: [https://www.elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=8227&langid=2](https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8227&langid=2)
11. Луков В. Инновационный потенциал новых поколений и молодежная политика на современном этапе развития общества / В. Луков, С. Луков, Э. Погорский // *PolitBook*. – 2014. № 2. С. 6-18. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23233323>
12. Ильинский И.М. Молодёжь и молодёжная политика. Философия. История. Теория. М.: Голос, 2001. 584 с.
13. Меркулов П.А. Негативная молодежная политика как составляющая государственной политики в отношении молодежи / П. А. Меркулов, А.Л. Елисеев, Д.В. Аронов // *Власть*. 2015. № 2. С. 141-145. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23203557>
14. Бааль Н. Б. Государственная молодежная политика как инструмент профилактики политического экстремизма в молодежной среде // *Вестник тверского государственного*

университета. Серия: философия. 2021. № 2(56). С. 106-115.  
<https://doi.org/10.26456/vtphilos/2021.2.121>

15. Лубский А. В. Молодежная политика и гражданские практики в молодежной среде в современной России / А. В. Лубский, В. О. Вагина, Д. А. Мамина // Гуманитарий Юга России. 2019. № 8(6). С. 171-187. <https://doi.org/10.23683/2227-8656.2019.6.11>

16. Андрияшина Е. В. Государственная молодежная политика в российском обществе: этапы, основные направления, показатели результативности // Государственное управление. Электронный вестник. 2018. № 67. С. 269-281. <https://doi.org/10.24411/2070-1381-2018-00027>

17. Степанищенко О. В. Молодежь как объект государственной политики: монография. Краснодар: Кубанский гос. технологический ун-т, 2011. 100 с.

18. Кочетков М. В. Патриотическое воспитание: объединяющие и разъединяющие основания в условиях обостряющихся идеологических противоречий // Медиация в образовании: поликультурный контекст. материалы III Международной конференции. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2022. С. 132-138. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48056840>.

19. Itckovich M. National core values in the perception of modern Russian youth / M. Itckovich, T. Itskovich, A. Shutaleva // 11<sup>th</sup> International Technology, Education and Development Conference (INTED). 2017. P. 6460-6470. <https://doi.org/10.21125/inted.2017.1489>

20. Щербланова В. В. Гражданский активизм студентов: риск деструктивных проявлений в Поволжском регионе / В. В. Щербланова, Л. В. Логинова, Д. В. Зайцев, И. Ю. Суркова // Вестник РУДН. Серия: Социология. 2020. Т. 20. № 3. С. 595-610. <https://doi.org/10.22363/2313-2272-2020-20-3-595-610>

## REFERENCES

1. Bynner J. Youth Prospects in the Digital Society / J. Bynner & W.R. Heinz. – UK: Bristol, Policy Press, 2021. – 178 p. <https://doi.org/10.51952/9781447351474>

2. Merkulov P. A. State Youth Policy in Pre-Revolutionary Russia: from Social Stratification of Society to Full Social Regulation / P.A. Merkulov, A.L. Eliseev & D.V. Aronov // Bylye Gody. 2018. No. 49(3). P. 1061-1073. <https://doi.org/10.13187/bg.2018.3.1061>

3. Ilinskiy I.M. Collected works: In 5 vols. Vol. 2: Youth. Youth policy. Youth organization / I. M. Ilinskiy. Moscow: Terra, 2016. 672 p.

4. Sociology of Youth / V. T. Lisovsky (ed.). St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg State University, 1996. 413 p.

5. Lukov V. A. I. M. Ilinskiy's conception of youth policy // Knowledge. Understanding. Skill. 2016. No. 2. P. 13-24. <https://doi.org/10.17805/zpu.2016.2.2>

6. Biesta G. Risking Ourselves in Education: Qualification, Socialization, and Subjectification Revisited / G. Biesta // Educational Theory. 2020. No. 70(1). P. 89-104. <https://doi.org/10.1111/edth.12411>

7. Otrokov O. Yu. Youth Policy of Russia After the Adoption of the Relevant Federal Law / O.Yu. Otrokov // Pyatigorsk State University Bulletin. 2021. No. 2. P. 170-173. [https://doi.org/10.53531/25420747\\_2021\\_2\\_170](https://doi.org/10.53531/25420747_2021_2_170)

8. Chirun S. Russian Youth Policy in the Post-Truth Space / S. Chirun & M. Chirun // Bulletin of Kemerovo State University Series Political Sociological and Economic sciences. 2020. No. 5(4). P. 444-453. <https://doi.org/10.21603/2500-3372-2020-5-4-444-453>

9. Pinchuk A. N. State youth policy in modern Russia: rethinking prospects in the thesaurus approach / A. N. Pinchuk, S. G. Karepova // Knowledge. Understanding. Skill. 2022. No. 2. P. 282-287. <https://doi.org/10.17805/zpu.2022.2.22>

10. Smirnov V. A. Youth policy: experience of system description // Sotsiologicheskie issledovaniya. 2014. No. 3(359). P. 72-80. URL: [https://www.elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=8227&langid=2](https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8227&langid=2)

11. Lukov V. Innovative potential of new generations and youth policy at the present stage of development of society / V. Lukov, S. Lukov & E. Pogorsky // PolitBook. 2014. No. 2. P. 6-18. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23233323>.
12. Ilinskiy I. M. Youth and youth policy. Philosophy. History. Theory. Moscow: Golos, 2001. 584 p.
13. Merkulov P. A. Negative youth policy as a part of public policy towards young people / P. A. Merkulov, A. L. Eliseev & D. V. Aronov // The Authority. 2015. No. 2. P. 141-145. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23203557>
14. Baal N. B. State youth policy as a tool for preventing political extremism in youth environment // Vestnik Tver State University. Series: Philosophy. 2021. No. 2(56). P. 106-115. <https://doi.org/10.26456/vtphilos/2021.4.106>
15. Lubskey A. V. Youth policy and civic practices in youth environment in modern Russia / A.V. Lubskey V.O. Vagina & D.A. Mamina // Humanities of the South of Russia. 2019. No. 8(6). P. 171-187. <https://doi.org/10.23683/2227-8656.2019.6.11>
16. Andryushina E. V. State Youth Policy in Russia: Evolution, Main Directions, Performance Indicators // E-journal public administration. 2018. No. 67. P. 269-281. <https://doi.org/10.24411/2070-1381-2018-00027>
17. Stepanischenko O. V. Youth as an object of state policy: a monograph. Krasnodar: Publishing House of the Kuban State Technological University, 2011. 100 p.
18. Kochetkov M. V. Patriotic education: unifying and separating grounds in the conditions of escalating ideological contradictions // Mediatsiya v obrazovanii: polikul'turnyy kontekst. materialy III Mezhdunarodnoy konferentsii. Krasnoyarsk: Sibirskiy federal'nyy universitet, 2022. P. 132-138. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48056840>
19. Itckovich M. National core values in the perception of modern Russian youth / M. Itckovich, T. Itskovich, A. Shutaleva // 11<sup>th</sup> International Technology, Education and Development Conference (INTED). 2017. P. 6460-6470. <https://doi.org/10.21125/inted.2017.1489>
20. Shcheblanova V. V. Student civil activism: Risk of destructive manifestations in the Volga Region / V. V. Shcheblanova, L. V. Loginova, D. V. Zaitsev & I. Yu. Surkova // RUDN Journal of Sociology. 2020. No. 20(3). P. 595-610. <https://doi.org/10.22363/2313-2272-2020-20-3-595-610>

#### ОБ АВТОРЕ / ABOUT THE AUTHOR

**Гилязова Ольга Сергеевна**, кандидат философских наук доцент Центра развития универсальных компетенций Уральский федеральный университет, 620002, ул. Мира, 19, г. Екатеринбург, Россия, тел.: 89533830105, [olga\\_gilyazova@mail.ru](mailto:olga_gilyazova@mail.ru)

**Gilyazova Olga S.**, PhD in Philosophy, Associate Professor at the Center for the development of universal competencies, Ural Federal University, 620002, 19 Mira str., Yekaterinburg, Russia, tel.: 89533830105, [olga\\_gilyazova@mail.ru](mailto:olga_gilyazova@mail.ru)

Дата поступления в редакцию: 12.04.2023

После рецензирования: 23.05.2023

Дата принятия к публикации: 13.06.2023

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 235-242  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):236-242

ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ /  
POLITICAL SCIENCE

Научная статья / Original article

УДК 332.1  
DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.26

**Абхайир-Челеби Якуб оглы Абкаиров**  
[Abkhayir-Celebi Ya. Abkairov]

**Значение сырьевого фактора в  
становлении региональной  
международной системы Черноморско-  
Каспийского региона**

**The significance of the raw factor in the  
formation of the regional international system  
of the Black Sea-Caspian region**

*Астраханский государственный университет, Татищева 20а, г. Астрахань, Россия /  
Astrakhan State University, Tatishcheva 20a, Astrakhan, Russia, [Abhair123@gmail.com](mailto:Abhair123@gmail.com)*

**Аннотация.** *Статья посвящена вопросам значения сырьевого фактора в становлении региональной международной системы Черноморско-Каспийского региона. Черноморско-Каспийский регион во многие исторические времена являлся зоной повышенного геополитического интереса многих стран. Современный мир уже не одно десятилетие ощущает противоречие во взглядах на позицию в отношении проблем в данном регионе, что связано прежде всего с конфликтными ситуациями, которые определяются проблемами международно-правового статуса Черноморско-Каспийского региона. Это связано с использованием морских путей, добычей и транспортировкой, логистикой по перемещению углеводородных ресурсов, вопросами экологии, а также проблемами эскалации геополитического напряжения в этом регионе.*

**Ключевые слова:** Черноморско-Каспийский регион, мировая политика, сырьевые ресурсы, международно-правовой статус, сырьевой фактор, морской регион, геополитика, морские пути, углеводородные ресурсы, нефтегазоресурсы, нефтегазовый бассейн, Россия, Китай, страны Ближнего Востока

**Для цитирования:** Абкаиров Абхайир-Челеби Якуб оглы Значение сырьевого фактора в становлении региональной международной системы Черноморско-Каспийского региона // *Современная наука и инновации. 2023. №2 (42). С. 236-242.* <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.26>

**Abstract** *The article is devoted to the importance of the raw material factor in the formation of the regional international system of the Black Sea-Caspian region. The Black Sea-Caspian region in many historical times was a zone of increased geopolitical interest of many countries. For more than a decade, the modern world has felt a contradiction in the views on the position regarding problems in this region, which is primarily due to conflict situations that are determined by the problems of the international legal status of the Black Sea-Caspian region. This is due to the use of sea routes, production and transportation, logistics for the movement of hydrocarbon resources, environmental issues, as well as the problems of escalating geopolitical tensions in this region.*

**Key words:** Black Sea-Caspian region, world politics, raw materials, international legal status, raw material factor, maritime region, geopolitics, sea routes, hydrocarbon resources, oil and gas resources, oil and gas basin, Russia, China, countries of the Middle East

**For citation:** Abkairov Abkhayir-Celebi Yakub oglu The Importance of the Raw Material Factor in the formation of the Regional International System of the Black Sea-Caspian Region // *Modern Science and Innovations. 2023;2(42):236-242.* <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.26>

**Introduction.** At the beginning of the 20th century, the Black Sea-Caspian region acquired the status of a region in which the development of oil fields began. The fact that there are rich oil deposits on the shores of the Caspian Sea has been known for a very long time, the mention that the locals knew about the important properties of the oil, which they called naphtha, is known from various historical testimonies of travelers and industrialists of that time.

Even in the mentions of Marco Polo, during his journey through Baku to Persia, there is information that there is oil in those places, which “leaks” to the surface. In Soviet times, the beginning of the development of the Caspian was laid in 1925, along with an offshore oil well. For several decades, research has been carried out on the resources of the Black Sea-Caspian region. Since the 1960s, Azerbaijan, as part of the Soviet Union, has become a prominent region in terms of industrial oil production. In the 1970s, more than 12 million tons of oil were produced at the fields of the Caspian region.

**Materials and methods.** In Russia, for the last 50 years, the Black Sea-Caspian region has played a huge role in the energy potential, which was part of the Southern Federal District of the Black Sea-Caspian region. Currently, the Black Sea-Caspian region is in the epicenter of attention as one of the most important regions for oil production, around which the attention of many financial players is focused and there is a developed infrastructure. However, the development of new fields, research requires innovations in the study of resources for the presence of oil reserves in this region. In this connection, there is a problem in creating a reliable database of searches, and this is associated with new financial risks and possible losses.

Studies of the geological structure of the Black Sea-Caspian region of Russia testify to the long history and geological features of its formation. In this space there is a junction of dissimilar tectonic formations: the southern marginal part of the East European ancient platform (EEP), the Scythian and Turan plates, the younger Central Eurasian platform (CEAP) and the Alpine Mediterranean belt (a platform with plates of inland seas and emerging shields - folded areas) [11, p.10].

Such structural features revealed the features of natural oil and gas reserves in this region. The Black Sea-Caspian region has always been the center of close attention of scientists and researchers to observe and search for useful resources in this region, especially in oil and gas production.

At the end of the 20th - beginning of the 21st centuries, due to the financial, economic and industrial interest in the region, the Black Sea-Caspian oil and gas basin became the center of attention and international cooperation. First of all, this concerns intra-regional players: Turkey, Georgia, Ukraine in the Black and Azov Seas, Kazakhstan, Azerbaijan, Turkmenistan and Iran in the Caspian Sea.

In the study and scientific forecasting of the resources of this region, there are data from the US Energy Information Administration, and there is also data from the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation. There are significant discrepancies in these data, according to US estimates, the forecast data is much more optimistic than domestic ones, and almost twice as much.

In total, the Caspian Sea includes three oil and gas basins. These are the North Caspian, Middle Caspian and South Caspian. The Russian sector includes the North Caspian and Middle Caspian regions. There are huge prospects in the offshore part of the Caspian Basin, since oil and gas deposits began to form there as early as the Paleozoic, there are also unique fields: Astrakhan Serogas-condensate, Tengiz and Korolev oil, Tabakovskoye and Yelenovskoye gas condensate [11, p. 12].

It should be noted the prospects for oil and gas reserves on the shelves of the Black and Azov Seas, in the area of the East Black Sea depression and the Tuapse trough. Thus, all scientific and industrial studies of the Black Sea-Caspian region speak of rich resources of oil and gas products and increased attention and interest in this region.

In the last decade of the twentieth century, an independent policy of Azerbaijan,

Kazakhstan, Turkmenistan was formed, since in the 90s. active steps of these states for independent development began.

After the collapse of the USSR, this territory became the object of economic and political attention of many Western countries, which proposed a number of joint projects to build new logistics - new pipelines, which were supposed to be carried out, excluding Russian territory.

This opened up great prospects for mutual cooperation, as it opened up opportunities for independence in choosing new strategic decisions that were aimed at increasing hydrocarbon production in the Black Sea-Caspian region. In the context of foreign policy, which is associated with the development of an export-oriented industry and the development of the extraction of energy raw materials, the foreign policy of the new Caspian states was formed. The balance of geopolitical forces in this region and the development of economic and political relations are, at times, in a state of instability.

**Results and Discussions.** After the collapse of the Soviet Union, the new Caspian states became objects of close interest of many Western investors, as this opened up new prospects for expanding the production of hydrocarbon resources, and, consequently, for increasing the supply of raw materials to foreign markets.

According to experts, data on the reserves of raw materials in the Black Sea-Caspian region are of great interest, and therefore the interest of Western investors in the development of new oil and gas fields is growing [1, p.30]. Interest in this, for obvious reasons, is shown by both Western partners and neighboring countries of the region, which also indicated their interests in research and exploration of deposits in this region. Since the Central Asian and Black Sea-Caspian regions are of strategic interest in international cooperation [10, p. 145].

Due to the already available data and geo-prospecting, the interest of many countries in this area was revealed, and this determined the intensification of geopolitical and economic competition between a number of regional and extra-regional players [11, p. 27-33]. Future prospects were "drawn" as attractive for many regional and extra-regional geopolitical players in the Black Sea-Caspian direction.

Encouraging expertise of leading experts in the field of geo-exploration has brought the Caspian to a good position among the leading oil-producing regions of the world. This formed a steady interest and optimism among many Western partners who were interested in cooperation with the Caspian countries in the development of the oil and gas industry for the extraction of hydrocarbons, as this promised a tempting opportunity to reduce dependence on oil exporting countries [14, p. 303-315].

However, a number of forecasts turned out to be premature due to insufficient data on the study of the Caspian fields and the initiatives of some Western countries faced a number of difficulties that were associated with a list of intra-regional contradictions and issues of obtaining consent from international consortiums that were related to the development of fields [6].

The data on the study of the first drilling wells have already shown that the real energy potential for oil and gas is lower than the calculated one (for oil - six times, for gas - three times), but this did not stop the expansion of the strategic interests of large non-regional players for the designated strategic goals.

Already after the collapse of the Soviet Union in the Black Sea-Caspian region, this promising oil and gas region was actively developed. Several pipelines were built: the Baku-Ceyhan oil pipeline, the Baku-Erzurum gas pipeline, and cooperation on hydrocarbon raw materials with China and Iran was also actively carried out [5, p. 31-69]. China has taken an expansionist stance on these issues. At first, it was about expanding trade and economic cooperation with the Caspian countries, but the interest to reduce their dependence on the hydrocarbons of the Middle East also began to be present in the designation of China's geopolitical interests, especially in cooperation with Kazakhstan and Turkmenistan. China has managed to intensify its foreign economic activity in this region for the oil and gas sector [3, p. 33].

China indicated interest in its participation by starting with work on old deposits that had already passed the peak of their development and extraction of raw materials from them, gradually buying out already old deposits.

In addition, China turned out to be the partner that offered cheap loans and was ready to take responsibility for additional spending on infrastructure development in the Black Sea-Caspian region. China has proved to be a skilled player among a number of major competitors and has managed to secure the rights to develop new, rich oil and gas fields.

Initially, it was planned to obtain high efficiency through the Turkmenistan-China gas pipeline, which runs through the territory of Kazakhstan, this opened up prospects for the supply of raw materials from the eastern coast of the Caspian Sea, even reducing the possibility of a wider participation of Western countries. However, the calculations did not quite justify themselves. And the loading of the Turkmenistan-China pipeline did not become one hundred percent. China is pursuing a balanced policy in choosing priority areas for cooperation in the supply of hydrocarbons. The geopolitical situation in the Black Sea-Caspian region contributes to the choice of such a policy [15, p. 69-80].

Cooperation with the Black Sea-Caspian region helps China pursue a policy of diversifying hydrocarbon sources. To solve these issues of geopolitical cooperation, China has a powerful tool for unlocking the multi-vector potential of this cooperation - the Shanghai Cooperation Organization (SCO).

China has chosen its own path and geopolitical doctrine of participation in the regions of special world attention in terms of the use of energy resources. This concerns the understanding that China is ready to cooperate, including on issues of wider use of regional cooperation and issues of reducing the threat of international terrorism. China indicates its interests in the energy sector of the countries of Asia and the Black-Caspian region. However, China's cooperation with the SCO means competition between China and Russia in the energy sector [8, p. 40].

Given the current geopolitical situation, it is too early to talk about expanding cooperation in the field of energy between Russia and China, which the Kremlin considered as an alternative to the European vector of cooperation in these matters.

Beijing currently has options in choosing priority areas for energy cooperation, Kazakhstan also benefits from cooperation with the Russian side, so today it is difficult to talk about establishing a permanent direction in choosing cooperation between Russia and China.

China was able to achieve lower prices for imports of hydrocarbon resources. This meant that a strong player appeared in this region in matters of its own geopolitics - China. At the same time, China opens up opportunities for long-term cooperation with Russia and the solution of energy cooperation issues. The initiative put forward by China to designate its geopolitical position - "one belt - one road" is widely known [2, p. 8-19].

However, China's choice of yet another instrument - the SCO - in the creation of a "green street" for the import of oil and gas products at reduced prices indicated that the competition between Russia and China is growing in these issues of cooperation.

Beijing chooses reasonable maneuverability in matters of economic and geopolitical cooperation. Thus, Beijing proposed the creation of Free Trade Zones on the basis of the SCO [4, p. 119-135]. But the initiative was rejected by the Russian side [9, p. 18-19].

In the United States, issues of domestic and foreign policy are conducted on the basis of respect for the interests of the two-party system and business circles. At the same time, the United States is lobbying the interests of Western countries and Europe in determining the strategy for developing the potential of the Caspian states in the field of energy in the direction of choosing the Western vector of development of relations [13].

By the end of the 90s. the policy of the EU countries indicated their interest in the Black Sea-Caspian region when data appeared on the potential of oil and gas reserves in this region. However, the choice of logistics and routing required the development of additional infrastructure, and the fact that the Caspian states did not have additional volumes did not contribute to the development of these areas.

The Caspian countries were looking for their own ways and tried to implement their projects, thus their own pipeline projects were launched. This is how the Trans-Anatolian gas pipeline (TANAP) project appeared, the task of which was to ensure gas supplies from Azerbaijan to the western borders of Turkey [12].

The issues of diversifying gas supplies from Azerbaijan showed that not everything was thought out in expert assessments of the logistics of these supplies in relation to which countries are most profitable and expedient to supply energy resources [16]. That is, the issues of coordination and deliveries have shown that the process of mass withdrawal of gas from the Black Sea-Caspian region to Europe is premature.

Initially, Russia positioned itself as a leader in determining the direction of the flow of energy resources in the Caspian region, in this direction cooperation with the countries of the Black Sea-Caspian region was promoted [7, p. 28].

Russia was the initiator of many agreements on the preservation of the principle of "common water" and advocated for the ecological integrity of the water system of the Caspian region, for the preservation of its biological resources, for example, with regard to sturgeon species.

However, the Caspian countries did not follow this path, giving "carte blanche" to Western countries, which began to influence the economic policy of the countries of the Caspian region, which began to influence Russia's zone of influence in this region. Russia has identified key approaches to ensuring the international legal status of the Caspian. Russia began to implement the processes of forming its influence in the Black Sea-Caspian region thanks to the approaches of trilateral cooperation (Azerbaijan, Kazakhstan).

The basis of international cooperation is documents on such cooperation and the development of an international legal framework for long-term cooperation in this area.

The globalization of the economy and the crises that have been observed in the last decade of the 21st century have determined the speed of the processes of economic participation of regional and non-regional countries in the Caspian region. Russia has failed to maintain leadership in the development of new oil and gas fields in the Caspian region.

The lack of efficiency in understanding that the expert opinion on the presence of gas and oil reserves indicates the possibility of long-term development of this sector in the Black Sea-Caspian region, led to the fact that Russia lost its positions in this direction. 8 deposits were discovered, the largest of which are Khvalynskoye, im. Yuri Korchagin, Rakushechnoe, them. Yuri Kuvykin and them. Vladimir Filanovsky.

The issue of the international legal status of the Caspian region and adjacent territories is still important and relevant, as this determines the activities of the Caspian countries in the region. Russia's policy is aimed at limiting or preventing other players from entering the Black Sea-Caspian region - extra-regional ones, we are talking about the United States and EU countries [11, p. 89].

At the same time, more accurate data on the state of already developed fields and plans do not yet allow us to talk about long-term prospects for the development of infrastructure in this region, and this affects the processes of regulating relations between a number of non-regional players.

The current international situation and the geopolitical situation indicate an increase in interest in the Caspian region, there has been an expectation and interest on the part of a number of Western countries to increase their economic influence in this region, this also applies to logistics and transportation issues.

**Conclusion.** The Black Sea-Caspian region today is one of the centers of geopolitical attention of major world players in the field of energy resources. Pipelines play an important role in geopolitics today.

The Caspian cannot compete with the Persian Gulf, despite the fact that a significant hydrocarbon reserve has been discovered there, but the issues of infrastructure, logistics, pipelines, the cost of production and supplies play a huge role.

The oil market is one of the most important markets in the world, many countries of the Black Sea-Caspian region are trying to indicate their participation in the development of their own countries thanks to energy resources, while realizing that the Black Sea-Caspian region is still not an alternative source compared to the resources of the Persian countries. Gulf, but at the same time, deposits of Caspian hydrocarbons affect the regional energy situation. Global politics and the current situation have determined the fierce competition of many strong players in the Black Sea-Caspian region.

At present, Russia is actively fighting for positions in determining the directions for the export of resources from the Black Sea-Caspian region. First of all, with Western countries (USA, EU countries), as well as China. To date, there is a strong rivalry between them in the field of control of the Caspian deposits and the definition of logistics, export routes.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Болекбаева Д., Селиванова И. Ф. Основные направления внешней политики Казахстана (1991-2015 гг.) // Внешняя политика новых независимых государств: сборник / отв. ред. Б.А. Шмелев. М.: ИЭ РАН, 2019. С. 30.
2. Глянц М. Китайская инициатива «Один пояс – один путь»: что может сделать брэнд // Проблемы постсоветского пространства. 2017. Т. 4, № 1. С. 8-19.
3. Дадабаева З. А., Кузьмина Е. М. Процессы регионализации в Центральной Азии: проблемы и противоречия. М.: Институт экономики РАН, 2021. С. 33.
4. Лу Шаньбин, Хуан Мэнфан, Лу Наси. Сопряжение строительства ЭПШП и ЕАЭС: проблемы углубления экономического сотрудничества между Китаем, Россией и государствами Центральной Азии. М.: РИСИ, 2021. С. 119-135.
5. Михеев С. А., Чеботарев А. Е., Ковалев Г. С. Проблемы региона накануне IV Каспийского саммита // Проблемы постсоветского пространства. 2020. № 2. С. 31-69.
6. Рожков И. С. Ретроспектива каспийских саммитов: от стабильности к прогрессу // Проблемы постсоветского пространства. 2017. Т. 4. № 3. С. 210-220. <https://doi.org/10.24975/2313-8920-2017-4-3-210-220>
7. Старченков Г. И. Нефть Каспия и пути ее транспортировки // Мусульманские страны у границ СНГ. М.: Институт Востоковедения РАН, Крафт+, 2018. С. 28.
8. Страны СНГ и Балтии в глобальной политике Китая / под ред. Т. С. Гузенковой, Н. В. Карпова, Д. А. Александрова и др. М.: РИСИ, 2022. С. 40.
9. Сяосин Д. Евразийский союз и ШОС // Регион Центральной Азии: состояние, проблемы и перспективы российско-китайского взаимодействия: сб. докл. под ред. Е. В. Супониной, Б.М. Волхонского. М.: РИСИ, 2019. С. 18-19.
10. Тяньлэ Е. Роль Центральной Азии в энергетической стратегии Китая // Центральная Азия: проблемы и перспективы (взгляд из России и Китая): сб. ст. / под ред. К. А. Кокарева, Д. А. Александрова, И. Ю. Фроловой. Российский институт стратегических исследований; Китайская академия современных международных отношений. М.: РИСИ, 2018. С. 145.
11. Центральная Азия и Каспийский регион: риски, вызовы, угрозы / под ред. Б. К. Султанова. Алматы: Казахстанский институт стратегических исследований РК. 2016. С. 10-89.
12. Cohen A. Caspian Gas, TANAP and TAP in Europe's Energy Security // Istituto Affari Internazionali. IAI Working papers. 2020. 14 April. URL: <https://www.jstor.org/stable/resrep09676>
13. Energy and Security from the Caspian to Europe (Report) // Committee on Foreign Relations United States Senate. 2019. Dec. 12.
14. Schreiner B. Europe and the Development of Energy Resources in the Caspian Sea Region // Working Papers, 2018 Ordinary Session (first Part), Documents 9519, 9568 and 9576-9639 – Council of Europe: Parliamentary Assembly. 2018. Vol. 1. P. 303-315.
15. Sokolsky R., Charlick-Paley T. Caspian Oil and Energy Security. In NATO and Caspian Security: A Mission Too Far? // RAND Corporation. 2019. P. 69-80.
16. Umbach F., Raszewsk S. Strategic Perspectives for Bilateral Energy Cooperation between the EU and Kazakhstan Geo-Economic and Geopolitical Dimensions in Competition with Russia and China's Central Asia Policies. Konrad-Adenauer-Stiftung. 2016. 70 p.

#### REFERENCES

1. Bolekbaeva D., Selivanova I. F. Osnovnye napravleniya vneshnei politiki Kazakhstana (1991-2015 gg.). V kn.: Vneshnyaya politika novykh nezavisimyykh gosudarstv: sbornik / отв. ред. В. А. Shmelev. М.: ИЭН РАН, 2019. P. 30.

2. Glyants M. Kitaiskaya initsiativa «Odin poyas – odin put'»: chto mozhет sdelat' brehndD // Problemy postsovetskogo prostranstva. 2017. T. 4, No. 1. P. 8-19.
3. Dadabaeva Z. A., Kuz'mina E. M. Protsessy regionalizatsii v Tsentral'noi Azii: problemy i protivorechiya. M.: Institut ehkonomiki RAN, 2021. P. 33.
4. Lu Shan'bin, Khuan Mehnfan, Lu Nasi. Sopryazhenie stroitel'stva EHPShP i EAEHS: problemy uglubleniya ehkonomicheskogo sotrudnichestva mezhdu Kitaem, Rossiei i gosudarstvami Tsentral'noi Azii. M.: RISI, 2021. P. 119-135.
5. Mikheev S. A., Chebotarev A. E., Kovalev G. S. Problemy regiona nakanune IV Kaspiiskogo sammita // Problemy postsovetskogo prostranstva. 2020. No. 2. P. 31-69.
6. Rozhkov I. S. Retrospektiva kaspiiskikh sammitov: ot stabil'nosti k progressu // Problemy postsovetskogo prostranstva. 2017. T. 4. No. 3. P. 210-220. <https://doi.org/10.24975/2313-8920-2017-4-3-210-220>
7. Starchenkov G. I. Neft' Kaspiya i puti ee transportirovki // Musul'manskіe strany u granits SNG. M.: Institut Vostokovedeniya RAN, Kraft+, 2018. P. 28.
8. Strany SNG i Baltii v global'noi politike Kitaya / pod red. T. S. Guzenkovoі, N. V. Karpova, D. A. Aleksandrova i dr. M.: RISI, 2022. P. 40.
9. Syaosin D. Evraziiskii soyuz i SHOS // Region Tsentral'noi Azii: sostoyanie, problemy i perspektivy rossiisko-kitaiskogo vzaimodeistviya: sb. dokl. pod red. E. V. Suponinoі, B. M. Volkhonskogo. M.: RISI, 2019. P. 18-19.
10. Tyan'leh E. Rol' Tsentral'noi Azii v ehnergeticheskoi strategii Kitaya // Tsentral'naya Aziya: problemy i perspektivy (vzglyad iz Rossii i Kitaya): sb. st. / pod red. K. A. Kokareva, D. A. Aleksandrova, I. YU. Frolovoi. Rossiiskii institut strategicheskikh issledovaniі; Kitaiskaya akademiya sovremennykh mezhdunarodnykh otnoshenii. M.: RISI, 2018. P. 145.
11. Tsentral'naya Aziya i Kaspiiskii region: riski, vyzovy, ugrozy / pod red. B.K. Sultanova. Almaty: Kazakhstanskii institut strategicheskikh issledovaniі RK. 2016. P. 10-89.
12. Cohen A. Caspian Gas, TANAP and TAP in Europe's Energy Security // Istituto Affari Internazionali. IAI Working papers. 2020. 14 April. URL: <https://www.jstor.org/stable/resrep09676>
13. Energy and Security from the Caspian to Europe (Report) // Committee on Foreign Relations United States Senate. 2019. Dec. 12.
14. Schreiner B. Europe and the Development of Energy Resources in the Caspian Sea Region // Working Papers, 2018 Ordinary Session (first Part), Documents 9519, 9568 and 9576-9639 – Council of Europe: Parliamentary Assembly. 2018. Vol. 1. P. 303-315.
15. Sokolsky R., Charlick-Paley T. Caspian Oil and Energy Security. In NATO and Caspian Security: A Mission Too Far? // RAND Corporation. 2019. P. 69-80.
16. Umbach F., Raszewsk S. Strategic Perspectives for Bilateral Energy Cooperation between the EU and Kazakhstan Geo-Economic and Geopolitical Dimensions in Competition with Russia and Shina's Sentral Asia Policies. Konrad-Adenauer-Stiftung. 2016. 70 p.

#### ОБ АВТОРЕ / ABOUT THE AUTHOR

**Абкаиrow Абхайир-Челеби Якуб оглы**, ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», 414056, Татищева 20а, г. Астрахань, Россия, ORCID: 0000-0002-1239-6490, [Abhair123@gmail.com](mailto:Abhair123@gmail.com)

**Abkairov Abkhayir-Celebi Yakub ogly**, Astrakhan State University, 414056, Tatishcheva 20a, Astrakhan, Russia, ORCID: 0000-0002-1239-6490, [Abhair123@gmail.com](mailto:Abhair123@gmail.com)

Дата поступления в редакцию: 12.04.2023

После рецензирования: 23.05.2023

Дата принятия к публикации: 13.106.2023

## ДИСКУССИОННЫЕ СТАТЬИ | DISCUSSION PAPERS

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 243-253  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):243-253

*Обзорная статья / Review article*

УДК 332.1

DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.27

**Наталья Александровна Бойко\***  
[Natalia Alexandrovna Boyko]<sup>1</sup>,  
**Эмиль Шамильевич Сибукаев**  
[Emil Shamilevich Sibukaev]<sup>2</sup>

**Различение регионов посредством  
иерархического метода кластерного  
анализа и данных о состоянии  
окружающей среды**

**The differentiation of regions by means of the  
hierarchical method of cluster analysis and  
environmental data**

<sup>1</sup>*Пятигорский государственный университет, г. Пятигорск, Россия /  
Pyatigorsk State University, Pyatigorsk, Russia, [boikonatali@mail.ru](mailto:boikonatali@mail.ru)*

<sup>2</sup>*Пятигорский научно-исследовательский институт курортологии, г. Пятигорск, Россия /  
Pyatigorsk Research Institute of Balneology, Pyatigorsk, Russia, [43em@list.ru](mailto:43em@list.ru)*

**Аннотация.** *Материал представленной статьи сформировался на стыке трёх областей знания: регионоведения, математической статистики и экономики природопользования. Актуальность проблемы обусловлена корректировкой вектора развития экономики страны и поиском дополнительных внутренних резервов, в т.ч. повышении значимости регионов. Как аргумент в пользу выполнения работы была рассмотрена соответствующая теоретическая база. Цель исследования заключалась в сравнительном анализе регионов с применением статистического инструментария. Для достижения поставленной цели был выбран подходящий научный метод, сформирован массив фактических данных по 31 субъекту Российской Федерации. Принципиально важным было показать применение разных методов иерархического подхода кластерного анализа. Используя данные о состоянии окружающей среды и природопользовании, обоснована целесообразность разделения регионов на три группы, даны их сравнительная характеристика и рекомендации по повышению устойчивости развития. Подводя итоги, можно констатировать, что применение иерархического метода кластерного анализа для исследования 31 региона позволило представить эти субъекты РФ в особом авторском понимании, показать географические различия, выполнить их группировку, обобщить основные статистические данные о состоянии окружающей среды и природопользовании. Выполненная работа соответствует концепции перехода российских регионов на новый, «зеленый» курс политико-экономического развития.*

**Ключевые слова:** регионы, сравнение, состояние окружающей среды, природопользование, кластерный анализ, иерархический метод, признак, квадрат евклидова расстояния

**Для цитирования:** Бойко Н.А., Сибукаев Э.Ш. Различение регионов посредством иерархического метода кластерного анализа и данных о состоянии окружающей среды // *Современная наука и инновации.* 2023. №2 (42). С. 243-253. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.27>

**Abstract.** *The material presented in the article based on specific knowledge: regional studies, mathematical statistics and environmental economics. The urgency of the problem is due to the adjustment of the mode of the development vector of the country's economy and the search for additional internal reserves, incl. coverage of regions. The theoretical basis was considered as an*

*argument in favor of doing the work. The purpose of the study was a comparative analysis of regions using statistical tools. To achieve this goal, a suitable scientific method was chosen, an array of factual data was formed for 31 constituent entities of the Russian Federation. It was fundamentally important to show the application of different methods of the hierarchical approach of cluster analysis. Using data on the state of the environment and nature management, the expediency of dividing the regions into three groups is substantiated, their comparative characteristics and recommendations for improving the sustainability of development are given. Summing up, it can be stated that the use of the hierarchical method of cluster analysis for the study of 31 regions made it possible to present these subjects of the Russian Federation in a special author's understanding, to show geographical differences, to group them, to generalize the main statistical data on the state of the environment and nature management. The work performed corresponds to the concept of the transition of Russian regions to a new, "green" course of political and economic development.*

**Key words:** regions, comparison, state of the environment, nature management, cluster analysis, hierarchical method, feature, euclidean distance square.

**For citation:** Boyko N. A., Sibukaev E. S. Distinguishing regions through the hierarchical method of cluster analysis and environmental data // *Modern Science and Innovations*. 2023;2(42):243-253. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.27>

**Введение.** Последние геополитические события в Восточной Европе обуславливают необходимость еще раз оценить собственные ресурсы, «запас прочности» и границы самодостаточности. Это не безынтересно сделать и в разрезе регионов Российской Федерации (РФ).

Представленная работа является логическим продолжением цикла статей о сравнении субъектов РФ посредством иерархического метода кластерного анализа [1, 2]. Попытаемся реализовать задуманное, используя данные о природных условиях, ресурсах и природопользовании; в совокупности они могут помочь составить представление об экологическом состоянии регионов.

Природные условия и ресурсы продолжают играть важную роль для производства материальных и духовных благ, воспроизводства трудовых ресурсов. В целях обеспечения охраны природы и поддержания приемлемых условий жизнедеятельности населения создается экологическая инфраструктура (ЭИ). Субъекты РФ заметно различаются как природно-ресурсным потенциалом, так и развитием ЭИ. Показать и охарактеризовать это различие представляется вполне целесообразным.

Авторы исходили из того, что особый интерес представляют современные научные направления изучения устойчивого развития территориальных образований (системный анализ, экономико-математическое моделирование и региональная статистика) [3, с. 20].

**Материалы и методы.** Сравнение, как научный метод, можно рассматривать в качестве вспомогательного логичного приема, предваряющего типизацию. Он позволяет выделить общие и отличительные признаки и свойства изучаемых объектов и явлений, пролить свет на картину их эволюции.

В сравнительных исследованиях могут решаться различные задачи как описательные (установление сходства и различия), так и аналитические (объяснение, предсказание, практические рекомендации).

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 [4, 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 [5 - 8] о 31 регионе РФ, она не претендует на уровень классификационной, а лишь помогает лучше узнать эти важнейшие территориальные социально-экономические комплексы.

Важным этапом КА является выбор переменных, на основе которых проводят кластеризацию. В связи с тем, что переменные измерены в разных единицах, предварительно была выполнена их нормировка. Основная проблема состоит в том, чтобы найти ту совокупность переменных, которая наилучшим образом раскрывала бы фактуру сходства [4, с. 153].

Для выполнения процедуры КА и определения групп похожих регионов были использованы следующие 19 признаков прямо или косвенно характеризующие состояние окружающей среды и природопользование: ПРиЭИ1) площадь территории, тыс. км<sup>2</sup>; ПРиЭИ2) средняя плотность населения, чел./км<sup>2</sup>; ПРиЭИ3) обеспеченность природными ресурсами, баллы; ПРиЭИ4) выбросы загрязняющих веществ, тыс. тонн; ПРиЭИ5) географическое положение и природные условия, баллы; ПРиЭИ6) обеспеченность рекреационными ресурсами, баллы; ПРиЭИ7) посевные площади всех сельскохозяйственных культур, тыс. гектаров; ПРиЭИ8) внесение минеральных удобрений на один гектар посева сельскохозяйственных культур, кг; ПРиЭИ9) общий запас древесины на корню, млн. м<sup>3</sup>; ПРиЭИ10) инвестиции в основной капитал, направленные на природоохранную деятельность, млн. руб.; ПРиЭИ11) экономическая оценка минеральных ресурсов, трлн. долларов; ПРиЭИ12) заболеваемость на 1000 чел. населения; ПРиЭИ13) текущие затраты на охрану окружающей среды по регионам РФ, млн. руб.; ПРиЭИ14) количество рекреационных объектов, шт.; ПРиЭИ15) сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты по регионам РФ, млн. м<sup>3</sup>; ПРиЭИ16) мощность водопроводов, тыс. м<sup>3</sup>/сут; ПРиЭИ17) среднесуточный отпуск воды населению на коммунально-бытовые нужды на одного городского жителя, литров; ПРиЭИ18) мощность очистных сооружений, тыс. м<sup>3</sup>/сут; ПРиЭИ19) использование свежей воды, млн. м<sup>3</sup>.

Основные описательные статистики перечисленных признаков приведены в табл. 1.

В расчетах использованы статистические данные за 2003 год для 31 субъекта 6 федеральных округов России: 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.

2003 г. считается временным срезом завершения первого этапа компенсационного роста по индексу антропогенного воздействия [9, с. 104].

Для обработки базы данных использовалась аналитическая система для проведения статистических исследований SPSS Statistics 19.

Возможны разные модификации иерархических агломеративных методов (ИАМ) в зависимости от:

I. Варианта метрики - меры сходства - расстояния между любой парой объектов. Наиболее востребованными являются:

1. Евклидова метрика (расстояние Евклида).
2. Квадрат Евклидова расстояния (КЕР).
3. Расстояние городских кварталов или Манхэттенское расстояние (Ман Р).
4. Расстояние Минковского; рассчитывалось значение при корне третьей степени (Мин 3) [10, с. 64].

Таблица 1. Описательные статистики  
Table 1. Descriptive statistics

	N	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика
Площадьтеррит	31	3,60	767,90	145,7677	34,29391	190,94040
Средплотнасел	31	0,80	131,30	27,3742	5,20158	28,96115
Обеспприресур	31	2,00	9,00	5,1290	,27334	1,52188
Выбрзагрвещест	31	2,00	1208,00	162,4290	46,35066	258,06958
ГеоположиПУ	31	6,00	20,00	14,3226	,64322	3,58131
Обесппрекресур	31	69,00	127,00	99,0968	2,22370	12,38105
Посевплощади	31	27,60	5167,60	772,8323	206,02186	1147,08120
Внесенудобрен	31	1,00	55,60	18,7645	2,70344	15,05210
Общизапасыдревес	31	0,30	9222,00	921,0742	313,85014	1747,44365
Инвествохрануприр	31	0,01	2180,60	216,9068	84,45514	470,22633
Экономоценминрес	31	0,010	1,040	,17329	,037529	,208953
Заболна1000ЧН	31	341,30	1083,50	749,1226	31,83993	177,27725
ТекущзатратнаООС	31	0,04	3012,30	560,8690	140,06684	779,85917
Числорекреацобъек	31	0,00	7,00	2,7742	,32031	1,78344
Сбросызагрсточвод	31	0,03	893,00	176,0074	39,12153	217,81945
Мощнводопровод	31	1,40	1622,80	397,4548	69,81000	388,68563
Средсуточотпусводы	31	54,00	352,00	237,5484	12,69890	70,70447
Мощночистсооружен	31	0,70	924,50	256,6710	42,41870	236,17733
Использистойводы	31	3,00	3186,00	521,6774	121,01354	673,77486
N валидных (целиком)	31					

Применение различных метрик сходства объектов приводит к разным результатам кластеризации. Следовательно, целесообразно использовать несколько метрик и затем сравнивать результаты.

II. Метода объединения объектов в кластеры (меры расстояния между классами). В SPSS Statistics 19 реализованы:

1. Метод одиночной связи (МОС) - расчет минимального расстояния, или правило «ближайшего соседа».

2. Метод полной связи (МПС) - расчет максимального расстояния, или правило «дальнего соседа».

3. Метод средней связи внутри групп (МССВ).

4. Метод средней связи между группами (МССМ).

5. Метод Варда (МВ), в ряде источников Уорда [11, с. 290].

Имеет смысл скомпоновать функционально-структурную схему иерархических алгоритмов рис. 1.

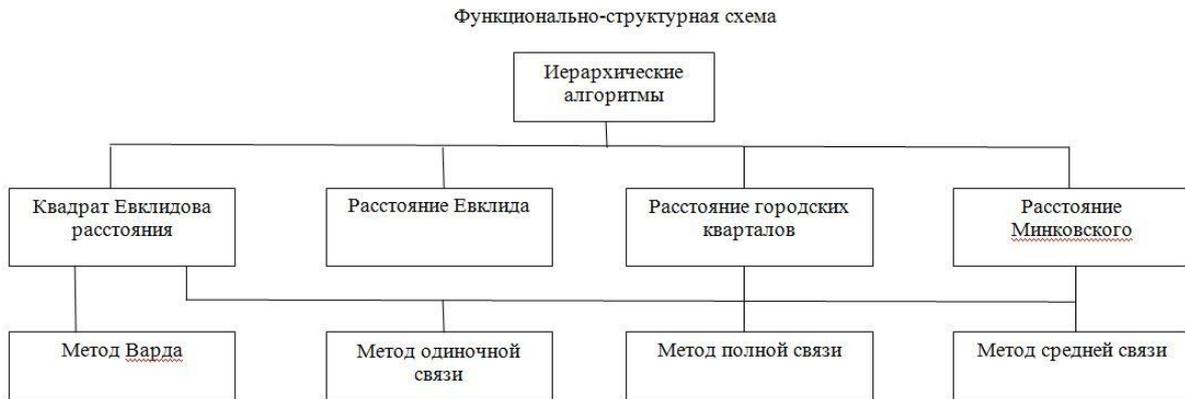
По ходу реализации разных ИАМ может нарушаться требование устойчивости решения, т. е. разделение множества объектов на кластеры будет неоднозначным. Исходя из этих соображений, авторы применили разные варианты сочетания метрик сходства и методов объединения в кластеры (около 13). Обобщенные результаты распределения представлены в табл. 2.

Изначально рекомендуется выполнять процедуру кластеризации без задания количества кластеров. В подавляющем большинстве случаев скачек коэффициента агломерации происходит на 29 шаге, следовательно, предполагаемое количество кластеров рассчитывается как:  $31-29=2$ . При этом на отдельных дендрограммах явно вырисовываются

три кластера регионов. В качестве примера приведем картинку, соответствующую методу Варда рис. 2.

Если же априори машине давать установку на два кластера, то результат получается не столь убедительным: все регионы попадают в первый кластер, и только Иркутская обл. во второй.

**Результаты.** Анализ таблицы 2 позволяет сделать вывод, что, с точки зрения научной содержательности, более предпочтительным следует считать распределение регионов на три кластера; здесь возможны разные варианты. Рассмотрим три из них.

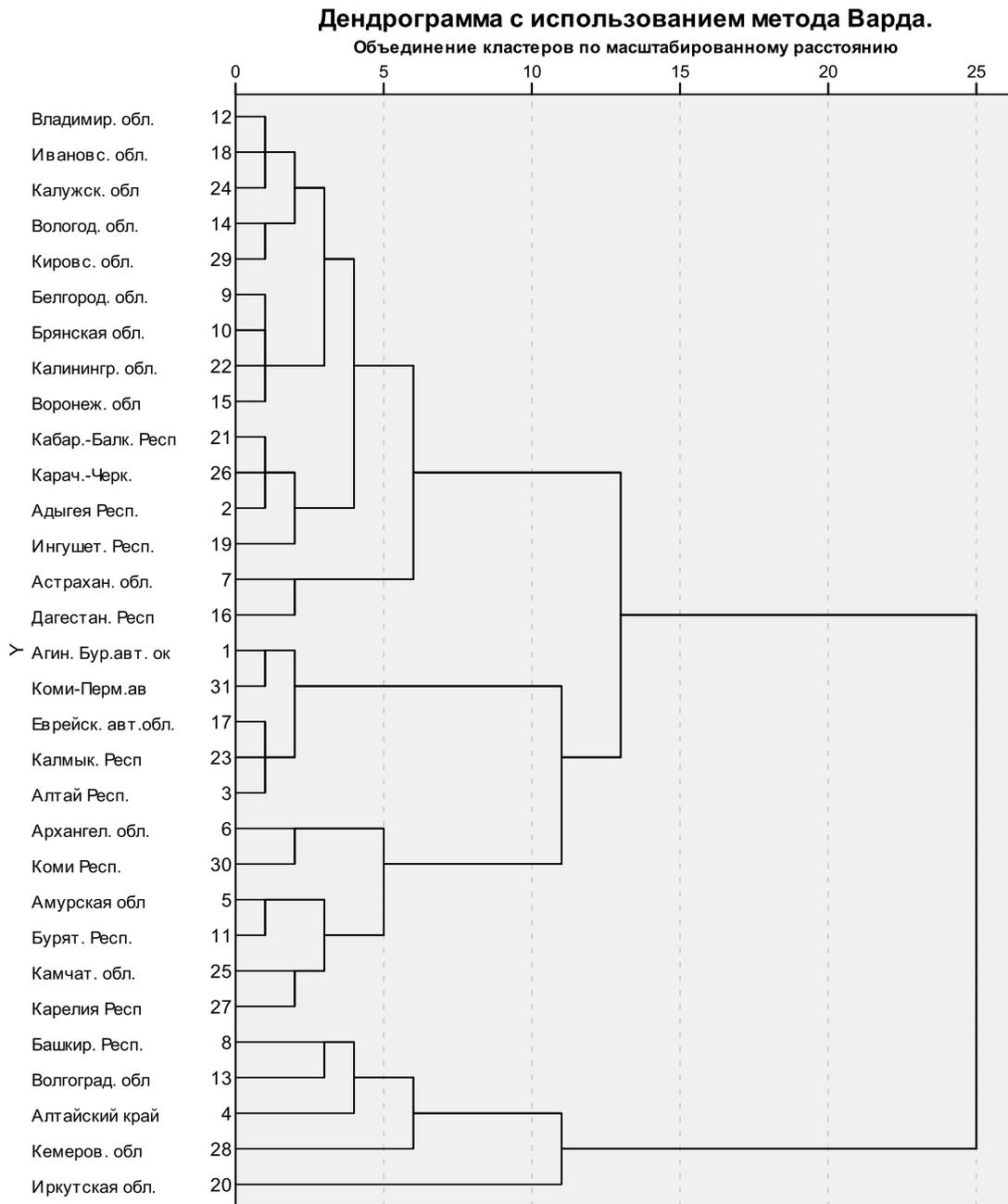


**Рисунок 1. Модификации иерархических агломеративных методов (МИАМ), использованные в статье**  
**Figure 1. Modifications of hierarchical agglomerative methods (MIAM) used in the article**

**Таблица 2. Распределение регионов по кластерам**  
**Table 2. Distribution of regions by clusters**

МИАМ	КЕР _МВ С	КЕР _МО С	КЕР _МП С	КЕР _МС СВ	КЕР _МС СМ	Ман Р_ МО С	Ман Р_ МП С	Ман Р_ МС СВ	Ман Р_ МС СМ	Мин 3_ МО С	Мин 3_ МП С	Мин 3_ МС СВ	Мин 3_ МС СМ
БПО КК	5/3	2/2	2/3	2/2	2/2	2/2	2/3	2/3	2/3	2/2	2/3	1/3	2/2
2 кл	26_5	30_1	29_2	30_1	30_1	30_1	20_1 1	30_1	30_1	30_1	30_1	30_1	30_1
3 кл	11_1 5_5	27_3 _1	20_9 _2	29_1 _1	29_1 _1	29_1 _1	20_1 0_1	28_2 _1	27_3 _1	27_3 _1	26_4 _1	29_1 _1	26_4 _1

Примечание: строка БПОКК (без предварительного определения количества кластеров); в числителе количество кластеров согласно таблице агломерации, в знаменателе количество кластеров согласно дендрограмме



**Рисунок 2. Дендрограмма по методу Варда**  
**Figure 2. Dendrogram by the Ward method**

1. Используя меру сходства – КЕР и метод объединения Варда, в таблице агломерации скачкообразное увеличение коэффициента происходит на 26 шаге. Соответственно, количество кластеров рассчитывается как  $N_{кл}=31-26=5$  при следующем распределении согласно дендрограмме:

№ кластера	1	2	3
Кол-во объектов	11	15	5

2. Применяя сочетание КЕР и МПС, компоновка по группам будет иной:

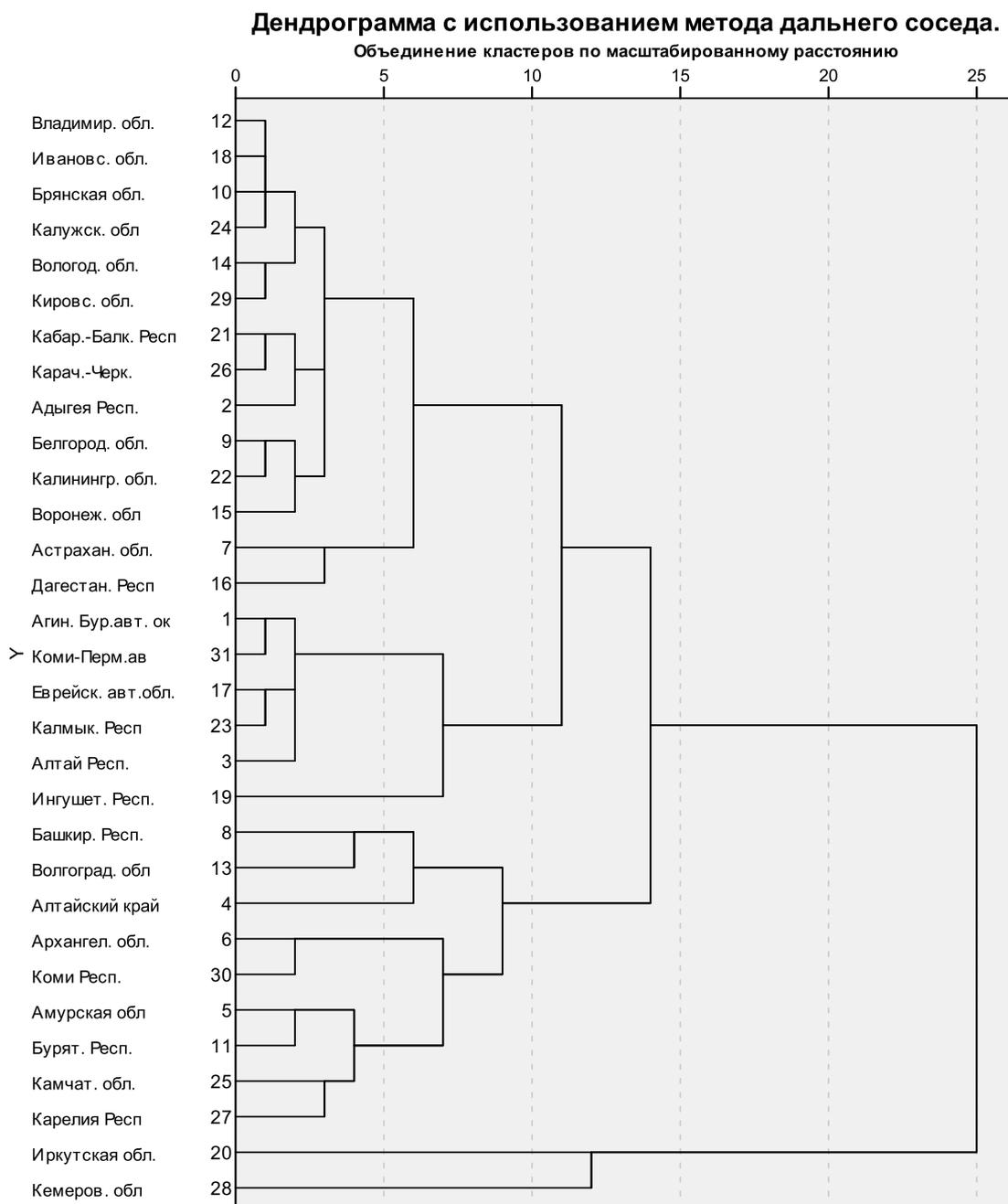
№ кластера	1	2	3
Кол-во объектов	20	9	2

3. Устанавливая в качестве опций в программе Мин 3 и МССМ, получаем новое распределение:

№ кластера	1	2	3
Кол-во объектов	26	4	1

Изучая дендрограммы, можно обнаружить самые схожие по 19 признакам пары регионов: 1) Ивановская и Владимирская области; 2) Еврейская авт. обл. и Республика Калмыкия; 3) Республики Кабардино-Балкария и Карачаево-Черкесская.

Два субъекта РФ заметно отличаются от других: Иркутская и Кемеровская области рис 3.



**Рисунок 3. Дендрограмма по методу полной связи**  
**Figure 3. Dendrogram by the full connection method**

Второй вариант трехкластерного деления можно считать более обоснованным. Попробуем это доказать; при этом нужно показать однородность внутри групп и различие между ними.

В первый кластер попали такие регионы: 1) Агинский Бурятский автоном. округ, 2) Адыгея респ. 3) Алтай респ. 4) Астраханская обл., 5) Белгородская обл. и др. Они в основном незначительные по площади территории, их численность населения не превышает три миллиона человек.

Второй кластер сформировали: 1) Алтайский край, 2) Амурская обл., 3) Архангельская обл., 4) Башкирия респ. 5) Бурятия респ. и др. Регионы очень разного географического положения и производственной специализации.

Третий кластер представляют: 1) Иркутская обл. и Кемеровская обл. Они индустриальные лидеры юга Сибири.

**Обсуждение.** Для сравнительного анализа кластеров нам поможет таблица 3 средних значений 19 признаков для выделенных групп регионов.

**Таблица 3. Средние значения 19 признаков трех кластеров**  
**Table 3. Average values of 19 features of three clusters**

№	Признаки	1-й кластер	2-й кластер	3-й кластер
1	Площадь территории, тыс. км <sup>2</sup>	43,29	309,56	431,70
2	Средняя плотность населения, чел./км <sup>2</sup>	36,59	9,19	17,05
3	Обеспеченность природными ресурсами, баллы	4,60	5,89	7,00
4	Выбросы загрязняющих веществ, тыс. тонн	54,52	246,33	864,00
5	Географическое положение и природные условия, баллы	15,00	13,33	12,00
6	Обеспеченность рекреационными ресурсами, баллы	99,10	99,67	96,50
7	Посевные площади всех сельскохозяйственных культур, тыс. гектаров	485,37	1369,13	964,15
8	Внесение минеральных удобрений на один гектар посева сельскохозяйственных культур, кг	20,64	16,63	9,65
9	Общий запас древесины на корню, млн. м <sup>3</sup>	268,32	1473,78	4961,50
10	Инвестиции в основной капитал, направленные на природоохранную деятельность, млн. руб	26,69	620,19	304,30
11	Экономическая оценка минеральных ресурсов, трлн. долларов	0,074	0,303	0,585
12	Заболеваемость на 1000 чел. населения	701,92	846,14	784,60
13	Текущие затраты на охрану окружающей среды по регионам РФ, млн. руб	201,55	977,34	2279,90
14	Количество рекреационных объектов, шт.	1,95	4,33	4,00
15	Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты по регионам РФ, млн. м <sup>3</sup>	96,56	205,00	840,00
16	Мощность водопроводов, тыс. м <sup>3</sup> /сут	251,54	493,29	1425,30
17	Среднесуточный отпуск воды населению на коммунально-бытовые нужды на одного городского жителя, литров	222,35	265,33	264,50
18	Мощность очистных сооружений, тыс. м <sup>3</sup> /сут	182,04	287,83	862,75
19	Использование свежей воды, млн. м <sup>3</sup>	414,45	496,22	1708,50

Сравнительный анализ позволил выявить отличительные особенности регионов трех групп. Субъектам РФ, входящим в первый кластер, характерны высокая плотность населения, более выгодное экономико-географическое положение и природные условия, интенсивное введение сельского хозяйства, лучшие показатели по заболеваемости. В них

самые малые выбросы загрязняющих веществ, значительно меньше затраты на охрану окружающей среды, сброс загрязненных сточных вод и мощность водопроводов.

Регионы второго кластера по большинству признаков занимают срединное положение, выделяются самой низкой плотностью населения, но высокой заболеваемостью. Здесь, видимо следует повысить эффективность медико-профилактических и природоохранных мероприятий.

Территориальные социально-экономические комплексы третьего типа по десяти из девятнадцати показателей занимают лидирующее место. Например, по площади территории, запасам древесины, экономической оценке минеральных ресурсов, текущим затратам на охрану окружающей среды и проч.

**Заключение.** Выполненная авторами группировка регионов не противоречит распределению регионов по индексу антропогенного воздействия на основе абсолютных и относительных показателей, представленному в коллективной монографии [9, с. 102].

Представленная работа также соответствует распространенной в региональной науке практике составления рейтингов и типизации регионов РФ [12, 13].

Кластерный подход считается довольно эффективным инструментом управления экономикой и экологической обстановкой региона [14, с. 45]. В научной среде широко используются понятия «экономический кластер» и «научно-производственный кластер». Определение кластеров регионов с помощью иерархического метода можно рассматривать как вспомогательную процедуру при формировании алгоритмов и моделей устойчивого развития регионов.

Подводя итоги, можно констатировать, что применение иерархического метода кластерного анализа для исследования 31 региона позволило представить эти субъекты РФ в особом авторском понимании, показать географические различия, выполнить их группировку, обобщить основные статистические данные о состоянии окружающей среды и природопользовании. Выполненная работа соответствует концепции перехода российских регионов на новый, «зеленый» курс экономического развития.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сибукаев Э. Ш. Изучение регионов России посредством иерархического метода кластерного анализа и данных о производстве / Университетская наука. University Science. «Современная наука: от теории к практике» // Журнал по материалам XX международной научно-практической конференции. Минеральные Воды: Копир. Множ. Бюро СКФ БГТУ им. В. Г. Шухова. № 2 (8) 2019. С. 86-93.
2. Бойко Н. А., Сибукаев Э. Ш. Обзор регионов России посредством иерархического метода кластерного анализа и данных об институциональной инфраструктуре // Современная наука и инновации. № 3(35), 2021. С. 167-178.
3. Тяглов С. Г., Киселева Н. Н., Тимченко В. А. Современные аспекты развития «зеленой экономики» в Российской Федерации. Ростов: Содействие-XXI век, 2017. 104 с.
4. Енюков И.С. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ / Пер. с англ. Дж.-О. Ким, Ч.У. Мьюллер, У.Р. Клекка и др. М.: Финансы и статистика, 1989. 215 с.
5. Кондрашов А. П. Большой новейший справочник необходимых знаний. М.: РИПОЛ классик, 2007. 1088 с.
6. Морозова Т. Г., Победина М. П., Шишов С. Г. Экономическая география России. Учебное пособие для вузов. М.: ЮНИТИ, 2000. 527 с.
7. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru>
8. Чепалыга А. Л., Чепалыга Г. И. Регионы России. 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2004. 100 с.
9. Касимов Н. С. Регионы и города России: интегральная оценка экологического состояния. М.: ИП Филимонов М. В., 2014. 560 с.

10. Уткин В. А. Формулы и методы математической статистики. Пятигорск: РИА-КМВ. 2020. 152 с.
11. Вуколов Э. А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL. М.: ИНФРА-М, 2010. 464 с.
12. Арустамов Э. А. Рейтинги и критерии оценки экологического состояния городов и регионов России // Наукovedenie. 2017. Т. 9, № 4. С 1-8. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/41EVN417.pdf>
13. Игнатов В. Г., Бутов В. И. Регионоведение (экономика и управление). Москва: Тесса, Ростов: МарТ, 2000. 416 с.
14. Тяглов С. Г., Бугаян С. А. Формирование «зеленого» научно-производственного кластера как тренда современной экологической политики региона // Journal of economic regulation. 2021. Т. 12, № 1. С. 37-47.

#### REFERENCES

1. Sibukaev E. S. Recognition of the regions of Russia through the hierarchical method of cluster analysis and population data / Eurasian Union of Scientists // Monthly Scientific Journal No. 8 (65) 2019, Part 3. P. 11-18.
2. Boyko N. A., Sibukaev E. S. Overview of the regions of Russia by means of the hierarchical method of cluster analysis and data on institutional infrastructure / Modern Science and innovations // Issue No. 3(35), 2021. Stavropol – Pyatigorsk. P. 167-178.
3. Tyaglov S.G., Kiseleva N.N., Timchenko V.A. Modern aspects of the development of the "green economy" in the Russian Federation. Rostov: Assistance-XXI century, 2017. 104 p.
4. Enyukov I.S. Factor, discriminant and cluster analysis / Translated from English J.-O. Kim, C.W. Muller, U.R. Klekka, etc.: M.: Finance and Statistics, 1989. 215 p.
5. Kondrashov A.P. The big newest handbook of necessary knowledge. M.: RIPOL classic, 2007. 1088 p.
6. Morozova T.G., Pobedina M.P., Shishov S.G. Economic geography of Russia. Textbook for universities. M.: UNITY, 2000. 527 p.
7. Official website of the Federal State Statistics Service. URL: <http://www.gks.ru>
8. Chepalyga A.L., Chepalyga G.I. Regions of Russia. 2nd ed. M.: Publishing and Trading Corporation "Dashkov and Co.", 2004. 100 p.
9. Kasimov N. S. Regions and cities of Russia: integrated assessment of the ecological state. M.: IP Filimonov M. V., 2014. 560 p.
10. Utkin V.A. Formulas and methods of mathematical statistics. Pyatigorsk: RIA-KMV. 2020. 152 p.
11. Vukolov E.A. Fundamentals of statistical analysis. Workshop on statistical methods and operations research using STATISTICA and EXCEL packages. M.: INFRA-M, 2010. 464 p.
12. Arustamov E.A. Ratings and criteria for assessing the ecological state of cities and regions of Russia // Science Studies. 2017. Volume 9, No. 4. P. 1-8. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/41EVN417.pdf>
13. Ignatov V.G., Butov V.I. Regional studies (economics and management). Moscow: Tessa, Rostov: March, 2000. 416 p.
14. Tyaglov S. G., Bugayan S. A. Formation of a "green" scientific and production cluster as a trend of modern environmental policy in the region // Journal of economic regulation. 2021. Vol. 12, No. 1. P. 37-47.

#### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Бойко Наталья Александровна**, кандидат юридических наук, доцент, заведующий кафедрой гражданского права и процесса, Пятигорский институт, +7 (8793) 400-976, [kafedragpp@pgu.ru](mailto:kafedragpp@pgu.ru)

**Boyko Natalia Alexandrovna**, Candidate of Law, Associate Professor, Head of the Department of Civil Law and Procedure, Pyatigorsk Institute, +7 (8793) 400-976, [kafedragpp@pgu.ru](mailto:kafedragpp@pgu.ru)

**Сибукаев Эмиль Шамильевич**, старший научный сотрудник Пятигорского научно-исследовательского института курортологии, кандидат технических наук, доцент. 357501, пр. Кирова, 30, Ставропольский край, г. Пятигорск, Россия, тел.: 8-928-010-03-36, [43em@list.ru](mailto:43em@list.ru)

**Sibukaev Emil Shamilevich**, senior researcher at the Pyatigorsk research Institute of Balneology, candidate of technical sciences, associate professor. 357501, Kirov Ave., 30, Pyatigorsk, Russia, tel.: 8-928-010-03-36, [43em@list.ru](mailto:43em@list.ru)

Дата поступления в редакцию: 12.03.2023

После рецензирования: 23.04.2023

Дата принятия к публикации: 13.06.2023

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 254-265  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):254-265

ДИСКУССИОННЫЕ СТАТЬИ /  
DISCUSSION PAPERS

Обзорная статья / Review article

УДК 347.77

DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.28

**Павел Леонидович Карабущенко**  
[Pavel L. Karabushenko],  
**Даниил Олегович Васильев**  
[Daniil OI. Vasiliev]

**Реквием по элите:  
конец индустриального господства**

**Requiem for an elite: the end of industrial  
domination**

*Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева,  
Центр стратегических исследований Евразии, г. Астрахань, Россия /  
Astrakhan State University named after V.N. Tatishchev,  
Centre for Strategic Studies of Eurasia, Astrakhan, Russia, [pavel.karabushenko@mail.ru](mailto:pavel.karabushenko@mail.ru)*

**Аннотация.** Системный кризис современной западной цивилизации особенно виден на примере профессионального состояния ее правящего политического класса, который с завидным постоянством выдает отрицательную селекцию элит. Профессиональная компетенция власти катастрофически снижается с каждым новым ее поколением. Именно этот маркер является самым важным критерием кризиса и деградации того, что В. Парето и Г. Моска называли элитой. История уже фактически исполняет по этой элите свой финальный реквием. Поток критики в адрес существующей ныне политической элиты свидетельствует о ее глубочайшем профессиональном кризисе. Критикуется сама система элит и критика эта приобретает все больше системный характер. Сегодня мы действительно являемся свидетелями самого настоящего реквиема по элите индустриального типа. Её господство берется под сомнение не только политологами, но и уже отдельными политиками.

**Ключевые слова:** элита, кризис, индустриализм и постиндустриализм, олигархия и меритократия, карнавальная политическая культура

**Для цитирования:** Карабущенко П. Л. Васильев Д. О. Реквием по элите: конец индустриального господства // *Современная наука и инновации*. 2023. №2 (42). С. 254-265. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.28>

**Abstract.** The systemic crisis of modern Western civilisation is particularly evident in the professional condition of its ruling political class, which has produced a negative selection of elites with enviable consistency. The professional competence of the ruling class declines disastrously with each new generation. This marker is the most important criterion of crisis and degradation of what V. Pareto and G. Mosca called the elite. Actually, history is already performing its final requiem for this elite. The stream of criticism to the existing political elite testifies to its deepest professional crisis. The system of elites itself is being criticized and this criticism is becoming more and more systematic. Today we are indeed witnessing a veritable requiem for the industrial-type elite. Its supremacy is questioned not only by political scientists, but also by some politicians.

**Key words:** elite, crisis, industrialism and post-industrialism, oligarchy and meritocracy, carnival political culture

**For citation:** Karabushchenko P. L. Vasiliev D. OI. Requiem for the Elite: The End of Industrial Domination // *Modern Science and Innovations*. 2023;2(42):254-265. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.28>

The most criticized is the so-called. carnival behavior of politicians. Politicians have finally lost their sense of shame and gone beyond morality. An unscrupulous politician is a monster. And

many were afraid and ashamed of such a "beast in power." Machiavelli tore off the veil of modesty, showing who the politician really is, devoid of morality and out of the power of its laws. Cases are known when political leaders engage in frank self-disclosure. They are no longer embarrassed by the discrepancy between reality and the world they invented.

**Introduction ("Introitus").** Scholarly criticism of the elites really resembles a funeral oratorio. An objective assessment of reality and conclusions are made not in favor of the prosperity of the elites and their well-being. Increasingly, the crisis of the elites is considered in the context of the "decline of Europe" formula (O. Spengler). The elites in their historical development have indeed reached a certain limit, beyond which they do not see any horizon of their development. The elites stopped in their development, because the industrial age has completely exhausted itself, and the transition to post-industrialism means the rejection of the elites from most of their previous achievements, the main of which is the oligarchic system of relations worked out to perfection (Absolute).

The elites entered an era of stagnation, reached a level of calm (peace – *requies*), after which their complete degradation is already beginning. Destructive practices only accelerate their disintegration, turning all their previous achievements into hidden vices and shortcomings. It is high time for political elitology to begin the memorial mass for the dead ("Requiem aeternam dona eis, Domine" - "Give them eternal rest, Lord"). Proceeding from this, we must define the crisis of modern elites as *the object* of this study, and as a *subject*, we should name criticism of its elite quality.

Evaluating the present work as a requiem for the elite, we intend to adhere to the canons of the classical requiem in its structure (*introitus, kyrie, graduale, tractus, sequentia, offertorium, etc.*), thus transferring some of the laws of music into the methodological basis of elitology. What modern elitology lacks is musical harmony and logic. The following trivium will serve as *the methodological basis of the work* - dialectics, hermeneutics, comparative studies.

In the elitist sense, "requiem" can also be understood as the absence of any positive changes for the better among the elite, as the achievement of its final point of development, some kind of historical peace. In science, this is scholasticism; in the politics of the elites, this is stagnation and degradation. It is these destructive qualities of the elite that are increasingly being written about in political literature.

Under the community of modern elites, we will further understand the elites on both sides of the Atlantic Ocean and Russia, which joined them. Such unity is due to the total literature we used (USA, Great Britain, France, Germany, Russia), presented in the bibliography of this work.

**Jericho blindness ("Kyrie eleison").** The elites understand "kyrie" as a statement of their own *chosenness*, granting them the right to *avoid punishment* (in this they see their *salvation, the preservation* of their privileged status and security - *protection*). But at the same time, they deny others *salvation, mercy, and alms*. They never became "lovable" (worthy of love and respect) to their societies. The justifications given by the elites for their destructive practices turn out to be incomprehensible to society. One should not expect repentance from the elites at all. They still remain Jericho blind, to whom no one pays any attention.

From a philistine point of view, such elites perform incomprehensible actions. You can often hear that "power plays tricks." And here we must again turn to the classical requiem, where from the hymn "Kyrie eleison" comes the Russian word "kurolesit" (ordinary parishioners did not understand Greek chants pronounced hastily - "kuroles" became synonymous with nonsense). Indeed, the irrational, that which cannot be assessed by hermeneutics, is intensifying in modern elites. Elites are becoming more and more "dark" for understanding. And here the formula of Heraclitus (who was also considered by everyone to be a "dark" philosopher) applies. Recall that the teaching of Heraclitus himself was usually said to be so deep and unusual that it "needs a deep diver" (David. *Commentary on Porphyry's "Introduction"*, CAG 18, 2). The very style of his speech stimulated the interlocutor's intense mental activity, since Heraclitus preferred to speak in riddles: he "left us to guess [about the meaning of his words], without bothering to make his speech clear to us" (Plotinus, IV, 8 [6], 1, 8 H.-S.). That is why contemporaries called Heraclitus "Dark", "because

he reasoned too darkly about the nature of things" (Cicero. *On the limits of good and evil, II, 15; Lucretius, I, 638 ff.*) [18].

Impunity, just like irresponsibility, has become the norm for the ruling Western elites, especially the Anglo-Saxon geopolitical systems. Not a single American politician guilty of unleashing hostilities in Yugoslavia (1999), Afghanistan (2001), Iraq (2003), Libya (2011) or Syria (2012) has suffered the deserved punishment. They are outside the power of action of the court, outside the framework of any tribunal. Moreover, even the court of conscience is not terrible for them, because the national interests of America are above all. They are also the moral justification for the sin committed in her name. It turns out that the elites are those who can effectively avoid punishment and responsibility.

**Everyday books of political elitology (graduale).** The literary body of political elitology now already has a specialized library. Elitological literature (graduale – everyday book) is the analysis of the elite embodied in the text. At the same time, we must understand that the elite that exists in reality and the elite that exists on paper are often different subjects of modern history. In recent years, we will not find with you a single apologetic monograph in which the virtues of the elites would be extolled. The elite are extremely reluctant to talk about themselves, but write about themselves very skillfully.

The memoirs of the British Prime Minister T. Blair [28] and the transcript of G. Kohl's speeches [43] tell how politicians can be trusted. How politicians like to praise themselves can be judged from the books of D. Bush [29], and how they can talk nonsense - from the recordings of F. Hollande's speeches [32]. D. Trump, [31] and Paul Craig Roberts [37], and Chris Hayes [35], and Udo wrote about the crisis of the elites in their time. Ulfskotte [42]. We also have works on how national elites can degrade and then return to the top geopolitical league [39, 33, 2].

The interest of Russian elitologists is the subject of the quality of professional training of elite personnel, the criteria for the competence of elites and their leaders, the degree of responsibility of the authorities to society, the moral aspects of domination and subordination [24, 25, 26], as well as the history and culture of the development of national elitological thought [23, 7, 22]. In addition, the Russian elitological school has worked out the issue of the history and theory of political elitology quite seriously [10, 1, 15]. A separate topic in recent years has become the topic of political carnival and the steady degradation of the professional competence of modern elites [11, 14, 20]. And as an example, these changes in the quality of American elite communities are given [21, 12].

To what extent does the criticism of modern elites reflect its crisis state? The answer to this question rests on the fact that today the criticism that is heard from all sides has not yet acquired a systemic character. In other words, it is still fragmentary. However, the presence of grateful repentance of individual political leaders strengthens its positions and makes it an obligatory element of any elitist research. For the first time we have the opportunity to see the self-disclosure of the elites, at the moment of changing the axiological paradigms of industrialism to post-industrialism.

In general, we must admit that modern political elitology has very thoroughly studied *the context* of being of the ruling elites (cultural and historical background), explores the constantly updated *text* (documentary professional field of activity) of the elites, but still knows little about *the subtext* of power.

**Ideological dogma (tractus).** From an elitist point of view, "tractus" is the presence of certain ideological forms that give meaning to the existing power. The values professed by modern elites are conditionally divided into traditional and postmodernist. The sociocultural dispute between conservatism and liberalism was marked even by the geopolitical split of the elites of Western civilization into globalization and national projects.

Big politics, in which the world elites of the Western world we are describing and Russia that has joined them, is a "big play on words." This is an information sphere in which there are their ideological preferences, individual political ideas, texts of current current events. This is an area for the exchange of political formulas, which (according to the "Iron Lady") consist of 90% loud and

empty statements, misconceptions, stereotypes, superstitions and various kinds of fakes. A feature of the current political elites is that they have lost their bearings in the patterns of behavior familiar to the past, which no longer work.

In the professional sphere, the elites are busy exchanging the necessary political formulas, during which they identify themselves according to the principle of “ours” – “others” – “foreigners”. As a rule, these formulas are heard in the policy statements of the leaders, which determine the system of values that prevails for them. For example, the Munich speech of V.V. Putin [16] is in clear dissonance with B. Obama's regular speeches about the geopolitical superiority of the United States and their global dominance [3, 4].

The key issue of the elite is the problem of its credibility. The entire amount of fake information has been concentrated around modern elites. Elites, like a magnet, attract lies. Therefore, a clear problem of modern elite communities is the dominance of political rhetoric in them. It is increasingly difficult for politicians to hide behind the politics of political correctness (an idea that is clearly not in line with the politics they are pursuing). What they really think is sometimes sharply at odds with their official rhetoric. They try to speak in a neutral way to avoid any criticism. And this only reinforces the accusations of facelessness and dullness sounding in their direction. As a result, we see that classical personalism is generally excluded from the system of assessing the quality of political elites. And this is objective and fair, since there are almost no really real personalities left in the elites. Instead, we see a surrogate, a falsification by the elites of their elite dignity. Status once again triumphs over content. Postmodernism has completely corrupted and destroyed elite communities, washing out of them the last grains of elite dignity. Hopes for a “revolt of the elites” as a renaissance of elite quality are associated only with a meritocratic perspective.

Such practices only lose the credibility of the words with which politicians define their reality. Words lose their original meaning, becoming simulacra (simulacrum) in the hands of tricksters (trickster) and trolls (trolling) [27, 40, 38]. Restoring the trust of words is a task of paramount importance for today's elites. Without this, the elites will constantly catch society on “the lure of their lies.” By and large, modern elites are communities of trolls and tricksters.

**Change of elites (“sequentia”).** The most problematic issue of all elites at all times was the question of the legality (order) of the change of power. In the cycle of elites, the laws described by the classics of the theory of elite (Plato, Aristotle, Seneca), elites (G. Mosca, V. Pareto, R. Michels) and domestic elitology (G.K. Ashin, A.V. Ponedelkov, O. V. Gaman-Golutvina).

The issue of generational change and the preservation of continuity is one of the most acute issues in the history of elites. Ideally, the idea was expressed that the new generation should certainly be qualitatively better than its predecessor. What we see in practice today indicates a negative selection of elites and this is a general trend for the entire North Atlantic community of elites. The principle of inheritance of the best (lat. *sequentia*, *sequens* – sequence, next) has no effect. Modern elites have negative political genetics and negative selection.

According to A. Toynbee, the change of elites lies in the plane of the departure and return of the creative minority by the struggle of political generations. At the same time, it is the conflict that arises at the moment of transfer of power that allows elitologists to look into the eternally inaccessible (permanently closed) sphere of the subtextual existence of the elites and their leaders, to establish the truth of their innermost thoughts and desires. And in the conditions of late industrialism and early post-industrialism, there is only one such desire – how to preserve oligarchic privileges and at the same time learn how to effectively use meritocratic advantages.

**The problem of privileges (“offertorium”).** In the classic requiem, in the “offertorium” section, it is about the “gift”. In elitology, this problem has two sides: 1) the question of the legality of the privileges and exclusive rights that the elite has; 2) evaluation of social benefits brought by the elites themselves. Moreover, the elites are classified into those that put privileges in the first place and those for which the main thing is duty to society. Obviously, the gifts brought to the elites must correspond to the benefits they bring. In practice, this evidence is not obvious. The main discrepancy between the idea of the elite and its real state lies precisely in this discrepancy.

The history of the elites is the history of the best who managed to stand out from the good and establish his dominance over the public majority. The elite is a strong and organized minority against the backdrop of a weak and disorganized majority. Naturally, when this principle is violated, the elites are fragmented into badly managed superminorities. But the most dangerous thing in this case is the leakage from the elite (form) of elitism (content). Eliteness is characterized by a systematic increase in the quality of personality virtues. Therefore, the crisis of personalism now experienced by the elites indicates that a certain sum of gray (faceless) subjects has seized power in the elites themselves. There is a clear destruction of elite quality in the elites. Formally, they still remain elected, but they are not the best.

**Glorification of the Elites ("Sanctus").** The essence of any elite is manifested in how it glorifies itself. At present, the Western elites and some who have joined them consider themselves the most advanced, the best and most powerful elites on a planetary scale. According to them, all other national elites of the world depend on their will and desire. They are the first to participate in the globalization project, trying to take the lead and be the pioneers in all new initiatives. At the same time, the status of such elites is sacralized, they are endowed with all the signs of holiness (infallibility, heralds of eternal truths, parents of new correct ideas).

In the elitological "sanctus" (holy, absolute, ideal), such categories as "best", "chosen" and "dominant" act as a fundamental triad. It is this triad that determines what is sacred for the elite. Moreover, the first two concepts provide the meaning and content of the latter. Today we see that the "best" does not at all give rise to the "chosen", and the latter does not bring domination (dominance) to its chosen ones. From the natural state, "sanctus" is increasingly becoming a far-fetched (fake) character. Especially in the glorification of the elites, official propaganda and PR technologies are zealous. This applies to both democratic and openly totalitarian regimes.

The subjects of elites are increasingly beginning to engage in an apology for their unsuccessful rule, diligently presenting themselves in their memoirs as a "victim" of some fatal circumstances [28, 29, 30]. In fact, they, as members of *the elite conspiracy against democracy*, are well aware that they did not play by the rules and now blame their more successful winners for the same [42]. At the same time, it is important for them to need to prove that their winner is a hundred times worse than themselves and that democracy has made a fatal historical mistake by making its choice not in their favor [44].

**The principle of responsibility ("Agnus Dei").** There has not yet been such an elite in history that would not want to be sung "Hosanna in the highest!". At the same time, they most often refuse to take responsibility for the "sins of the world." And in this we see another negative side of the modern elite community.

Instead of being responsible for their own actions, these elites appoint a "scapegoat" instead of themselves, the demonization of which is the essence of their political activity. Lack of responsibility makes us hold a memorial service for the professionalism of the elites. Political science has long been celebrating a civil memorial service for the ruling elites, flooding the scientific space with critical articles about the degradation of the professional quality of the current ruling world elites. This is especially evident against the background of real mourning events for the departed political leaders, who have become a symbol of their time. The last such occasion was the mourning farewell to the ex-Chancellor of Germany (1982 - 1998) *Helmut Kohl* (1930 - 2017) in late June - early July 2017. **XX century. And this memorial service lasted from June 16 (the day of the death of the politician) until July 1 (the day of his burial).** It was G. Kohl in the book "Will. Protocols of Conversations with Kohl" [43] sharply criticized the current chancellor of the FRG, A. Merkel, inflicting a mortal blow on her political reputation. He actually accused her of bad upbringing and poor-quality professional education. In samurai Japan, after such a politician usually made himself "seppuku". Merkel is like water off a duck's back. To betray for the elite means to foresee. A. Merkel buried the entire policy of G. Kohl, despite the fact that he called her "my girl." The war of the German elites ("fathers and sons") ended in mutual insults and accusations of political incompetence. But what is important for us is that the politicians themselves (albeit with the prefix "ex") drew attention to the crisis in the quality of the elite in the elites.

Political leaders themselves multiply their notoriety. In 2014, François Hollande's former lover, Valerie Trierweiler, published the scandalous book *Thank You for This Moment* (*Merci pour ce moment*), which in sales of that year surpassed even such aimless as "Fifty Shades of Grey" [41]. In the book, a journalist offended by the French president spoke about some of the secrets of the Elysee Palace, which shocked the French public.

In the same unfortunate year for F. Hollande, French journalists Fabrice Lomma and Gerard Devey published the book "The President Should Not Talk About This" [32], in which the seventh president of the Fifth Republic (2012-2017) appears in a very unattractive light. The impartial assessments of the political class of France (politicians, judges, ministers, etc.) given then by the politician turned out to be the unpleasant truth that politicians had to hear about themselves from the first person of the state. The elite could not endure such an insult, and at the re-election of F. Olland, a bold cross of ostracism was put up. Interviewed by journalists, the president speaks frankly about the "rudeness and cynicism" of his predecessor at the Elysee Palace. His stream of revelations, recorded in the opus, provoked confusion and vacillation among his like-minded people. Even the most faithful of the most faithful reproached F. Hollande for the fact that the "keeper of the sacred fire" is supposed to be "restrained in his statements."

**Gifts offered ("communio").** For elitology, it is important to know exactly what benefits a particular elite brings and what gifts (rewards) it demands to be rewarded for this. A feature of modern elites is that the benefits they bring are disproportionate to their needs and requirements - with minimal benefits, the elites seek to extract maximum benefits for themselves. Such a formula gives out the complex of dependency that has settled in them. Elites traditionally believe that society should automatically be grateful to them, just for the fact that they control them. But *the political Eucharist* (reverence, honor, respect) is increasingly turning out to be imaginary (fictitious), which means not salvation, but the historical death of the elite seduced by this lightness.

Elite communion is the return of the elite to universal human values, the main of which is conscience. Described by N. Machiavelli, the exit of elites from the norms of morality has turned from an exception (a temporary state) into a pattern. J. Habermas, a classic of German political philosophy, once wrote about a new kind of democracy based on ethics [19]. Only then will the elites achieve true respect for society when they reduce the use of N. Machiavelli's formula to the necessary minimum. The current immoralism of the elites, their commitment to the policy of double standards, makes their professional activities extremely cynical and hypocritical.

There is too little personalism in modern elites and a lot of declarative (PR -promised). Society is losing faith in the power of the values preached by the elites.

**Side view ("antiphonarium").** Sounding in response to the claims of the elites to the recognition of their elected status, criticisms are increasingly beginning to concern their personal qualities (intellectual abilities and moral virtues). The most irreconcilable and consistent critic and enemy of the elites is egalitarianism (and anarchism in particular). The antiphon sounding from her side ( antiphonarium - anti-glare ) destroys all the illusions that the masses have ever harbored regarding their superiors.

At the beginning of the XXI century. increased internal criticism of political elites.

According to A. Toynbee's scheme, we observe the process of leaving the creative minority [17]. Indeed, the vast majority of modern researchers note a catastrophic decline in the creative abilities of elite subjects and the inability of their leaders to creatively rethink the current situation.

**The problem of responding to the challenge of modernity ("responsorium").** How can the elites respond to the criticism leveled at them? The answer is obvious - they must answer with their words backed up by adequate deeds. The most important duty of the elites is to find an adequate response to the challenge of their historical time. And the main problem of our time is the transition from late industrialism to early post-industrialism. In other words, modern elites are responsible for the meritocratic project - the transformation of oligarchic elites into meritocratic ones. But it is precisely the response expected from the elite (*responderere* – to respond ) that we do not hear today. Instead, we see how the elites are trying to slip us some far-fetched problems that they can easily cope with and declare their effectiveness and professional competence.

The elites, by the duty of their occupation, are obliged to answer for their historical epoch. But since they are not ready to bear responsibility for the transition from industrialism to post-industrialism, all their problems are only concentrated and systematized, which is fraught with a revolutionary explosion of the civilization they lead.

**Motetus.** Even at the end of the XIII century. French music theorist John de Grocayo (Johannes de Grocheio, Grocheo) noted that “motetus” is that part of the requiem that is performed for educated people and in general for those who are looking for sophistication in the arts. The motet should not be presented in the presence of the common people, who are incapable of appreciating its sophistication and enjoying listening to it. Therefore, “motetus” is the subtext of being an elite, carefully hidden from the public.

And the most important secret that the authorities carefully hide from their peoples is that democracy exists exclusively for elites alone. Even in the second half of the twentieth century. American political scientists found that the state policy in the United States reflects not the demand of the masses, but the interests of the ruling elite [5].

The best kept secret of today's elites is the failed elite test. The elite is just a form (status), while the elite is its qualitative content (a system of personal virtues that makes the subject the best and the chosen one, i.e., the elite). The discrepancy between form and content is the most hidden secret from the masses of the existence of modern political elites. This is the main elitist trouble.

\* \* \*

An analysis of contemporary political literature indicates that the political class demonstrates persistent inadequacy, and the mental side of the political leadership suffers from anachronisms of caveman thinking. Such an elite is detrimental to the state of history. The elite is the wealth of history, the most important in terms of the importance of its attractions. The better the elite, the brighter the story. But with a frankly gray "elite" history ceases to look like history, and becomes a frank parody of politics. As a result, we get a political carnival and understand that we are dealing with a carnival political culture [9, 8, 13]. Negative selection of elites works. And it works very effectively and totally.

With our work, we wanted to show how non-traditional research methods can be applied. It became obvious to us that music and elitology should be united by common laws of harmony and logic. It is not for us to judge to what extent we managed to combine this in the present work. But experience suggests that we are on the right path of development ...

**P. S.**

In April 2023, disappointing news for the Pants came from across the ocean - the United States is threatened by an epidemic of clinical idiocy. The leading American non-profit research organization "RAND Corporation" (one of the recognized "brain trusts" of the United States, working for the money of the Pentagon) published a report, unprecedented in its revelation, " Could Dementia in the National security work force Create a security Threat? / Can dementia among homeland security personnel pose a security risk?", in which she delivered a cruel diagnosis-sentence to the American elite. IN The report noted in particular that in the United States, “persons who have or had security clearance could become a security risk if they develop dementia and unwittingly reveal state secrets” [34].

And the authors of the study believe “that an increasing number of employees who have passed the test, that is, employees who have or had access to classified documents, suffer or will suffer from senile dementia ... If these symptoms go unnoticed while the individual is responsible for protecting national security information, there is a risk that the information may be compromised. Therefore, it is possible that individuals who have security clearances and have dealt with classified material could become a security risk if they develop dementia” [34]. The point is that there are too many idiots among the advisers of leading American politicians. And then a legitimate question arises: whose advice do these politicians listen to? It turns out that the United States is actually run by crazy people. An epidemic of idiocy is driving the States crazy.

The stupidity of these people can lead to nuclear war...

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ашин Г. К. Элитология: история, теория, современность: монография. М.: МГИМО (У), 2010. 600 с.
2. Бжезинский, З. Стратегический взгляд: Америка и глобальный кризис / пер. с англ. М. Десятовой. М.: Астрель, 2012. 285 с.
3. Выступление Президента США Барака Обамы на Генеральной Ассамблее ООН. 30.09.2015. URL: <http://inosmi.ru/world/20150930/230544021.html>
4. Выступление президента Обамы на 71-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН. 22.09.2016. URL: <http://inosmi.ru/politic/20160922/237901841.html>
5. Дай Т., Зиглер Х. Демократия для элиты: введение в американскую политику. М.: Юридическая литература, 1984. 318 с.
6. Ильин А.А. Политическое трикстерство в контексте коммуникативной политики // Вопросы элитологии. 2022. Т. 3, № 4. С. 26-36. <https://doi.org/10.46539/elit.v3i4.12>
7. История отечественной элитологической мысли. Энциклопедический словарь. 2-е издание, исправленное и дополненное / под ред. проф. А. Ю. Шутова, П. Л. Карабущенко, А.В. Понеделкова. Ростов-на-Дону: Издательство ЮРИУ РАНХиГС при Президенте РФ, 2016. 576с.
8. Карабущенко П. Л., Ильин А.А. Шуты и клоуны большой политики: политические элиты в свете карнавальной политической культуры: монография [электронное издание сетевого распространения]. М.: КДУ, Добросвет, 2022. 222 с. URL: <https://bookonlime.ru/node/47976> ISBN 978-5-7913-1254-9 <https://doi.org/10.31453/kdu.ru.978-5-7913-1254-9-2022-222>
9. Карабущенко П.Л. Карнавальная политическая культура: монография. М.: ИНФРА-М, 2022. 596 с. ISBN 978-5-16-110230-5 <https://znanium.com/catalog/document?id=395290>
10. Крыштановская О. Анатомия российской элиты: монография. М.: Захаров, 2005. 384 с.
11. Лебедева И. В. Немецкий карнавал – политическая элита без цензуры // Вопросы элитологии. 2021. Т. 2, № 4. С. 85-97.
12. Лисянский И. Н. Карнавальная политическая культура США: элиты и лидеры в гротескном свете общественной критики // Вопросы элитологии. 2022. Т. 3, № 4. С. 52-64. <https://doi.org/10.46539/elit.v3i4.12>
13. Оськина О. И. Карнавальность как маркер современной девиантной политической культуры // Вопросы элитологии. 2022. Т. 3, № 2. С.114-128. <https://doi.org/10.46539/elit.v3i2.10>
14. Оськина О. И. Проблема доверия в политической культуре: от общественной поддержки до карнавальности // Вопросы элитологии. 2022. Т. 3, № 4. С.38-51. <https://doi.org/10.46539/elit.v3i4.12>
15. Понеделков А. В. Политическая наука в элитологическом измерении: монография. Ростов н/Д: СКАНС, 2010. 512 с.
16. Путин В.В. «Прошу на меня не сердиться» // Российская газета. № 4292. 10.02.2007.
17. Тойнби А.Д. Постигание истории. М.: Прогресс; Культура. 1996. 606 с.
18. Фрагменты ранних греческих философов: в 2 ч. М.: Наука, 1989. Ч. 1. 576 с.
19. Хабермас Ю. Демократия. Разум. Нравственность. М.: Academia, 1995. 252с.
20. Шебзухова Т. А. Политический исторический анекдот в системе карнавальной политической культуры // Вопросы элитологии. 2022. Т. 3, № 4. С. 13-25. <https://doi.org/10.46539/elit.v3i4.12>
21. Шишкина Д. А. Карнавальный характер современной американской администрации времен Д. Трампа и Д. Байдена // Вопросы элитологии. 2022. Т. 3, № 4. С. 65-79. <https://doi.org/10.46539/elit.v3i4.129>
22. Элитология культуры: российская культурная элита XX века: энциклопедический словарь / Ред. П. Л. Карабущенко. Астрахань: Астраханский университет, 2017. 412 с.

23. Элитология: энциклопедический словарь / Ред. П. Л. Карабущенко. М.: Экон-информ, 2013. 618 с.
24. Элитология России: современное состояние и перспективы развития: материалы Первого Всероссийского элитологического конгресса с международным участием, 7-8.10.2013 г. Ростов-на-Дону / Ред. В. В. Рудой. Ростов н/Д.: Изд-во ЮРИФ РАНХиГС, 2013. Т. 1. 928 с.; Т. 2. 832 с.; Т. 3. Донское книжное издательство. 420 с.
25. Элитология и стратегии развития современной России. Второй всероссийский элитологический конгресс с международным участием, 21-22.10.2016, Ростов-на-Дону / Ред. А.Ю. Шутов. Ростов-на-Дону: ЮРИУ РАНХиГС. 2016. Т. 1. 928 с.; 2017. Т. 2. 544 с.
26. Элиты и лидеры: стратегии формирования в современном университете: материалы международного конгресса. 19-22 апреля 2017 г. / Сост. П. Л. Карабущенко; Ред.: А. П. Лунева, П. Л. Карабущенко. Астрахань: Астраханский университет, 2017. 364 с.
27. Baudrillard Jean. Simulacres et Simulation. Paris: Éditions Galilée. 1981. 164 p. = Бодрийяр Ж. Симулякры и симуляция / пер. А. Качалова. М.: Постум, 2016. 240 с.
28. Blair T. A Journey: My Political life / Tony Blair. KNOFF Publishers, 2010. 320 p.
29. Bush, George Walker. Decision Points. 2010. «Virgin Books». 481 p. = Буш Д. Ключевое решение / пер. с англ. О. Акимовой, М. Козыревой, Е. Ганиевой. М.: ЗАО «ОЛМА Медиа Групп», 2011. 544 с.
30. Clinton Hillary Rodham. What Happened. N-Y.: Simon & Schuster, 2017.
31. Crippled America: How to Make America Great Again by Donald J. Trump. New York: Threshold Editions, 2015. 208 p.
32. Davet Gérard et Lhomme Fabrice. Un président ne devrait pas dire ça, 2014. 640 p.
33. Friedman George. The Next Decade: What the World Will Look Like. Doubleday, 2011. 243 p. = Фридман Дж. «Следующие 10 лет. 2011 - 2021». М.: Эксмо, 2011. 320 с.
34. Could Dementia in the National Security Workforce Create a Security Threat? By Kristie L. Gore, Samantha Cherney, Regina A. Shih, Richard S. Girven. – 28 p. April 2023. – URL: <https://www.rand.org/pubs/perspectives/PEA1779-1.html>
35. Hayes, Christopher. Twilight of the Elites: America After Meritocracy. Crown Publishing Group (NY), 2012. 304 p.
36. Lasch. Ch. The Revolt of the Elites and the Betrayal of Democracy / W. W. Norton & Company. New York-London, 1995. 276 p.
37. Paul Craig Roberts. How America was Lost. From 9/11 to the Police/Warfare State. Clarity Press, 2014. 465 p.
38. Phillips Whitney. This Is Why We Can't Have Nice Things. Mapping the Relationship between Online Trolling and Mainstream Culture. 2015. Wiley. 248 p. = Уитни Филипс. Трололо: Нельзя просто так взять и выпустить книгу про троллинг. М.: Альпина Паблишер, 2016. 300 с.
39. Talbott, Strobe. The Russia Hand: A Memoir of Presidential Diplomacy by Strobe Talbott (Author) Publisher: Random House Trade Paperbacks; (May 13, 2003) Paperback: 512 p. = Тэлботт С. Билл и Борис. Записки о президентской дипломатии. М.: Городец-издат, 2003. 528 с.
40. Tannen, R. S., The Female Trickster: PostModern and Post-Jungian Perspectives on Women in Contemporary Culture. New York: Routledge, 2007. 304 p.
41. Trierweiler Valerie. Merci pour ce moment. Les Arènes, 2014. 320 p.
42. Udo Ulfkotte, Gekaufte Journalisten: Wie Politiker, Geheimdienste und Hochfinanz Deutschlands Massenmedien. 2014. Issue 5. 336 p.
43. Vermächtnis – Die Kohl-Protokolle. By Heribert Schwan, Tilman Jens. Munich: Heyne Verlag, 2014. 256 p.
44. Wolff M. Fire and Fury: Inside the Trump White House. New York: Henry Holt and Co., 2018. 336 p.

## REFERENCES

1. Ashin G. K. Ehlitologiya: istoriya, teoriya, sovremennost': monografiya. M.: MGIMO (U), 2010. 600 p.
2. Bzhezinskii Z. Strategicheskii vzglyad: Amerika i global'nyi krizis / per. s angl. M. Desyatovoi. M.: Astrel, 2012. 285 p.
3. Vystuplenie Prezidenta SSHA Baraka Obamy na General'noi Assamblee OON. 30.09.2015. URL: <http://inosmi.ru/world/20150930/230544021.html>
4. Vystuplenie prezidenta Obamy na 71-i sessii General'noi Assamblei OON. 22.09.2016. URL: <http://inosmi.ru/politic/20160922/237901841.html>
5. Dai T., Zigler X. Demokratiya dlya ehliny: vvedenie v amerikanskuyu politiku. M.: Yuridicheskaya literatura, 1984. 318 p.
6. Il'in A. A. Politicheskoe triksterstvo v kontekste komunikativnoi politiki // Voprosy ehlitologii. 2022. T. 3, № 4. S. 26-36. <https://doi.org/10.46539/elit.v3i4.12>
7. Istoriya otechestvennoi ehlitologicheskoi mysli. Ehntsiklopedicheskii slovar'. 2-e izdanie, ispravlennoe i dopolnennoe / pod red. prof. A.YU. Shutova, P.L. Karabushchenko, A.V. Ponedelkova. Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo YURIU RANKhIGS pri Prezidente RF, 2016. 576 p.
8. Karabushchenko P.L., Il'in A.A. Shuty i klouny bol'shoi politiki: politicheskie ehliny v svete karnaval'noi politicheskoi kul'tury: monografiya [ehlektronnoe izdanie setevogo rasprostraneniya]. M.: KDU, Dobrosvet, 2022. 222 s. URL: <https://bookonline.ru/node/47976> ISBN 978-5-7913-1254-9 <https://doi.org/10.31453/kdu.ru.978-5-7913-1254-9-2022-222>
9. Karabushchenko P. L. Karnaval'naya politicheskaya kul'tura: monografiya. M.: INFRA-M, 2022. 596 p. ISBN 978-5-16-110230-5 <https://znanium.com/catalog/document?id=395290>
10. Kryshtanovskaya O. Anatomiya rossiiskoi ehliny: monografiya. M.: Zakharov, 2005. 384s.
11. Lebedeva I. V. Nemetskii karnaval – politicheskaya ehlyta bez tsenzury // Voprosy ehlitologii. 2021. T. 2, № 4. P. 85-97.
12. Lisyanskii I. N. Karnaval'naya politicheskaya kul'tura SSHA: ehliny i lidery v grotesknom svete obshchestvennoi kritiki // Voprosy ehlitologii. 2022. T. 3, № 4. P. 52-64. <https://doi.org/10.46539/elit.v3i4.12>
13. Os'kina O.I. Karnaval'nost' kak marker sovremennoi deviantnoi politicheskoi kul'tury // Voprosy ehlitologii. 2022. T. 3, № 2. P. 114-128. <https://doi.org/10.46539/elit.v3i2.10>
14. Os'kina O.I. Problema doveriya v politicheskoi kul'ture: ot obshchestvennoi podderzhki do karnaval'nosti // Voprosy ehlitologii. 2022. T. 3, № 4. P. 38-51. <https://doi.org/10.46539/elit.v3i4.12>
15. Ponedelkov A.V. Politicheskaya nauka v ehlitologicheskoi izmerenii: monografiya. Rostov n/D: SKANS, 2010. 512 p.
16. Putin V.V. «Proshu na menya ne serdit'sYA» // Rossiiskaya gazeta. № 4292. 10.02.2007.
17. Toinbi A.D. Postizhenie istorii. M.: Progress; Kul'tura. 1996. 606 p.
18. Fragmenty rannikh grecheskikh filosofov: v 2 ch. M.: Nauka, 1989. CH. 1. 576 p.
19. Khabermas YU. Demokratiya. Razum. Nravstvennost'. M.: Academia, 1995. 252 p.
20. Shebzukhova T.A. Politicheskii istoricheskii anekdot v sisteme karnaval'noi politicheskoi kul'tury // Voprosy ehlitologii. 2022. T. 3, № 4. P. 13-25. <https://doi.org/10.46539/elit.v3i4.12>
21. Shishkina D.A. Karnaval'nyi kharakter sovremennoi amerikanskoi administratsii vremen D. Trampa i D. Baidena // Voprosy ehlitologii. 2022. T. 3, № 4. P. 65-79. <https://doi.org/10.46539/elit.v3i4.129>
22. Ehlitologiya kul'tury: rossiiskaya kul'turnaya ehlyta KHKH veka: ehntsiklopedicheskii slovar' / Ed. P. L. Karabushchenko. Astrakhan': Astrakhanskii universitet, 2017. 412 p.
23. Ehlitologiya: ehntsiklopedicheskii slovar' / Ed. P.L. Karabushchenko. M.: Ehkon-inform, 2013. 618 p.
24. Ehlitologiya Rossii: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya: materialy Pervogo Vserossiiskogo ehlitologicheskogo kongressa s mezhdunarodnym uchastiem, 7-8.10.2013. Rostov-

- na-Donu / Ed. V.V. Rudoi. Rostov n/D.: Izd-vo YURIF RANKhIGS, 2013. Т. 1. 928 s.; Т. 2. 832 p.; Т. 3. Donskoe knizhnoe izdatel'stvo. 420 p.
25. Ehlitologiya i strategii razvitiya sovremennoi Rossii. Vtoroi vserossiiskii ehlitologicheskii kongress s mezhdunarodnym uchastiem, 21-22.10.2016, Rostov-na-Donu, Ed. A.YU. Shutov. Rostov-na-Donu: YURIU RANKhIGS. 2016. Т. 1. 928 p.; 2017. Т. 2. 544 p.
26. Ehlity i lidery: strategii formirovaniya v sovremennom universitete: materialy mezhdunarodnogo kongressa. 19-22 aprelya 2017 g. / Writer P.L. Karabushchenko; Ed. A.P. Lunev, P.L. Karabushchenko. Astrakhan': Astrakhanskii universitet, 2017. 364 p.
27. Baudrillard Jean. Simulacres et Simulation. Paris: Éditions Galilée. 1981. 164 p. = Bodriiyar ZH. Simulyakry i simulyatsiya / transl. A. Kachalova. M.: Postum, 2016. 240 p.
28. Blair T. A Journey: My Political life / Tony Blair. KNOPF Publishers, 2010. 320 p.
29. Bush, George Walker. Decision Points. 2010. «Virgin Books». 481 p. = Bush D. Klyuchevoe reshenie / transl. O. Akimovoi, M. Kozyrevoi, E. Ganievoi. M.: ZAO «OLMA Media Grup», 2011. 544 p.
30. Clinton Hillary Rodham. What Happened. N-Y.: Simon & Schuster, 2017.
31. Crippled America: How to Make America Great Again by Donald J. Trump. New York: Threshold Editions, 2015. 208 p.
32. Davet Gérard et Lhomme Fabrice. Un président ne devrait pas dire ça, 2014. 640 p.
33. Friedman George. The Next Decade: What the World Will Look Like. Doubleday, 2011. 243 r. = Fridman Dzh. «Sleduyushchie 10 let. 2011 - 2021». M.: Ehksmo, 2011. 320 p.
34. Could Dementia in the National Security Workforce Create a Security Threat? By Kristie L. Gore, Samantha Cherney, Regina A. Shih, Richard S. Girven. – 28 p. April 2023. URL: <https://www.rand.org/pubs/perspectives/PEA1779-1.html>
35. Hayes, Christopher. Twilight of the Elites: America After Meritocracy. Crown Publishing Group (NY), 2012. 304 p.
36. Lasch. Ch. The Revolt of the Elites and the Betrayal of Democracy / W. W. Norton & Company. New York-London, 1995. 276 p.
37. Paul Craig Roberts. How America was Lost. From 9/11 to the Police/Warfare State. Clarity Press, 2014. 465 p.
38. Phillips Whitney. This Is Why We Can't Have Nice Things. Mapping the Relationship between Online Trolling and Mainstream Culture. 2015. Wiley. 248 r. = Uitni Fillips. Trololo: Nel'z'ya prosto tak vzyat' i vypustit' knigu pro trolling. M.: Al'pina Pabliher, 2016. 300 p.
39. Talbott, Strobe. The Russia Hand: A Memoir of Presidential Diplomacy by Strobe Talbott (Author) Publisher: Random House Trade Paperbacks; (May 13, 2003) Paperback: 512 p. = Tehlbott S. Bill i Boris. Zapiski o prezidentskoi diplomatii. M.: Gorodets-izdat, 2003. 528 p.
40. Tannen, R.S., The Female Trickster: PostModern and Post-Jungian Perspectives on Women in Contemporary Culture. New York: Routledge, 2007. 304 p.
41. Trierweiler Valerie. Merci pour ce moment. Les Arènes, 2014. 320 p.
42. Udo Ulfkotte, Gekaufte Journalisten: Wie Politiker, Geheimdienste und Hochfinanz Deutschlands Massenmedien. 2014. Issue 5. 336 p.
43. Vermächtnis – Die Kohl-Protokolle. By Heribert Schwan, Tilman Jens. Munich: Heyne Verlag, 2014. 256 p.
44. Wolff M. Fire and Fury: Inside the Trump White House. New York. Henry Holt and Co., 2018. 336 p.

#### ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

**Карабущенко Павел Леонидович** - доктор философских наук, профессор, главный научный сотрудник (руководитель) Центра стратегических исследований Евразии, Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева, <https://orcid.org/0000-0003-2776-4089>, [Pavel\\_karabushenko@mail.ru](mailto:Pavel_karabushenko@mail.ru)

**Karabushenko Pavel Leonidovich** - Doctor of Philosophy, Professor, Chief Researcher (Head), Centre for Strategic Studies of Eurasia, Astrakhan State University named after V.N. Tatishchev, <https://orcid.org/0000-0003-2776-4089>, [Pavel\\_karabushenko@mail.ru](mailto:Pavel_karabushenko@mail.ru)

**Васильев Даниил Олегович** - бакалавр Юридического факультета, кафедры гражданского права и процессов, Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского Федерального университета, e-mail: [oponir@pfncf.ru](mailto:oponir@pfncf.ru)

**Vasiliev Daniil Olegovich** - Bachelor of the Faculty of Law, Department of Civil Law and Procedure, Pyatigorsk Institute (branch) North Caucasus Federal University, e-mail: [oponir@pfncf.ru](mailto:oponir@pfncf.ru).

Дата поступления в редакцию:12.03.2023

После рецензирования:23.05.2023

Дата принятия к публикации:13.06.2023

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 266-271  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):266-271

ДИСКУССИОННЫЕ СТАТЬИ /  
DISCUSSION PAPERS

Обзорная статья / Review article

УДК 741.02 (076.5)  
DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.29

**Наталья Владимировна Латцердс**  
[Natalia V. Latzerds]

**К концепции междисциплинарного  
взаимодействия пластической анатомии  
и академического рисунка в  
профессиональном самоопределении**

**To the concept of the educational handbook  
on the drawing gypsum head**

*Ставропольское краевое училище дизайна (техникум), Пятигорск, Россия /  
Stavropol Regional School of Design (technical school), Pyatigorsk, Russia, [vip.lattzerds@mail.ru](mailto:vip.lattzerds@mail.ru)*

**Аннотация.** В статье рассматривается актуальность создания мультимедийного междисциплинарного учебно-методического пособия для обучения студентов рисунку гипсовой головы, описана его концепция и разделы с учетом ведущих тенденций художественного образования. Выдвинут тезис о том, что существует зависимость между идеей использования мультимедийных образовательных ресурсов в процессе обучения пластической анатомии и рисунку, формируя при этом мотивацию обучающихся к учению, а также более эффективное усвоение законов изобразительной грамоты на фоне художественной культуры и мастерства.

**Ключевые слова:** рисунок гипсовой головы, череп, обрубочки, экорше, принцип целостности, мультимедийное учебное пособие, художественно-творческое развитие, компьютерная анимация

**Для цитирования:** Латцердс Н.В. К концепции междисциплинарного взаимодействия пластической анатомии и академического рисунка в профессиональном самоопределении // Современная наука и инновации. 2023. № 2 (42): 266-271. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.29>

**Abstract.** The article discusses the relevance of creating a multimedia teaching aid for teaching students to draw a plaster head, describes its concept and sections, taking into account the leading trends in art education. They put forward the thesis that there is a relationship between the idea of using multimedia educational resources in the process of teaching drawing, thus forming students' motivation to learn, as well as more effective mastering the laws of visual literacy against the background of artistic culture and skill.

**Key words:** drawing of the plaster head, the principle of integrity, multimedia tutorial, artistic and creative development, computer animation

**For citation:** Latzerds N.V. R To the concept of the educational handbook on the drawing gypsum head // Modern Science and Innovations. 2023;2(42):266-271. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.29>

*To be a good artist  
you even have to sleep with an album and a pencil.  
A. Kuindzhi*

*We artists listen with our eyes,  
we speak with our hands.  
A. Carracci*

*I am well prepared for work; absolutely  
mistakenly think that art  
- it's an easy thing  
Henri Toulouse-Lautrec*

**Introduction.** Academic drawing, as a type of graphics, is the basis of the system of art education with clear methodological harmony and validity. Consistent and thoughtful tasks, gradually becoming more complex, help students successfully master the course. From the skills and theoretical knowledge acquired in the course of its study, advancement in other artistic activities - design, monumental art (sculpture, architecture), painting, arts and crafts - depends. Whatever direction a person chooses for himself, who decides to connect his life with art, first of all, he masters the “literacy”, which is academic drawing [1].

One of the sections of the training program for the future artist-teacher has always been considered the drawing of a skull, stump, ecorche and plaster head. Without working it out, it is difficult to move on to studying the plasticity of a “living” head, a portrait. Of course, a plaster head is a good model in this case, since it is homogeneous and motionless in texture. Moreover, the sculptor has already found and generalized the form taken in reality, making it easier for students to draw the head, conveyed the proportions of its constituent parts. From here, the novice draftsman was able to focus all his attention on the form as a whole, then move on to work on the details.

**Research Methodology.** All professional artists adhere to the methodical principle of image integrity. Most artists adhere to this principle in teaching students to draw a plaster head. At the same time, the issue of preserving the influence and traditions of academic drawing, in particular, drawing a skull, ecorche, and a plaster head, becomes relevant. However, the archaism of traditional teaching aids does not contribute to the inclusion of students' motivation for learning, active cognitive activity, which sets us the task of updating educational resources through the use of digitized samples of the sequence of drawing, video fragments of the master's work.

To draw portraits and an academic head, the artist needs to understand what lies in its construction. Before drawing a plaster head, a novice draftsman must acquire sufficient knowledge of anatomy. It is the poor knowledge of anatomical aspects that prevents many artists from becoming professionals.

The course of Plastic Anatomy deals with the fundamentals of the human skeleton and muscular system, the fundamentals of the doctrine of proportions, as well as the plastic features of the human head and face that form its external appearance. Therefore, this item is studied in parallel with the courses of Drawing and Painting, forming a methodical whole.

The study of the program material should contribute to the formation of a scientifically based idea among students about the unity and integrity of the large analytical form (the human figure as a whole), about the proportional dependence of large and small forms (the figure and its parts), about the methods of a competent approach to depicting large and small forms in drawing a human figure.

Plastic anatomy is designed to give a deeper knowledge of the structure of a person, to teach how to draw meaningfully, to instill the ability to analyze.

Mastering the discipline involves practical understanding of its sections and topics in the classroom in the disciplines of Drawing and Painting, during which the student must consolidate and deepen theoretical knowledge; forms the right creative thinking and gives the necessary professional skills in solving creative problems.

Plastic anatomy is a basic discipline in the art education of students. In the disciplines of Drawing and Painting, the student must be able to apply theoretical knowledge of anatomy, anatomical terms when drawing nature. It is necessary to depict the human body not intuitively, but professionally, with an understanding of how it works. Drawing is not an empirical knowledge of forms, movements, it is necessary to master the scientific understanding of these provisions.

It is possible to depict a person's face at rest by asking him to pose motionless, by means of careful mechanical copying, but how to copy a person during a change of emotions? You can take a picture of a face with different expressions of emotions, then copy these photos, but this does not

work - the image is implausible, handicraft, despite the photographic accuracy (how paradoxical!). Apparently, a different approach is required. Having received anatomical knowledge, the artist will not *copy the* model, photographs, but *use* them, will depict nature and create *creative image*, i.e. free to work on your own.

In order to learn to see the shape of the head as a whole, one must know what parts and elements this form consists of, how these details and parts are subordinated to each other.

Within the framework of interdisciplinary interactions of Plastic Anatomy, teachers face the most difficult tasks to raise and equate the academic discipline with the level of modern technologies with their effective computer presentation, without losing the recognizable structural volumetric, graphically expressive anatomical drawing. In the future, the student himself decides how to use the knowledge of plastic anatomy: directly, as a work of art (skull, stump, écorché), or as a graphic component in artistic design and design.

The specificity of the anatomical drawing is that the shape, modeling, construction of the human head requires a preliminary sketch, where the main volume of the object of the drawing and its plasticity are obviously determined. Knowledge of the structure of the human head - the anatomy of the skeleton and muscles of the facial and cerebral parts of the head - will help in working on a portrait, head drawing.

The initial task of the painter is to understand, remember and learn how to correctly convey the design of the human skull. The skull **is** the bony frame of the head. It is covered with a thin layer of soft tissues; therefore, it is precisely the structural features of the bones of the skull that have a great influence on the external forms of the head and the external features of the face (this is the difference from the structure of the body).

Drawing a skull is included in the compulsory training program for artists and precedes the drawing of a stubble head, an écorché of a head, parts of a face, a plaster head, and drawing a portrait from life.

Before drawing a full-fledged realistic human skull with all its bumps and roughness, it is worth drawing a conditional skull in order to understand the location of the main zones and volumes of the bone structure of the head and not be distracted by details. For artists, a training model was specially created in which small details are subordinated to large forms, the bones of the skull are glued into one common shape, and superfluous textures are transformed into simple and understandable, close to geometric, shapes and surfaces.

Unlike the stump of the skull, such a skull is more realistic, but still not specific - this is a general idea of the bones of the head (for example, it is difficult to determine whether it is a man or a woman, there are no traces of bone fusion, the teeth are shown in a single general shape, etc.) [5]. But this is quite enough to study the shape of the head and correlate facial features with the internal structure of the head.

When drawing the shape of the skull, the future artist must know the theory of perspective and be able to use linear constructive construction of the drawing. Therefore, when depicting a skull, detailing and realism are not important - it is not required to draw a portrait of the skull, it is necessary to deal with the design, shape and volume. So, it is this skull model for drawing, in my opinion, that is best suited for this purpose.

In order to learn to see the shape of the head as a whole, one must know what parts and elements this form consists of, how these details and parts are subordinated to each other.

The academic method of drawing a plaster model of the stump of a human head is necessary to understand the shape of the head when drawing a living model. Many well-known masters of fine arts began with the method of constructing a stubble head shape.

Acquaintance with the design features of the human head, it is advisable to start with the construction of a plaster head of Houdon's trimming.

The trimming is a diagram of the main structure of the human head. It divides the head into many plans and planes, gives ideas about the construction of the volumetric-spatial structure of the head, the laws of chiaroscuro, perspective abbreviations, having studied which can later be used when working with a plaster head and living nature.

Knowledge of anatomy is also necessary for the artist to express emotions - facial expressions depend on the muscles of the head.

Sculptor Houdon created a very handy guide for artists, and to this day it is used in art schools around the world. The purpose of Écorché Houdon's drawing is to reveal the geometric and plastic relief based on the knowledge of plastic anatomy.

Écorché gives a complete picture of facial plastic surgery. If you remove the skin, the face of a person does not change so dramatically. It just becomes better to see and understand what forms the main details of its structure. So numerous muscles around the eyes, lips, nose, give a clear idea of how to draw facial expressions. And a huge hole in place of the cheeks perfectly convinces that even the chubbiest cheeks hang above the void

Écorché of the head - the development of transfer skills in three-dimensional generalized forms of the skull and all elements of the human head.

Having studied the anatomy of the face well, remembering the plasticity of each muscle, you will protect yourself from elementary mistakes that are often made by those who do not know anatomy.

The skulls of men and women have differences, even different ethnic groups have a difference in the structure of the bones of the skull, and hence the main parts of the face - eyes, nose, ears. Without understanding these nuances, one cannot draw a full-fledged, similar to the original, portrait.

Before you start building the head, you need to get acquainted with the basic proportions of the head. The canons of a person's face were established in the era of Ancient Greece. The bridge of the nose is in the center, the distance from the bridge of the nose to the tip of the nose is equal to the distance from the tip of the nose to the chin, the line of the mouth is one third from the tip of the nose to the chin, the distance between the eyes is equal to the width of the eye, the wings of the nose are in line with the inner corners (teardrops) eyes, corners of the mouth correspond to the middle of the eye. Each person can have their own individual proportions, which may differ slightly from the classic ones.

In the academic drawing of a plaster head, classical canons are used. It must be remembered that the head has the shape of an egg and the parts of the face are arranged symmetrically, therefore, it is necessary to draw parts of the face at the same time in pairs, this contributes to the development of spatial thinking. The basic principle of drawing: from the big form to the details and from the details to the general form.

**Results and discussions.** In our opinion, a multimedia textbook is a new vector in the educational and methodological complex of the discipline "Academic Drawing". Currently, "a new form of educational environment is being created, characterized, first of all, by "photographic" memory, memory expansion by visualization, information amplification due to the synthesis of knowledge using high technologies [2, p. 57]. These include digital interactive educational resources that allow full-fledged training on specific computer models that form educational trajectories for each student, adapting the curriculum to individual needs.

The purpose and task of the multimedia tutorial on drawing a plaster head is to study and master the fundamental concepts, laws, theory of visual literacy in unity with practical experience, i.e. the ability to work with the material, studying the delivered model for a long time. The drawing of a plaster head is a standard by which it is determined whether the artist knows the basics of analyzing the transfer of form in space, whether students are familiar with the methods and algorithms for constructing nature, whether he solves specific problems - from the constructive stage of work to tonal analysis in the process of detailing. Any complex form can be disassembled into simple ones. Therefore, the main task of the manual is to develop the student's skills to identify and work with simple and common components, combining them to obtain a holistic image.

The study of the problems associated with the development of teaching aids in the disciplines of the visual cycle in art educational institutions made it possible to clarify a number of conceptual provisions, on the basis of which we developed a multimedia teaching aid for drawing a plaster head that meets the following requirements:

1. The logic of construction in general terms should correspond to the logic of the discipline being studied and the laws governing the assimilation of educational material by students.

2. The manual should have an artistic and aesthetic function, be multifunctional, informative, integrative, meeting the didactic requirements for the unity of the cognitive and creative activities of students.

3. The content of the manual should correspond to the basic principles of artistic activity, including the methods of sequential actions when creating an image, generalized methods for identifying volume, and working with various artistic materials.

4. Concepts, laws, methods of working on a drawing should be accompanied by illustrative material with the organization of visual perception based on multimedia technologies [4].

In our opinion, the book of Ryzhkin A.N. can be an example of such a manual. "How to draw a human head and a capital", where the main tasks that arise at each stage of work are sequentially disclosed [3]. It provides illustrated explanations that introduce the specifics of the structural-spatial Stroganov drawing, forming in students the minimum set of professional artistic skills that are necessary for the development of an artistic and creative personality. The publication is illustrated and supplied with diagrams, stages of the half-length portrait of Nicola da Uzzano in profile and three-quarters, as well as the head of Diadumen and a Doric capital.

Our tutorial material is presented in three parts. Part one is devoted to theoretical issues and fundamental laws of visual literacy, which are confirmed by the works of the great masters of the past. Here are classical drawings with vivid examples of building volume, aerial perspective and proportional ratios of parts of the body and head. The second part presents drawings by artists of different eras, made in various graphic techniques. They are united by one thing - professional drawing, deep knowledge of the possibilities of the material and unique individual self-expression through the language of drawing. The third part is represented by the methodology, which outlines the systematizing foundations of visual literacy, the correct setting of the "hand", and the figurative expressiveness of the composition. The fourth part shows the work of students obtained in the process of experimental testing of image construction methods (constructive, "from the spot", according to "reference points"), methods of working with space and form, various graphic techniques. In our opinion, in the process of execution, students will have an interest and an individual plastic interpretation of the drawing, but in compliance with the laws of visual literacy. In this case, a study guide was used, with the help of which the real work of the laws of graphic literacy was shown in an interactive form in the context of classical fine art, the sequence of drawing and innovative approaches of contemporary artists. The developed manual on the drawing of a plaster head with the methodology for its application in real learning conditions can be applied at various levels and areas of art education.

**Conclusion.** Thus, there is a need to change the structure of traditional teaching aids and educational resources through the use of digitized samples of the sequence of drawing.

In the future, we plan to create a multimedia interactive version of this manual, providing it with additional materials (links to sites, video clips, etc.), allowing students to independently deepen their knowledge of drawing. The structure of the manual will include multimedia fragments, video footage of practical work on the drawing, master classes by leading masters. In the text of the tutorial, active links will be highlighted with a demonstration of the implementation of a certain element of the task or stage of work with a discussion of theoretical material in the context of practical drawing. Students will have the opportunity to return to any fragment of the work on the drawing, since the pace of assimilation of the material is different for everyone.

Materials on human anatomy will be provided with computer animation, combining several angles at once, in order to clearly understand the structure of parts of the human body. All artistic means used in such a manual: an artistic image, a composition, including a spot, a line, a font, etc., should interact, based on the students' understanding of all means of expressing artistic intent and creativity.

Modern sciences are dynamic knowledge, changing literally before our eyes. The avalanche-like accumulation of new experimental data sometimes outstrips the possibilities of its theoretical

interpretation and explanation. The number of interdisciplinary interactions at the intersection of anatomy and physics, anatomy and academic drawing, anatomy and anthropometry in various areas of Design is rapidly growing.

The development of knowledge leads to a gradual transformation of ideas about the essence of life, the interaction of biological and social in man, etc. Moreover, anatomy is becoming the basis in the art education of students, on which new approaches and principles in art are formed, which determine the professional self-determination of a person in the 21st century.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гавриляченко С. А. Композиция в учебном рисунке: научно-методическое издание. М.: Сканрус, 2010. 192 с.
2. Катханова Ю. Ф., Корзинова Е. И., Игнат'ев С. Е. Визуализация учебной информации как педагогическая проблема // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия «Педагогика и психология». 2018. № 4 (228). С. 51-60.
3. Рыжкин А. Н. Как рисовать голову человека и капитель: пособие для поступающих в художественные вузы. М.: Эксмо, 2014. 72 с.
4. Савинов А. М. Методические принципы учебного рисования при подготовке дизайнеров академическому рисунку // Наука и образование: современные тренды. Чебоксары: Изд. ООО «Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс». 2015. № 3 (9). С. 233-241.
5. Gottfried B. Wir zeichnen den Menschen. Berlin: Volk u. Wissen, 2020. 314 p.

#### REFERENCES

1. Gavrilyachenko S. A. Kompozitsiya v uchebnom risunke: nauchno-metodicheskoe izdanie. M.: Skanrus, 2010. 192 p.
2. Katkhanova Yu. F., Korzinova E. I., Ignat'ev S. E. Vizualizatsiya uchebnoi informatsii kak pedagogicheskaya problema // Vestnik Adygeiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Pedagogika i psikhologiya». 2018. No. 4 (228). P. 51-60.
3. Ryzhkin A. N. Kak risovat' golovu cheloveka i kapitel': posobie dlya postupayushchikh v khudozhestvennye vuzy. M.: Ehksmo, 2014. 72 p.
4. Savinov A. M. Metodicheskie printsipy uchebnogo risovaniya pri podgotovke dizainerov akademicheskomu risunku // Nauka i obrazovanie: sovremennye trendy. Cheboksary: Publisher «Tsentr nauchnogo sotrudnichestva «Interaktiv plus» Ltd., 2015. No. 3 (9). P. 233-241.
5. Gottfried B. Wir zeichnen den Menschen. Berlin: Volk u. Wissen, 2020. 314 p.

#### ОБ АВТОРЕ / ABOUT THE AUTHOR

**Наталья Владимировна Латцердс**, к. фарм. н, преподаватель высшей категории ГБОУ СПО СК «Ставропольское краевое училище дизайна» (техникум), [vip.lattserds@mail.ru](mailto:vip.lattserds@mail.ru)  
**Natalia Vladimirovna Latzerds**, PhD, teacher of the highest category of GBOU SPO SC "Stavropol Regional School of Design" (technical school), [vip.lattserds@mail.ru](mailto:vip.lattserds@mail.ru)

Дата поступления в редакцию: 12.02.2023

После рецензирования: 23/04.2023

Дата принятия к публикации: 13.06.2023

Современная наука и инновации.  
2023. № 2(42). С. 272-278  
Modern Science and Innovations.  
2023; 2(42):272-278

**Николай Дмитриевич Судаев**  
[Nikolay D. Sudavtsov]

*ДИСКУССИОННЫЕ СТАТЬИ /*  
*DISCUSSION PAPERS*

**Аграрная реформа и проблемы местного самоуправления в России в начале XX века**

*Научная статья / Original article*

**Agrarian reform and problems of local self-government in Russia in the early twentieth century**

УДК 347.77

DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.30

*Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия /*  
*North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia, [249609@mail.ru](mailto:249609@mail.ru)*

**Аннотация.** В статье речь идёт о проблемах местного самоуправления на селе в период аграрной реформы в России после Первой российской революции (1905-1907 гг.), а также о его влиянии на развитие сельского хозяйства. Рассматриваются позиции правительства и общества по данной проблеме, отношения к ней Государственной думы и Государственного совета.

**Ключевые слова:** революция, реформа, Государственная дума, землепользование, самоуправление, волостное земство

**Для цитирования:** Судаев Н. Д. Аграрная реформа и проблемы местного самоуправления в России в начале XX века // *Современная наука и инновации. 2023. № 2 (42). С. 272-278. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.30>*

**Abstract.** The article deals with the problems of local self-government in rural areas during the agrarian reform in Russia after the First Russian revolution (1905-1907), as well as its impact on the development of agriculture. The positions of the government and society on this problem, the attitude of the State Duma and the State Council to it are considered.

**Key words:** revolution, reform, State Duma, land use, self-government, volost Zemstvo

**For citation:** Sudavtsov N. D. Agrarian reform and Problems of Local Self-Government in Russia at the beginning of the twentieth Century // *Modern Science and Innovations. 2023;2(42):272-278. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.30>*

В начале XX века в России значительно активизировалась общественно-политическая жизнь общества, требовавшего от правительства реформ, которые бы отвечали потребностям государства. Россия, несмотря на достигнутые успехи в капиталистическом развитии в ходе проведения «великих реформ», по-прежнему оставалась единственной страной в Европе, в которой существовала абсолютная монархия.

На активизацию российского общества в начале века огромное влияние оказывало капиталистическое развитие страны с обострением противоречий между трудом и капиталом, нерешённость национальных и аграрных вопросов, создание и деятельность политических партий, общественных организаций, Первая российская революция (1905-1907 гг.), поражения в русско-японской войне и т.д.

В ходе революции очень остро встали вопросы управления и местного самоуправления. Правительство вынуждено было пойти на проведение политических реформ, в результате чего были созданы высшие представительные законодательные органы государственной власти - Государственная дума и Государственный совет.

С первых дней начала работы Государственной думы в ней стали подниматься вопросы реформирования местного самоуправления, а также распространения деятельности земских учреждений в России на новые территории. В 1908 году земство было

распространено на 6 западных губерний. Законом 9 июня 1912 года земство было введено в Астраханской, Оренбургской и Ставропольской губерниях. В них экспериментально губернские центры и наиболее крупные города получали право уездных земств, то есть освобождались от уездного земского сбора. Такими стали губернские центры Астрахань, Ставрополь, Оренбург, а также города Троицк и Челябинск в Оренбургской губернии. [1] В то же время земство в этих губерниях не было распространено на территории казачьи и кочующих народов.

Революция народной инициативой породила и новые формы самоуправления: различного рода комитеты, общественные не государственные советы. Появилась уникальная форма народовластия – советы уполномоченных, депутатов. С одной стороны, они были призваны ликвидировать сословную форму самоуправления, поскольку становились по своему характеру всеобщими, с другой – властью народа. При их избрании отсутствовал имущественный ценз и другие ограничения. Главным преимуществом при формировании советов была система выборов. В её основе лежала «четырёххвостка» – всеобщие, равные, тайные, прямые выборы. В некоторых местах в ходе революции волею народных масс, хотя и ненадолго, они становились полноправными хозяевами территории, на которой действовали. Там, где советам довелось осуществлять реальную власть даже на короткое время, они на практике продемонстрировали свои потенциальные возможности – г. Иваново-Вознесенск, Красноярская, Новороссийская республики.

Хотя советы и не стали официальными органами власти, но на практике они продемонстрировали, что народ на местах может более эффективно самостоятельно решать местные вопросы. Поэтому, когда в 1917 году свершилась октябрьская революция, то органами народной власти стали именно советы депутатов, которые были встроены в систему государственной власти, одновременно являясь органами местного управления, обладая всеми властными атрибутами. Они получили право на всех уровнях издавать свои нормативные акты, исходя из государственных законов, и добиваться их реализации, непосредственно воздействуя на исполнителей, чего не было у земского и городского самоуправления.

В ходе Первой российской революции 1905-1907 гг., в аграрный России очень остро встал земельный вопрос. Революция убедительно показала, что существующая в сельских обществах система землепользования себя изжила. Об этом свидетельствовало активное участие в революционном движении крестьянства, которое требовало его решения и ликвидации помещичьего землевладения. Этот вопрос обсуждался на всех уровнях власти, в том числе в созданной Государственной думе, обществе.

В то же время для всех становилось всё более очевидным, что сохранение крестьянской общины являлось серьёзным тормозом капиталистического развития сельского хозяйства в стране, которое развивалось в основном экстенсивным путём. Сборы сельскохозяйственных культур, продукция животноводства увеличивались, прежде всего, за счёт распашки новых земель, увеличения поголовья скота, а не за счёт повышения урожайности, продуктивности животноводства. Это было результатом низкого уровня организации труда, в работе крестьянами использовалась примитивная сельскохозяйственная техника, на низком уровне были поставлены семеноводство, племенная работа в животноводстве, почти не использовались удобрения. Диктат общины в использовании земли являлся серьёзным тормозом в эффективности работы на ней. Одновременно революция показала, что сельская община являлась мощным организующим фактором в мобилизации крестьян на совместную борьбу с существующим строем и за решение аграрного вопроса в государстве.

Сдерживающим фактором в развитии сельского хозяйства, повышении его эффективности было и крестьянское самоуправление. Крестьянские сходы жёстко регламентировали использование земли, находившейся в общинном землепользовании, устанавливая чередование культур. Это было также связано с её переделами, что не позволяло крестьянам проявлять инициативу в облагораживании земли, повышении

культуры земледелия по своему усмотрению. От этого в значительной мере страдали и зажиточные крестьяне, которые к тому же не могли эффективно хозяйствовать на своих наделах, а также скупать земли крестьян-общинников и вводить укрупнённые севообороты.

В условиях роста малоземелья крестьян становилось всё более очевидным, что многие семьи со своего участка уже не могли прокормить себя. В то же время, крестьяне, будучи прикрепленными к общине, не могли выйти из неё, продав свои наделы.

Под давлением революции правительство вынуждено было принять ряд мер, направленных на решение ключевого для России аграрного вопроса, разрушение крестьянской общины и ликвидацию сословного крестьянского самоуправления. Важным шагом в этом направлении было издание императором 3 ноября 1905 года манифеста о снижении выкупных платежей с 1 января 1906 года наполовину, а с первого января 1907 года их прекращение. [2]

Таким образом, с 1907 года, согласно закону, в конечном итоге земля переходила в частую собственность крестьян. В то же время на практике они ещё не становились её полновластными хозяевами. Земля продолжала оставаться в общинном землепользовании, и крестьяне не могли распоряжаться ею по своему усмотрению, проявлять собственную инициативу в развитии своего хозяйства. Чтобы стать полновластным хозяином земли, домохозяину необходимо было укрепить за собой надел, освободиться от общины и стать самостоятельным.

Председатель совета министров П.А. Столыпин, выступая 5 декабря 1908 г. на заседании Государственной думы о земельном законопроекте и землеустройстве крестьян подчёркивал, что правительство «делало ставку не на убогих и пьяных, а на крепких и на сильных». [3, 118]

Осуществляя политику по углублению капиталистического развития сельского хозяйства России, глава правительства П.А. Столыпин понимал, что без принятия соответствующих законов, существующее землепользование на селе будет оставаться серьёзным тормозом в социально-экономическом развитии страны. Поэтому он выступил решительным сторонником проведения аграрной реформы в стране и сделать так, чтобы, крестьянин укрепил землю в частую собственность и стал полновластным хозяином своего надела. Но под это нужно было подвести соответствующую законодательную базу.

Правительство пошло на уступки и приступило к проведению аграрной реформы, но с сохранением помещичьего землевладения. Поскольку согласно манифесту от 3 ноября 1905 года, земля с 1 января 1907 года принадлежала крестьянину, то правительство начало практически реализовать аграрную реформу.

Были изданы указы, повеления императора об учреждении губернских и уездных землеустроительных комиссий, о передаче Крестьянскому поземельному банку для продажи крестьянам удельных, свободных казённых земель, образования переселенческих участков, и др.

9 ноября 1906 года был издан указ «О дополнении некоторых постановлений действующего закона, касающихся крестьянского землевладения и землепользования». [4, 99-105] Крестьянам было предоставлено право укреплять за собой наделы, принадлежавшей им земли и становиться её полноправными хозяевами. Теперь каждый домохозяин, получив свой надел и выделившийся из общины, мог проявить хозяйственную инициативу, свободно по своему усмотрению распоряжался своей землёй, как хотел, не боясь переделов и делал на своей земле всё, что считал нужным: облагораживал её, сеял те культуры, какие было выгоднее и т.д. Укреплённую землю крестьянин мог продавать и устраиваться по своему желанию. Он мог жить на месте, перенести свои постройки непосредственно на свою землю на хутор и рационально вести собственное хозяйство. Крестьяне могли переселяться на постоянное место жительства в избранное ими место в России, где, получив землю, организовывать своё новое хозяйство или работать на предприятиях, по найму, завести своё дело. Таким образом, по замыслу главы правительства А.П. Столыпина в России на селе должен был создаваться слой крепких хозяев, как важная опора правительства и ликвидировалась сельская община, в определённой мере защищавшая интересы крестьян.

Выступая во второй Государственной думе с правительственной декларацией П.А.

Столыпин заявил, что данный указ облегчал «переход к подворному и хуторскому владению, причем устранено всякое насилие в этом деле и отменяется лишь насильственное прикрепление крестьянина к общине, уничтожается закрепощение личности, несовместимое с понятием о свободе человека и человеческого труда». [3, 84]

Приступив к осуществлению аграрной реформы, П.А. Столыпин столкнулся с огромными трудностями в её проведении. Положение с реализацией аграрной реформы складывалось чрезвычайно сложное. Многие сельские общества выступали против выделения крестьян из общины. Домохозяева и без того не рвались укреплять наделы и выходить из общины, которая в России существовала веками и прочно вошла в плоть и кровь крестьян. Это сдерживало крестьян, вселяя в них определённую осторожность с решением вопроса о выходе из общины. Такой подход крестьян ставил под угрозу реализацию реформы. Правительство, возглавляемое П.А. Столыпиным, не могло мириться с создающимся положением и допустить провал реформы. Это понудило правительство исходить, что нужны были энергичные действия и жёсткий подход к осуществлению намеченного.

Главным препятствием на пути реализации реформы П.А. Столыпин видел в общине. Веками укоренявшаяся среди российского крестьянства общинность, являвшаяся опорой самодержавия, в период капиталистического развития России становилась серьёзным препятствием на пути социально-экономического развития государства. По выражению П.А. Столыпина «кабала общины, гнет семейной собственности является для 90 миллионов населения горькой неволей» [3, 119] Поэтому наступление на общину велось по всем направлениям. Прежде всего, ставилась задача ликвидировать существующее сельское самоуправление, основанное на сословном принципе, которое глыбой стояло на пути реформы. Как известно в основе крестьянского самоуправления был сход домохозяев, но не всех, а только тех, кто входил в состав сельской общины. Он решал все вопросы жизни общества.

Крестьянское самоуправление в России было основано на том, что на уровне волости и сельского общества действовали сходы, решавшие местные вопросы, в которых принимали участие только домохозяева, входящие в состав сельской общины. Это, как правило, были мужчины. В сходе могли участвовать женщины- домохозяева, но только до того времени, когда совершеннолетним становился старший сын. Все же проживавшие на территории волости, но не входящие в сельское общество, иногородние не имели права голоса на сходе и не могли участвовать в обсуждении вопросов жизни деревни. Такой подход исключал участие в сельских сходах иногородних, даже если они были крупными владельцами недвижимости.

В ходе реформы, домохозяин, укреплявший за собой землю и вышедший из общины на хутор или отруб, автоматически исключался из состава сельского схода и устранялся от участия в решении местных вопросов. По существу, он оказывался на положении иногороднего. Он также исключался из состава сельского банка, созданного сельским обществом.

Нужно было менять крестьянское самоуправление. Встал вопрос о всесословном самоуправлении, каким являлось земство. Поэтому председатель правительства П.А. Столыпин выступал за ликвидацию крестьянского общинного самоуправления и создания мелкой земской единицы - волостного земства. Он поддержал инициативу о введении в России мелкой земской единицы, которая, будучи всесословной, формировалась бы из состава всего населения, проживавшего на территории волости на основе установленного имущественного ценза. В этом случае вместо схода домохозяев и волостного правления создавались новые структуры - волостное земское собрание и волостная управа. При создании волостного земства все вопросы жизни волости решались не сходом домохозяев, а более узким кругом – гласными волостного земского собрания, управлять которым властям было значительно легче.

Поэтому председатель правительства России П.А. Столыпин поставил вопрос о введении в России мелкой земской единицы - волостного земства. Выступая в

Государственной думе в ноябре 1907 года, он подчёркивал: «Мелкий земельный собственник, несомненно, явится ядром будущей мелкой земской единицы; он, трудолюбивый, обладающий чувством собственного достоинства, внесет в деревню и культуру, и просвещение, и достаток». [5, 328]

Был подготовлен соответствующий проект закона, который председатель правительства лично представил третьей Государственной думе. После всестороннего обсуждения дума поддержала правительство и приняла закон, направив его в Государственный совет для утверждения. Однако Госсовет рассмотрение закона откладывал под всякими благовидными предлогами. В 1911 году был убит председатель правительства А. Столыпин и продвигать закон было некому. А потом началась мировая война и посчитали, что теперь не до рассмотрения закона и отложили до её окончания. Решение о введении волостного земства в России приняло только Временное правительство 21 мая 1917 года.

В начале XX века, особенно в ходе аграрной реформы, в правительство значительно увеличился поток жалоб городских дум на слишком высокие платежи с городской недвижимости в пользу уездных и губернских земств. В то время в государстве в 34 земских губерниях Европейской России было только четыре города Москва, Петербург, Киев, Одесса, которые функционировали на правах уездных земских учреждений. Остальные города, входя в состав уездных земств, главным источником пополнения бюджета которых была земля, по существу являлись их донорами. Но помощь городам со стороны земств в благоустройстве, строительстве больниц, школ, дорог была весьма незначительной, а то и вовсе отсутствовала. Эти вопросы они должны были решать за счёт городских сборов.

С первых дней начала работы Государственной думы в ней стали подниматься вопросы реформирования местного самоуправления, а также распространения деятельности земских учреждений в России на новые территории. В 1908 году земство было распространено на 6 западных губерний. 9 июня 1912 года земство было распространено на Астраханскую, Оренбургскую и Ставропольскую губернии. В то же время земство в этих губерниях не было распространено на территории казачьи и кочующих народов. В них экспериментально губернские центры и наиболее крупные города получили право уездных земств, то есть освобождались от уездного земского сбора. Такими стали губернские центры Астрахань, Ставрополь, Оренбург, а также города Троицк и Челябинск в Оренбургской губернии. [6] В итоге, в России только 9 городов получили право функционировать на правах уездных земств. Это вызывало всё возрастающее недовольство городской общественности.

Министерство внутренних дел в 1908 году по этому поводу выработало соответствующий проект и направило его на обсуждение в Совет по делам местного хозяйства. В 1912 году в Государственную думу был направлен законопроект «О выделении городов в особые земские единицы». Но дальнейшего движения законопроект не имел. [7, 180]

Выделение крестьян из общины на хутора и отруба остро поставило вопрос о кредитной системе, поскольку повышение эффективности хозяйства требовало вложения в него значительных средств, которых у подавляющего большинства крестьян не было.

Правительство в этом направлении приняло ряд мер по её существенному расширению. Это коснулось в первую очередь крестьянского поземельного банка. Было разрешено выдавать ссуды под залог надельных земель, что предполагало облегчить им возможность получения необходимых средств. Для расширения земледелия и улучшения землепользования, могли закладывать землю и сельские общества по нормальным оценкам. [4, 152-157]

Но для рачительного хозяйствования, повышения культуры земледелия требовались значительные средства, которых у многих домохозяев в наличии не было. А здесь добавлялись трудности с финансированием обустройства хуторских и отрубных хозяйств. В этом деле им большую помощь должны были оказать кредитные учреждения, и, прежде всего, сельские банки, где можно было взять ссуду. Но зачастую для домохозяев, вышедших

из общины, это оказывалось невозможным. Домохозяева, выделившиеся из общины, исключались из состава пайщиков банка. Поэтому сельские банки для многих домохозяев, выделившихся из общины, практически становились недоступными. Будучи сословными крестьянскими, они продолжали оставаться в ведении сельских обществ, которые довольно негативно относились к вышедшим из общины. И теперь хуторяне и отрубщики могли брать кредит в сельских банках только под повышенный процент. Но часто им и в этом отказывали. В таких случаях крестьяне могли обращаться к ростовщикам. Но те брали очень высокие проценты, нередко превышавшие 100 % годовых и затягивали их в кабалу. Это вызывало у крестьян возмущение и тормозило проведение реформы.

Требованием жизни стало превращение сословных сельских кредитных учреждений во всесословные, с тем, чтобы они были доступны всем домохозяевам на селе, как входящим в состав общины, так и вышедшим из неё. Учитывая это и стремясь обеспечить успешное проведение аграрной реформы, правительство встало на путь модернизации крестьянских сословно - общественных учреждений мелкого кредита. С этой целью были изданы специальные указы, циркуляры, предусматривавшие процедуру подобного превращения.

А.П. Столыпин добился того, что сословные крестьянские банки были преобразованы во всесословные ссудо-сберегающие товарищества. Таким образом, теперь все сословия на селе были равноправны в получении кредитов для развития собственного хозяйства. Это было в интересах крестьян и других слоёв населения.

Оценка аграрной реформы довольно противоречива. Советские историки подвергали её очень острой критике, подчёркивая, что она провалилась. Думается, что реформу нельзя оценивать однозначно. Ни для кого не секрет, что всякая реформа требует значительного периода времени для её претворения в жизнь. Ведь нужно не только принять закон. Требуется время на проведение огромной организационной работы по его реализации. П.А. Столыпин отводил на реализацию 20 лет покоя, заявляя о времени её претворения в жизнь. Но такого отрезка времени жизнь не отвела ни инициатору реформы, ни государству. П.А. Столыпин был убит в 1911 году. А в 1914 году началась Мировая война и проведение реформы было отложено на послевоенное время. В последние десятилетия стало больше внимания уделяться реформе. В постсоветское время стали преувеличивать то, что было сделано. Но при этом в исследованиях меньше внимания уделяется степени готовности людей к реформе, её восприятию. И здесь не менее важное значение имеет психологическая подготовка, осмысление, перестройка мышления и т.д. Думается, что творцы закона не до конца учли живучесть у российского крестьянства чувства общинности.

Анализ показывает, что в деятельности правительства по реализации реформы было много декларативности, а также искусственного сдерживания. В земских губерниях при проведении реформы важную роль по замыслу реформаторов должно было сыграть местное самоуправление. Поскольку крестьянское самоуправление не поддерживало реформу, то расчёт был на волостное земство, как всесословный орган местного самоуправления. Но из-за позиции Государственного совета закон о волостном земстве так и не был принят. Это, на наш взгляд, значительно снизило эффективность проведения аграрной реформы.

В то же время практика свидетельствовала, что наличие общины существенно тормозило капиталистическое развитие сельского хозяйства в России. Общинное землепользование в значительной мере лишало крестьян самостоятельности, инициативности в развитии собственного хозяйства. Не каждый решался на переселение в неизвестные места в Поволжье, Зауралье, Сибирь, Дальний Восток. Прибыв в новые места, они не получали должной поддержки от государства в обустройстве, освоении новых мест, поэтому часть из них возвратилась на прежнее место. С 1906 по 1916 г. на окраины ушла 477091 семья, а возвратились обратно 72694 семьи. [4, с. 218] Понеся значительные потери, лишившись земли, жилья, части орудий производства и т.д., они пополнили ряды пролетариев на селе и в городе.

Тем не менее, переселенцы внесли значительный вклад в освоение и развитие районов Сибири и Дальнего Востока, дали мощный толчок развитию этих регионов и более активному включению их в общероссийский рынок. Возникали новые сёла, осваивались

земли. В Азиатской России посевные площади главнейших культур увеличились с 1906 по 1913 гг. более чем вдвое с 5,6 млн. до 11,9. млн. десятин, в то время как в Европейской России с 71,5 млн. до 73,1 млн. десятин. [8, с.77] На рынки Европейской России в увеличивающемся количестве стала поступать сельскохозяйственная продукция. Сибирская железная дорога из убыточной вскоре стала рентабельной.

В целом за время реформы крестьяне, выйдя из общины, получили больше личной свободы. От этого выиграли в первую очередь оборотистые домохозяева, имевшие капитал и путившие его в дело, скупая землю у крестьян и банковскую, получив дешёвую рабочую силу из числа разорившихся крестьян. Они создали отруба и хутора, добиваясь повышения урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животноводства.

Реформа оказала существенное влияние на развитие промышленности, повысив спрос на сельскохозяйственные орудия, так как повысилась покупательная способность крестьян. В связи с прекращением уплаты выкупных платежей у них ежегодно стало оставаться 100-120 млн. рублей, которыми они могли распоряжаться по своему усмотрению. Сельское хозяйство стало оперативнее реагировать на запросы промышленности и рынка на поставки сырья и продуктов. Проведение аграрной реформы уже на первом этапе в значительной мере способствовало ускорению социально-экономического развития страны накануне Первой мировой войны, которая помешала её завершению.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. О применении положения о земских Учреждениях 12 июня 1890 год к Губерниям Астраханской, Оренбургской и Ставропольской. 1912 год.
2. Правительственный вестник. 1905. 8 ноября.
3. Столыпин П.А. Жизнь и смерть за царя. Речи в Государственном Совете Думе. М.: РЮРИК, 1991. 176 с.
4. Сидельников С.М. Аграрная реформа Столыпина. М.: МГУ, 1973. 338 с.
5. Степанов С.А. Столыпин - история убийства. Жизнь и смерть ради России. М., 2006. С. 328.
6. Ставропольские губернские новости. 1912. 11 августа.
7. Законотворчество думских фракций. 1906-1917 гг.: Документы и материалы. М.: РОССПЭН, 2006. С. 180.
8. Россия 1913 год. Статистико-документальный справочник. СПб, 1995. С. 77.

#### REFERENCES

1. O primenenii polozheniya o zemskikh Uchrezhdeniyakh 12 iyunya 1890 god k Guberniyam Astrakhanskoy, Orenburgskoy i Stavropol'skoy. 1912 god (On the application of the provision on Zemstvo Institutions on June 12, 1890 to the Provinces of Astrakhan, Orenburg and Stavropol. 1912).
2. Pravitel'stvennyy vestnik (Government Bulletin). 1905. November 8th.
3. Stolypin P.A. Zhizn' i smert' za tsarya. Rechi v Gosudarstvennom Sovete Dume (Life and death for the king. Speeches in the State Council Duma). M.: RURIK, 1991. 176 p.
4. Sidelnikov S.M. Agrarnaya reforma Stolypina (Stolypin's agrarian reform). M.: Moscow State University, 1973. 338 p.
5. Stepanov S.A. Stolypin - istoriya ubiystva. Zhizn' i smert' radi Rossii (Stolypin - the story of the murder. Life and death for Russia). M., 2006. P. 328.
6. Stavropol'skiye gubernskiye novosti (Stavropol provincial news). 1912. August 11th.
7. Zakonotvorchestvo dumskikh fraktsiy (Legislation of the Duma factions). 1906-1917: Documents and materials. M.: ROSSPEN, 2006. P. 180.
8. Rossiya 1913 god. Statistiko-dokumental'nyy spravochnik (Russia 1913. Statistical and documentary reference book). SPb, 1995. P. 77.

**ОБ АВТОРЕ / ABOUT THE AUTHOR**

**Судаццов Николай Дмитриевич** – доктор исторических наук, профессор кафедры истории России Северо-Кавказского федерального университета, тел.: 89064673007, 355035, пр. Октябрьской революции 32, кв. 10, г. Ставрополь, Россия, [249609@mail.ru](mailto:249609@mail.ru)

**Sudavtsov Nikolay Dmitrievich** – Doctor of Historical Sciences, Professor of the Department of Russian History of the North-Caucasus Federal University, tel.: 89064673007, 355035, October Revolution ave. 32, sq. 10, Stavropol, Russia, [249609@mail.ru](mailto:249609@mail.ru)

Дата поступления в редакцию: 12.02.2023

После рецензирования: 23.04.2023

Дата принятия к публикации: 13.06.2023



*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 научных степеней**

**Журнал публикует материалы в разделах:**

**Технические науки: классические исследования и инновации**

Информатика, вычислительная техника и управление

Технология продовольственных продуктов

**Дискуссионные статьи**

**Краткие сообщения**

**Политические науки**

Политология

Материалы в редакцию журнала принимаются в соответствии с требованиями к оформлению и сдаче рукописей постоянно и публикуются после обязательного внутреннего рецензирования и решения редакционной коллегии в порядке очередности поступления с учётом рубрикации номера.

1. Для оптимизации редакционно-издательской подготовки редакция принимает от авторов рукописи и сопутствующие им необходимые документы в следующей комплектации:

1.1. В печатном варианте:

**Отпечатанный экземпляр рукописи**

Объем статьи: 6–12 страниц (оригинальная статья), 15–20 стр. (обзорная статья), 2–3 стр. краткое сообщение. Требования к компьютерному набору: формат А4; кегль 12; шрифт TimesNewRoman; межстрочный интервал 1,15; нумерация страниц внизу по центру; поля все 2 см; абзацный отступ 1,25 см.

**Сведения об авторе (на русском и английском языках)**

Сведения должны включать следующую информацию: ФИО (полностью), ученая степень, ученое звание, должность, место и адрес работы, адрес электронной почты и телефоны для связи.

1.2. На электронном носителе в отдельных файлах (CD-DVD диск или флеш-карта): Электронный вариант рукописи в текстовом редакторе Word (название файла: «Фамилия\_И.О.\_статья»); Сведения об авторе (название файла: «Фамилия\_И.О.\_сведения об авторе»).

1.3. Отзыв научного руководителя (для аспирантов, адъюнктов и соискателей). Подписывается научным руководителем собственноручно.

1.4. Рецензия специалиста в данной научной сфере, имеющего ученую степень. Подпись рецензента должна быть заверена соответствующей кадровой структурой (рецензия должна быть внешней по отношению к кафедре или другому структурному подразделению, в котором работает автор).

1.5. Экспертное заключение (для технических наук). Во всех институтах созданы экспертные комиссии, которые подписывают экспертные заключения о возможности опубликования статьи в открытой печати.

2. Статья должна содержать следующие элементы оформления:

индекс УДК (на русском и английском языках);

фамилию, имя, отчество автора (авторов) (имя и отчество полностью) (на русском и английском языках);

название; (на русском и английском языках);

место работы автора (авторов) (в скобках в именительном падеже) (на русском и английском языках);

краткую аннотацию содержания рукописи (3–4 строчки, не должны повторять название) (на русском и английском языках);

список ключевых слов или словосочетаний (5–7) (на русском и английском языках);

в конце статьи реферат на английском языке;

3. Оформление рисунков, формул и таблиц:

**Рисунки и таблицы** вставляются в тексте в нужное место. Ссылки в тексте на таблицы и рисунки обязательны. За качество рисунков или фотографий редакция ответственности не несет.

3.1. Оформление рисунков (графиков, диаграмм):

все надписи на рисунках должны читаться;

рисунки должны быть оформлены с учетом особенности черно-белой печати (рекомендуется использовать в качестве заливки различные виды штриховки и узоры, в графиках различные виды линий – пунктирные, сплошные и т. д., разное оформление точек, по которым строится график – кружочки, квадраты, ромбы, треугольники); цветные и полутоновые рисунки исключаются;

рисунки должны читаться отдельно от текста, поэтому оси должны иметь название и единицы измерения;

рисунки нумеруются снизу (Рисунок 1 – Название) и выполняются в графическом редакторе **10 кеглем** (шрифтом).

3.2. Оформление формул: формулы выполняются в программе редактор формул **MathType; 12 шрифтом**, выравниваются по центру, их номера ставятся при помощи табулятора в круглых скобках по правому краю.

3.3. Оформление таблиц: таблицы должны иметь название. **Таблицы** нумеруются сверху (Таблица 1 – Название) и выполняются **10 кеглем (шрифтом)**, междустрочное расстояние – одинарное.

4. Библиографический список. Размещается в конце статьи. В нем перечисляются все источники, на которые ссылается автор, с полным библиографическим аппаратом издания (в соответствии с ГОСТР 7.0.5-2008).

5. Авторское визирование:

автор несет ответственность за точность приводимых в его рукописи сведений, цитат и правильность указания названий книг в списке литературы;

автор на последней странице пишет: «Объем статьи составляет ... (указать количество страниц)», ставит дату и подпись.

**Адрес редакции:** г. Пятигорск, ул. 40 лет Октября, 56

Статьи с комплектом документов в журнал «Современная наука и инновации» сдавать:

г. Пятигорск, ул. 40 лет Октября, 56, каб. № 45 ОПО НИР,

ответственному секретарю журнала: Оробинской Валерии Николаевне

**Контактные телефоны:** (8793) 33-34-21; 8-928-351-93-25

**e-mail:** [nauka-pf@yandex.ru](mailto:nauka-pf@yandex.ru), [orobinskaya.val@yandex.ru](mailto:orobinskaya.val@yandex.ru)

Научное издание

# СОВРЕМЕННАЯ НАУКА И ИННОВАЦИИ

Научный журнал

№2 (42), 2023

СВОБОДНАЯ ЦЕНА

Научное редактирование, проверка статей на антиплагиат рубрики  
«Технические науки» – В.Н.Оробинская  
Перевод аннотаций, ключевых слов, рефератов на английский язык – Е.В. Галдин  
Корректировка текста – Е.М. Шевченко.  
Выпускающий редактор: Э.Т. Мовсесян

---

Подписано в печать 21.06.2023

Выход в свет 08.07.2023

---

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