

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ

Научный журнал
Северо-Кавказского федерального
университета

ISSN 2308–4758
DOI: 10.37493/2308-4758.0



Выпуск № 3, 2025 г.

Выходит 4 раза в год

	«Наука. Инновации. Технологии» (Nauka. Innovatsii. Tekhnologii) Научный журнал Северо-Кавказского федерального университета
Журнал	«Наука. Инновации. Технологии» – рецензируемый научный журнал открытого доступа, публикующий работы по направлениям исследований «Науки о Земле».
Цель журнала:	интеграция, развитие и продвижение современных и актуальных проблем наук о Земле посредством публичного обсуждения исследований высокого уровня в целях применения полученных научных знаний на практике для решения глобальных и локально-региональных проблем устойчивого развития.
Разделы журнала:	технические науки (геология, поиски, разведка нефтяных и газовых месторождений; технология бурения и освоения скважин; разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений); географические науки (физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов; экономическая, социальная, политическая и рекреационная география; геоинформатика, картография; геоэкология); физико-математические науки (науки об атмосфере и климате).
ISSN	2308–4758
DOI	https://doi.org/10.37493/2308-4758.0
Журнал	зарегистрирован в Роскомнадзоре (ПИ № ФС77–52723 от 8.02.2013).
Выходит	4 раза в год.
Дата выхода	первого номера: 25.02.2013.
Дата выхода	текущего номера: 06.10.2025.
Сведения о переименовании:	журнал «Наука. Инновации. Технологии» образован в 2012 году в результате перерегистрации журнала «Вестник Ставропольского государственного университета» в связи с переименованием учредителя.
Тираж	1000 экз.
Индекс	94011 «Объединённый каталог. ПРЕССА РОССИИ. Газеты и журналы». Включен в БД «Российский индекс научного цитирования», перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.
Учредитель	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет».
Адрес редакции и издателя:	355017, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1. Телефон: (8652) 33-07-32; E-mail: nit_ncfu@mail.ru ; сайт: https://scienceit.elpub.ru/jour
Адрес издательства	Научной библиотеки ФГАОУ ВО «СКФУ»: 355017, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1.
Адрес типографии:	типография ФГАОУ ВО «СКФУ», 355029, г. Ставрополь, пр-т Кулакова, 2.
	Материалы журнала открытого доступа в соответствии с условиями лицензии Creative Commons Attribution 4.0 License, которая разрешает их использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии правильного цитирования оригинальной работы.
Авторское право	на оригинал-макет и оформление принадлежит журналу, авторское право на статьи – авторам.

	«Наука. Инновации. Технологии» (Nauka. Innovatsii. Tekhnologii) Научный журнал Северо-Кавказского федерального университета
Главный редактор:	Белозеров В. С., д-р геогр. наук, профессор (Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия)
Заместитель главного редактора:	Щитова Н. А., д-р геогр. наук, профессор (Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия)
Редакционный совет:	Абшаев М. Т., д-р физ.-мат. наук, профессор (Высокогорный геофизический институт, г. Нальчик, Россия); Воробьева О. Д., д-р экон. наук, профессор (Московский государственный университет, г. Москва, Россия); Гасумов В. А., д-р техн. наук, профессор (Азербайджанский технический университет, г. Баку, Россия); Герасименко Т. И., д-р геогр. наук, профессор, стар. науч. сотрудник РАН (ИГ РАН, г. Москва, Россия); Диневич Л. А., д-р физ.-мат. наук, профессор (Тель-Авивский университет, г. Тель-Авив, Израиль); Жакин А. И., д-р физ.-мат. наук, профессор (Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия); Зырянов А. И., д-р геогр. наук, профессор (Пермский государственный университет, г. Пермь, Россия); Ибрагимов А. И., д-р геогр. наук, профессор (Эгейский университет, Турция, г. Измир, Турция); Коляда А. А., д-р физ.-мат. наук, доцент (Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь); Лиховид А. А., д-р геогр. наук, профессор (Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия); Молодикова И. Н., канд. геогр. наук, директор программы (Центрально-Европейский университет, г. Вена, Австрия); Нефедова Т. Г., д-р геогр. наук, вед. науч. сотрудник РАН (ИГ РАН, г. Москва, Россия); Панин А. Н., канд. геогр. н., доц. (Московский государственный университет, г. Москва, Россия); Рязанцев С. В., член-корреспондент РАН, д. экон. наук, профессор (Институт социально-политических исследований РАН, г. Москва, Россия); Тикунов В. С., д-р геогр. наук, профессор (Московский государственный университет, г. Москва, Россия); Хани А. А. К., канд. техн. наук, профессор (Иорданский университет науки и технологии, г. Ирбид, Иордания)
Редакционная коллегия:	Бадов А. Д., д-р геогр. наук, профессор (Северо-Кавказский федеральный университет (СКФУ), г. Ставрополь, Россия); Бекетов С. Б., д-р техн. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь, Россия); Белозеров В. С., д-р геогр. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь, Россия); Беляев Н. Г., д-р биол. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь, Россия); Гасумов Р. А., д-р техн. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь, Россия); Губарева Л. И., д-р биол. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь, Россия); Джандарова Т. И., д-р биол. наук, доцент (СКФУ, г. Ставрополь, Россия); Диканский Ю. И., д-р физ.-мат. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь, Россия); Ерин К. В., д-р физ.-мат. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь, Россия); Закинян А. Р., д-р физ.-мат. наук, доцент (СКФУ, г. Ставрополь, Россия); Закинян Р. Г., д-р физ.-мат. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь, Россия); Керимов А. Г., д-р техн. наук, доцент (СКФУ, г. Ставрополь, Россия); Котти Б. К., д-р биол. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь, Россия); Лукьянов В. Т., д-р техн. наук, доцент (СКФУ, г. Ставрополь, Россия); Лысенко А. В., д-р геогр. наук, доцент (СКФУ, г. Ставрополь, Россия); Мишвелов Е. Г., д-р биол. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь, Россия); Полян П. М., д-р геогр. наук, вед. науч. сотрудник РАН (ИГ РАН, г. Москва, Россия); Разумов В. В., д-р геогр. наук, профессор (Высокогорный геофизический институт, г. Нальчик, Россия); Соловьев И. А., д-р геогр. н., профессор (СКФУ, г. Ставрополь, Россия); Тимченко Л. Д., д-р ветеринар. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь, Россия); Толпаев В. А., д-р физ.-мат. наук, доцент (СКФУ, г. Ставрополь, Россия); Федорова Н. Г., д-р техн. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь, Россия); Галай Б. Ф., д-р геол.-минерал. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь, Россия); Шальнев В. А., д-р геогр. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь, Россия); Щитова Н. А., д-р геогр. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь, Россия)
Ученый секретарь:	Соловьев И. А., д-р геогр. наук, профессор (Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия)
Переводчик-редактор:	Марченко Т. В., кандидат филологических наук, доцент (Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия).
	© ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», оригинал-макет, оформление, 2025

Ministry of Science and Higher Education
of the Russian Federation

SCIENCE. INNOVATIONS. TECHNOLOGIES

Scientific journal
of North-Caucasus Federal
University

ISSN 2308–4758
DOI: 10.37493/2308-4758.0



No. 3, 2025

Published quarterly

	“Science. Innovations. Technologies” Scientific journal of North-Caucasus Federal University
Journal	“Science. Innovations. Technologies” is an open access peer-reviewed journal that publishes the results of scientific research in Earth sciences.
The aim of the journal	is to integrate, develop and promote topical issues in the Earth sciences through public discussion of high-level research in order to apply the scientific knowledge in practice to solve global and local-regional problems of sustainable development.
Section policies:	technical sciences (geology, prospecting, exploration of oil and gas fields, technologies of drilling and development of wells, development and operation of oil and gas fields); geographical sciences (physical geography and biogeography, soil geography and landscape geochemistry; economic, social, political and recreational geography, geoinformatics, cartography and geoecology); physical and mathematical sciences (atmospheric and climate sciences).
ISSN	2308–4758. https://doi.org/10.37493/2308-4758.0
The journal is	the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology registered by and Mass Media (Roskomnadzor) (Certificate on Registration PI No. FS77–52723 of February 8, 2013).
Published quarterly Publication date	of the first issue: 25.02.2013.
Publication date	of the current issue: 06.10.2025
Information on renaming:	the journal “Science. Innovations. Technologies” was established in 2012 following the re-registration of the journal “Bulletin of the Stavropol State University” due to renaming of the founder.
Circulation:	1000 copies.
Subscription index	in “Unified catalog. PRESS OF RUSSIA. Newspapers and magazines”: 94011. The journal is included into the Russian Science Citation Index database, the list of the leading reviewed scientific journals recommended by the Higher Attestation Commission under the Ministry of Education and Science of the Russian Federation for publication of the main results of dissertations for the degree of candidate and doctor of sciences.
Founder	Federal State Autonomous Educational Institution for Higher Education “North-Caucasus Federal University”.
The address	of the editorial office and the publisher: 1, Pushkin Street, Stavropol, 355017. Telephone: (8652) 33-07-32. E-mail: nit_ncfu@mail.ru ; website: https://scien-ceit.elpub.ru/jour .
The address	of the publishing house of NCFU Scientific Library: 1, Pushkin Street, Stavropol, 355017.
The address	of the printing house: NCFU Publishing Complex, 2, Kulakova Ave., Stavropol, 355029.
The materials	of the journal are open access in accordance with the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License, which permits their use, distribution and reproduction in any medium, provided that the original work is properly cited. The copyright for the original layout and design belongs to the journal; the copyright for the articles belongs to the authors.
	© FSAEI HI “North-Caucasus Federal University”, original layout, design, 2024

	“Science. Innovations. Technologies” Scientific Journal of North-Caucasus Federal University
Editor-in-Chief:	Vitaliy S. Belozеров, Dr. Sci. (Geogr.), Prof. (North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia).
Deputy Editor-in-Chief:	Natalia A. Shchitova, Dr. Sci. (Geogr.), Prof. (North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia).
Editorial Council:	Magomet T. Abshaev, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor (High-Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russia); Olga D. Vorobieva, Dr. Sci. (Econ.), Professor (Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia); Vagif A. Gasumov, Dr. Sci. (Tech.), Professor (Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan); Tatiana I. Gerasimenko, Dr. Sci. (Geogr.), Professor, Senior Research Fellow (Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia); Leonid A. Dinevich, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor (Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel); Anatoly I. Zhakin, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor (South-West State University, Kursk, Russia); Alexander I. Zyryanov, Dr. Sci. (Geogr.), Professor (Perm State University, Perm, Russia); Aydin I. Ibragimov, Dr. Sci. (Geogr.), Professor (Aegean University, Izmir, Turkey); Andrey A. Kolyada, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Associate Professor (Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus); Andrey A. Likhovid, Dr. Sci. (Geogr.), Professor (North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia); Irina N. Molodikova, Cand. Sci. (Geogr.), Director of the program (Central European University, Vienna, Austria); Tatyana G. Nefedova, Dr. Sci. (Geogr.), Leading Scientific Researcher (Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia); Alexander N. Panin, PhD of Geographical Sciences, Associate Professor (Moscow State University, Moscow, Russia); Sergey V. Ryazantsev, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Econ.), Professor (Institute of Social and Political Research of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia); Vladimir S. Tikunov, Dr. Sci. (Geogr.), Professor (Moscow State University, Moscow, Russia); Abu A. K. Hani, Cand. Sci. (Tech.), Professor (Jordan University of Science and Technology, Irbid, Jordan).
Editorial Board:	Alexander D. Badov, Dr. Sci. (Geogr.), Professor (North-Caucasus Federal University (NCFU), Stavropol, Russia); Sergey B. Beketov, Dr. Sci. (Tech.), Professor (NCFU, Stavropol, Russia); Vitaliy S. Belozеров, Dr. Sci. (Geogr.), Professor (NCFU, Stavropol, Russia); Nikolay G. Belyaev, Dr. Sci. (Biol.), Professor (NCFU, Stavropol, Russia); Ramiz A. Gasumov, Dr. Sci. (Tech.), Professor (NCFU, Stavropol, Russia); Lubov I. Gubareva, Dr. Sci. (Biol.), Professor (NCFU, Stavropol, Russia); Tamara I. Dzhandarova, Dr. Sci. (Biol.), Associate Professor (NCFU, Stavropol, Russia); Yuri I. Dikansky, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor (NCFU, Stavropol, Russia); Constantine V. Yerin, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor (NCFU, Stavropol, Russia); Arthur R. Zakinyan, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Associate Professor (NCFU, Stavropol, Russia); Robert G. Zakinyan, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor (NCFU, Stavropol, Russia); Abdul G. Kerimov, Dr. Sci. (Tech.), Associate Professor (NCFU, Stavropol, Russia); Boris K. Kotti, Dr. Sci. (Biol.), Professor (NCFU, Stavropol, Russia); Vladimir T. Lukyanov, Dr. Sci. (Tech.), Associate Professor (NCFU, Stavropol, Russia); Alexey V. Lysenko, Dr. Sci. (Geogr.), Associate Professor (NCFU, Stavropol, Russia); Evgeny G. Mishvelov, Dr. Sci. (Biol.), Professor (NCFU, Stavropol, Russia); Pavel M. Polyan, Dr. Sci. (Geogr.), Leading Scientific Researcher (Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia); Victor V. Razumov, Dr. Sci. (Geogr.), Professor (High-Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russia); Ivan A. Soloviev, Dr. Sci. (Geogr.), Professor (NCFU, Stavropol, Russia); Lyudmila D. Timchenko, Dr. Sci. (Veterin.), Professor (NCFU, Stavropol, Russia); Vladimir A. Tolpaev, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Associate Professor (NCFU, Stavropol, Russia); Natalia Fedorova, Dr. Sci. (Tech.), Professor (NCFU, Stavropol, Russia); Boris F. Galay, Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), Professor (NCFU, Stavropol, Russia); Viktor A. Shalnev, Dr. Sci. (Geogr.), Professor (NCFU, Stavropol, Russia); Natalia A. Shchitova, Dr. Sci. (Geogr.), Professor (NCFU, Stavropol, Russia).
Executive secretary:	Dr. Sci. (Geogr.), Professor Ivan A. Soloviev (North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia)
Translator-editor	Cand. Sci. (Philol.), Professor, Associate Professor Tatiana V. Marchenko (North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia)

СОДЕРЖАНИЕ

«НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ», № 3, 2025

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

1.6.12	ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ (географические науки)	
	В.В. Разумов, Н.В. Разумова Оценка угрозы деформации участ- ков автомобильных дорог, пересекающих крупные оползневые массивы в бассейнах рек Урсдон и Ардон (Республика Северная Осе- тия – Алания)	11
	V.V. Razumov, N.V. Razumova Assessment of the threat of defor- mation in the sections of motorways crossing large landslide massifs in the Ursdon and Ardon river basins (Republic of North Ossetia – Alania)	12
1.6.13.	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ (географические науки)	
	Т.А. Балина, М.А. Поспишенко Оценка шокоустойчивости лег- кой промышленности России в современных условиях	41

T.A. Balina, M.A.

Pospishenko

Assessment of shock resistance of
the light industry of Russia in modern conditions 42

Е.И. Виноградова,

Т.А. Ткачева,

И.П. Супрунчук

Социомедийное геопространст-
во студенческих городов Северного Кавказа 67

E.I. Vinogradova,

T.A. Tkacheva,

I.P. Suprunchuk

Sociomedia geospace of student
cities in the North Caucasus 68

И.А. Соловьев,

Ю.Ф. Зольникова,

Д.Г. Акинин

Новейшие региональные особен-
ности миграции населения в городской мест-
ности России 97

I.A. Soloviev,

J.F. Zolnikova,

D.G. Akinin

The latest regional features of po-
pulation migration in urban areas of Russia 98

1.6.18.	НАУКИ ОБ АТМОСФЕРЕ И КЛИМАТЕ (физико-математические науки)	
	Б.А. Ашабоков, А.А. Ташилова, Л.А. Кешева, Н.В. Теунова	
	Динамика температур на евро- пейской территории с 1500 по 2004 гг. и анализ их аномалий в современный период	123
	B.A. Ashabokov, A.A. Tashilova, L.A. Kesheva, N.V. Teunova	
	Dynamics of European temperatures from 1500 to 2004 and analysis of their anomalies in the modern period	124
	К.Б. Лиев, С.А. Куцев, А.Х. Гергоков	
	Дистанционные методы опреде- ления ущерба от града на территории Юга Рос- сии	149
	K.B. Liev, S.A. Kuschev, A.H. Gergokov	
	Remote sensing methods for hail damage assessment in the South of Russia	150

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

2.8.4. РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ
НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ
(технические науки)

А.В. Назаренко

Перспективы применения аэро-
геля для исключения возможности гидратооб-
разования в системе сбора и подготовки сква-
жинной продукции. 165

A.V. Nazarenko

Prospects of using aerogel to elimi-
nate the possibility of hydrate formation in the sys-
tem of collection and preparation of borehole pro-
ducts 166

**И.В. Суди,
М.В. Зуев,
Н.А. Чихарева,
О.А. Вагнер**

Оценка приёмистости нагне-
тательных скважин с технологией одновре-
менно-раздельной закачки в целях оптими-
зации системы ППД 185

**I.V. Sudi,
M.V. Zuev,
N.A. Chikhareva,
O.A. Vagner**

Estimating injectivity in wells with
dual injection systems to optimize reservoir pres-
sure maintenance 186



Научная статья
УДК 551.3 (470.65)
<https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.1>

ОЦЕНКА УГРОЗЫ ДЕФОРМАЦИИ УЧАСТКОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, ПЕРЕСЕКАЮЩИХ КРУПНЫЕ ОПОЛЗНЕВЫЕ МАССИВЫ В БАСЕЙНАХ РЕК УРСДОН И АРДОН (Республика Северная Осетия – Алания)

Виктор Владимирович Разумов^{1*},
Наталья Викторовна Разумова²

¹ Высокогорный геофизический институт Росгидромета (д. 2, пр. Ленина, г. Нальчик, 360030, Российская Федерация)

² Российские космические системы Роскосмоса (д. 53, ул. Авиамоторная, г. Москва, 111250, Российская Федерация)

¹ razumov_vv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8099-6976>

² razumova-nv@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3266-7494>

* Автор, ответственный за переписку

Аннотация.

Объектом исследования является оползневая деятельность на участках автомобильных дорог, пересекающих крупные оползневые массивы в бассейнах рек Урсдон и Ардон (Республика Северная Осетия-Алания). В работе представлены результаты систематизации и анализа различных источников, содержащих информацию о местоположении и активности (за 2005–2023 гг.) крупных оползней, пересекаемых автомобильными дорогами в бассейнах рек Урсдон и Ардон Республики Северная Осетия-Алания. В бассейне р. Урсдон таких крупных оползневых массивов практически не отмечено, зато в долине р. Ардон зафиксировано значительное их количество. В картографическом виде показано местоположение этих оползней в изучаемых бассейнах рек. Приведены некоторые качественные и количественные (площадь, объем, мощность) характеристики оползневых массивов, пересекаемых автодорогами, и дано краткое описание формирующих их грунтов. Проведен анализ произошедших наиболее значимых активизаций на этих оползнях за изученный период времени и выявлены участки автодорог, находящиеся в зоне их действия. Охарактеризованы основные природные и техногенные факторы, обуславливающие постоянную и периодическую активизацию изучаемых крупных оползней. Неравномерная степень проявления этих факторов в разные годы обуславливает различную активность деформационных напряжений на изученных оползневых массивах и, соответственно, разную степень поражения полотна автодорог и до-

рожной инфраструктуры в зоне их влияния. За рассматриваемый период времени (2005–2023 гг.) для участков автодорог, находящихся в зоне действия изученных оползней, оценена угроза и степень их деформации (повреждения, разрушения) оползневыми массами и приведены количественные характеристики произошедшего ущерба. Анализ выявленных социально-экономических последствий, наиболее значимых активизаций оползневых массивов, пересекаемых автодорогами, позволяет сделать вывод об очень низкой степени их опасности для автомобильного движения в бассейне р. Урсдон и довольно высокой – в долине р. Ардон.

Ключевые слова: оползневые массивы, оползни, активизация, автомобильная дорога, дорожное полотно, дорожная инфраструктура

Для цитирования: Разумов В. В., Разумова Н. В. Оценка угрозы деформации участков автомобильных дорог, пересекающих крупные оползневые массивы в бассейнах рек Урсдон и Ардон (Республика Северная Осетия – Алания). // Наука. Инновации. Технологии. 2025. № 3. С. 11–40. <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.1>

Конфликт интересов: доктор географических наук, профессор Виктор Владимирович Разумов является членом редакционной коллегии журнала «Наука. Инновации. Технологии». Авторам неизвестно о каком-либо другом потенциальном конфликте интересов, связанном с этой рукописью.

Статья поступила в редакцию 25.05.2025;
одобрена после рецензирования 25.08.2025;
принята к публикации 20.09.2025.

1.6.12. Physical Geography and Biogeography, Soil Geography and Landscape Geochemistry (Geographical Sciences)
Research article

Assessment of the threat of deformation in the sections of motorways crossing large landslide massifs in the Ursdon and Ardon river basins (Republic of North Ossetia – Alania)

**Viktor V. Razumov^{1*},
Natalia V. Razumova²**

¹ High-Mountain Geophysical Institute of Roshydromet (2, Lenin Ave., Nalchik, 360030, Russian Federation)

² Russian Space Systems of Roscosmos (53, Aviamotornaya Sr., Moscow, 111250, Russian Federation)

¹ razumov_vv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8099-6976>

² razumova-nv@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3266-7494>

* Corresponding author

Abstract.

The article studies landslide activity in the sections of highways crossing large landslide massifs in the basins of the Ursdon and Ardon rivers (the Republic of North Ossetia – Alania). The paper presents the results of systematization and analysis of various sources containing information on the location and activity (for 2005-2023) of large landslides crossed by highways in the basins of the Ursdon and Ardon rivers of the Republic of North Ossetia-Alania. There are practically no such large landslide arrays in the Ursdon River basin, but a significant number of them have been recorded in the Ardon River Valley. The map shows the location of these landslides in the river basins under consideration. Some qualitative and quantitative (area, volume, power) characteristics of landslide massifs crossed by roads are given, and a brief description of the soils that form them is given. An analysis of the most significant activations that occurred on these landslides during the studied period of time is carried out, and sections of roads located in the zone of their action are identified. The main natural and man-made factors causing the constant and periodic activation of the studied large landslides are characterized. The different degree of manifestation of these factors in different years causes different activity of deformation stresses on the studied landslide massifs and, accordingly, different degrees of damage to the road surface and road infrastructure in the zone of their influence. During the time period under review (2005-2023), the threat and degree of their deformation (damage, destruction) by landslide masses were assessed for the sections of highways located in the area of the studied landslides, and quantitative characteristics of the damage were given. An analysis of the socio-economic consequences of the identified, most significant activations of landslide massifs crossed by roads allows us to conclude that their danger to motor traffic in the Ursdon River basin is very low and in the Ardon River valley it is rather high.

Keywords:

landslide arrays, landslides, activation, highway, roadway, road infrastructure

For citation:

Razumov V.V., Razumova N.V. Assessment of the threat of deformation in the sections of motorways crossing large landslide massifs in the Ursdon and Ardon river basins (Republic of North Ossetia-Alania). Science. Innovation. Technologies. 2025;(3):11-40 (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.1>

Conflict of interest:

Viktor V. Razumov, Dr. Sci. (Geogr.), Professor, is a member of Editorial Board of journal "Science. Innovations. Technologies". The authors are not aware of any other potential conflict of interest relating to this manuscript.

The article was submitted 25.05.2025;
approved after reviewing 25.08.2025;
accepted for publication 20.09.2025.

Введение

Одними из основных рек Республики Северная Осетия – Алания (РСО – Алания) являются Урсдон и Ардон. Река (р.) Урсдон, с впадающей в нее р. Большой Дур-Дур, является левым притоком реки Терек и главной водной артерией Дигорского административного района республики. В равнинной части бассейна р. Урсдон расположен город Дигора, а в предгорной и горной — села Карман, Синдзикау, Урсдон, Кора, Дур-Дур. В окрестностях с. Кора-Урсдон расположена Кора-Урсдонская гидроэлектростанция (ГЭС). Все эти населенные пункты и инфраструктурные объекты района связаны между собой автомобильными дорогами общего пользования местного значения.

Река Ардон также является левым притоком р. Терек и основной водной артерией Алагирского административного района республики, площадь ее водосбора составляет 1632 км², она имеет 12 основных левых притоков и 13 правых [1]. В бассейне р. Ардон велика техногенная нагрузка на геологическую среду. По ее долине проходят Транскавказская автомагистраль (ТрансКАМ), связывающая через Рокский перевал (долина р. Нар) Северную Осетию с Южной и Военно-Осетинская дорога, которая через Мамисонский перевал (долина р. Мамисон) идет в Грузию. Здесь также проложен газопровод Дзуарикау – Цхинвал, трасса которого проходит в ущельях рек Ардон и Мамисон, а на отдельных участках – в одном коридоре с Транскавказской автомагистралью и высоковольтной линией электропередачи (ЛЭП). В бассейне р. Ардон расположены инфраструктурные объекты Садонского месторождения свинцово-цинковых руд, Зарамагской ГЭС, Цейской курортно-спортивной зоны, горно-рекреационного комплекса «Мамисон». В долине р. Ардон расположены города Алагир и Ардон и довольно значительное количество населенных пунктов: Архон, Бурон, Верхний Мизур, Верхний Згид, Верхний Ход, Галон, Зарамаг, Зинцар, Лисри, Мизур, Нузал, Садон, Тиб, Унал, Цей и др. В связи с тем, что большую часть Алагирского района занимают горные и предгорные территории, автомобильный транспорт здесь служит основным видом транспорта во внутривоспроизводственных связях. Основу транспортной сети района составляет трасса ТрансКАМ, которая соединяет высокогорную часть республики с равниной.

Сложный рельеф, особенности геологического строения, частые аномалии гидрометеорологических факторов и мощная техногенная нагрузка создают благоприятные условия для интенсивного проявления оползневых процессов в долинах изучаемых рек.

Под оползнями, согласно СП 116.13330.2012. Свод правил. «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003» (утв. Приказом Минрегиона России от 30.06.2012, № 274; ред. от 30.12.2020), понимается смещение горных пород со склонов, бортов карьеров, строительных выемок под действием веса грунта и объемных и поверхностных сил. Условия, причины образования и опасность проявления оползневых процессов общеизвестны и подробно описаны в научной литературе.

По разным оценкам, на территории РСО – Алаания зарегистрировано от 355 [2] до 436 [3] оползней. Из 436 выявленных оползней 240 являются крупными и очень крупными, с объемом до 50 млн м³ и площадью до 2,6 км². Основная часть этих оползневых массивов в основном находится в стабильном состоянии, а 8–10% – в стадии периодической активизации [3]. В бассейне р. Ардон (территория Алагирского района) зафиксировано 229 оползней, а в бассейне р. Урсдон (Дигорский район) их насчитывается 15 [4]. По объему оползни республики разделяются на малые (до 1000 м³), средние (от 1 до 10 тыс. м³), крупные (от 100 тыс. м³ до 1 млн м³) и очень крупные (объемом более 1 млн м³) [5].

Из наиболее крупных оползневых массивов развитых в бассейне р. Урсдон можно выделить: Дур-Дурские (Левобережный и Правобережный), Савердонские (I и II), Коринский, Урсдонский. В долине р. Ардон крупных и очень крупных оползневых массивов гораздо больше: Даллагкауские (Большой и Малый), Зарамагские (Мсита и Калм), Згидские (Средний и Нижний), Зинцарские (I и II), Цейские (Верхне-Цейский, Средне-Цейский, Нижне-Цейский и Ново-Цейский), Ардонский, Верхне-Мизурский, Правобережный Сулартинский, Садонский и Верхне-Садонский, Луарский, Нузальский и др. (рис. 1).

Условные обозначения:

■ 22 Оползни и их номера

Тамиск Населенные пункты

Дигора Административные центры

Ардон реки;

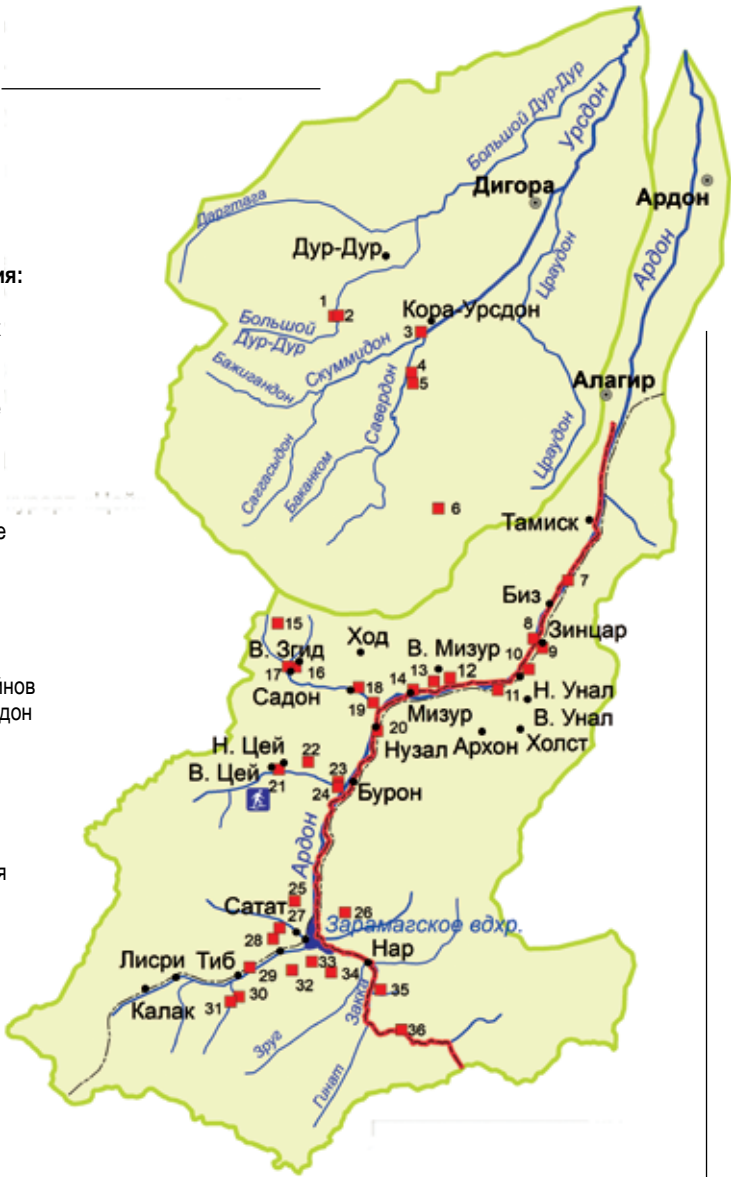
Границы бассейнов рр. Урсдон и Ардон

Объекты инфраструктуры:

Транскавказская автомагистраль

Газопровод «Дзуарикау – Цхинвал»

Горнолыжный курорт «Цей»



Названия оползней:

- 1. Левобережный Дур-Дурский; 2. Правобережный Дур-Дурский; 3. Коринский; 4. Северный Савердонский; 5. Южный Савердонский; 6. Урсдонский; 7. Пионерный; 8. Зинцарский-I; 9. Зинцарский-II; 10. Ардонский; 11. Луарский; 12. Верхне-Мизурский; 13. Правобережный Сулартинский; 14. Газопроводный; 15. Фаснидонский; 16. Нижне-Згидский; 17. Средне-Згидский; 18. Верхне-Садонский; 19. Садонский; 20. Нузальский; 21. Верхне-Цейский; 22. Средне-Цейский; 23. Нижне-Цейский; 24. Ново-Цейский; 25. Калм; 26. Мсита; 27. Нижне-Зарамагский; 28. Сататский; 29. Тибцнайдонский; 30. Кайтикомский Правобережный; 31. Кайтикомский Левобережный; 32. Малый Даллагкауский; 33. Большой Даллагкауский; 34. Варцедонский; 35. Бабиатский; 36. Нижне-Алхаткомский.

Рис. 1. Карта местоположения наиболее крупных оползневых массивов в бассейнах рек Урсдон и Ардон (Республика Северная Осетия – Алания).

Fig. 1. Map of the location of the largest landslide massifs in the Urzdon and Ardon river basins (Republic of North Ossetia – Alania).

Источник: [6]. Source: [6]

Закономерности возникновения, районы распространения и размеры этих основных оползневых массивов довольно хорошо изучены [5, 6–14 и др.], а их активность (в многолетнем разрезе) описана в работах [6, 15].

Многие участки автомобильных дорог РСО – Алания, вследствие геологических (мощный чехол рыхлых отложений на склонах, интенсивная тектоническая раздробленность скальных грунтов, неоднородность литологического состава и др.) и геоморфологических (высокий энергетический потенциал рельефа с крутыми и протяженными склонами, большие уклоны рек, морфология речных долин и др.) особенностей территории республики, подвержены оползневому процессам. Многочисленные исследования [2, 6, 13, 16–18] свидетельствуют о том, что наиболее часто деформационные повреждения появляются на тех участках автомобильных дорог республики, которые проходят по телу крупных оползневых массивов.

На территории республики, одним из основных факторов активизации оползневых массивов, пересекаемых автомобильными дорогами, является метеорологический. В годы аномально сильных осадков число активизаций на их теле увеличивается в 2,5–3 раза [13]. Пик активизации наблюдается в мае-июне и связан с совокупным воздействием атмосферных осадков и снеготаянием [14]. Значительное влияние на активность оползней оказывает резкое увеличение стока рек, в результате чего происходит размыв и разрушение фронтальных частей оползней. Эксплуатация и периодическая реконструкция автодорог (с нарушением подземного и поверхностного стока, подрезкой и отсыпкой горных склонов, динамическими вибрациями от движущегося автотранспорта и др.) также значительно провоцирует активизацию оползневых массивов, расположенных вблизи дорог и пересекаемых ими.

Цель исследования –

оценить угрозу и степень деформации (повреждения, разрушения) участков автомобильных дорог, проходящих по телу крупных оползневых массивов в бассейнах рек Урсдон и Ардон (Республика Северная Осетия – Алания).

Основные задачи исследования:

- провести инвентаризацию и краткое описание крупных оползней, развитых в бассейнах рек Урсдон и Ардон, в зоне действия которых проходят автодороги;
- оценить угрозу и степень деформации участков автодорог в результате активизации этих оползневых массивов (за период 2005–2023 гг.).

Материалы и методы исследований

Главным методом, используемым в работе, стал анализ различных источников, содержащих информацию об активности крупных оползневых массивов на территории Дигорского и Алагирского районов РСО – Алания, в зоне действия которых находятся автомобильные дороги. В качестве основных были использованы литературные источники и опубликованные данные Минприроды РСО – Алания [3, 19] и Центра государственного мониторинга состояния недр (ГМСН) ФГБУ «Гидроспецгеология» [7, 8, 20–23]. Обобщение и систематизация собранного материала с единых методических позиций позволили достаточно достоверно оценить угрозу и степень деформации участков автомобильных дорог (за период 2005–2023 г.), находящихся в зоне действия крупных оползневых массивов в бассейнах рек Урсдон и Ардон. Представленная в данном сообщении карта местоположения наиболее крупных оползневых массивов в бассейнах этих рек создана в программной среде ArcGIS.

В исследовании дополнительно были использованы следующие фондовые материалы (далее — отчеты):

- отчет по «Ведению государственного мониторинга состояния недр территории Республики Северная Осетия – Алания» в 2005–2007 гг.». Книга 1 (ГУП РСО – А РЦ «Севосгеомониторинг», Владикавказ, 2007);
- отчет о результатах работ по объекту 6-06/07 «Ведение государственного мониторинга состояния недр территории Южного федерального округа в 2008–2010 гг.». Книга 1, 2 (ЮРЦ ГМСН ФГУП «Гидроспецгеология», Ессентуки, 2011);

- геологический отчет по объекту «Государственный мониторинг состояния недр территории Южного и Северо-Кавказского федеральных округов в 2011–2013 гг.». Книга 1, 2 (ЮРЦ ГМСН ФГБУ «Гидро-спецгеология», Ессентуки, 2013);
- геологический отчет о результатах выполненных работ по объекту «Государственный мониторинг состояния недр территории Северо-Кавказского ФО в 2014–2015 гг.». Книга 1, 2 (ЮРЦ ГМСН ФГБУ «Гидро-спецгеология», Ессентуки, 2015).

Для указания местоположения произошедших на автодорогах активизаций оползневых массивов использовались значения километрового знака (пикета), обозначающего (согласно ГОСТ 32869-2014) нумерованную точку разметки расстояния на дороге (отрезок дороги между смежными пикетными знаками равен 100 м).

Результаты исследований и их обсуждение

В бассейне р. Урсдон практически все крупные оползни (кроме Коринского оползневого массива) расположены вдали от населенных пунктов и хозяйственных объектов (в том числе и межпоселковых дорог) Дигорского района и практически не оказывают на них значительного воздействия. При их катастрофической активизации может происходить деформация участков лесного фонда и сельскохозяйственных земель района, а также перекрытие рек и создание крупных подпруд, последующий прорыв которых (с образованием селей) может нанести определенный ущерб населенным пунктам и объектам, расположенным ниже по течению рек.

В зону непосредственного воздействия *Коринского оползневого массива* (площадь 0,13 км², объем 5 млн м³, средняя мощность 20 м) попадают внутрисельские дороги юго-западной окраины села (с.) Кора-Урсдон, расположенного у слияния рек Савердон и Скумидон в р. Урсдон (рис. 2).

Здесь практически ежегодно существует угроза повреждения грунтовых дорог (проезжих частей улиц), находящихся в зоне воз-



-  — контур оползня после активизации 1973–1975 гг.;
-  — контур оползня в настоящее время (после активизации 2002–2003 гг.);
-  — домовладения, находящиеся в зоне потенциального оползневоего поражения

Рис. 2.

Зона воздействия Коринского оползня в с. Кора-Урсдон, 2011 г.

Fig. 2. Impact zone of the Korinsky landslide in the village of Kora-Urson, 2011.

Источник: фото ГУП РЦ «Севосгеомониторинг».

Source: Photo by the State Unitary Enterprise RC «Sevosgeomonitoring».

действия этого оползня, хотя продолжающиеся их деформации в значительной степени обусловлены низкой несущей способностью грунтов. Основными факторами активизации оползневого массива являются: повышение влажности грунтовых масс при экстремальных осадках или при повышении годовой нормы осадков в течение нескольких лет подряд; техногенное обводнение за счет утечек из систем водоснабжения и сброса хозяйственных стоков на тело оползня; размыв его фронтального уступа р. Урсдон; тектонические условия. Оползневой процесс развивается в делювиально-пролювиальных отложениях современного звена, представленных глинистыми грунтами, лежащими на коренных глинах палеогена. Наиболее значимые активизации на оползневом массиве, с повреждением проезжих частей улиц села, наблюдались в 2006–2008, 2017, 2018 гг. [6–8, 10, 12–14, 20–23].

Бассейн р. Ардон

характеризуется широким развитием крупных и очень крупных оползневых массивов. Так, только от санатория «Тамиск» до Рокского тоннеля зафиксировано 93 таких оползня [5]. Последствия активизации крупных оползневых массивов наиболее негативно проявляются в местах их пересечения Транскавказской автомагистралью, технологической дорогой трассы газопровода Дзуарикау – Цхинвал, муниципальными и подъездными дорогами к населенным пунктам и инфраструктурным объектам Алагирского района республики.

Трасса Транскавказской автомагистрали

пересекает некоторые крупные оползни (Зинцарские, Верхне-Мизурский, Мсита, Нижне-Зарамагский, Нижне-Алхаткомский и др.), активизация которых иногда приводит к деформации (повреждению, разрушению) дорожной инфраструктуры. Потенциальную опасность для ТрансКАМа могут представлять деформационные подвижки на *Зинцарских оползнях* (Зинцарский I и Зинцарский II), расположенных в районе с. Зинцар. Оползень «Зинцарский I» (мощность оползневого тела — около 30 м) развит на левом склоне долины р. Ардон (напротив с. Зинцар). Оползень «Зин-

царский II» (площадь 65 тыс. м², мощность 6–9 м, объем – около 500 тыс. м³) находится на правом склоне долины р. Ардон (над с. Зинцар). При активизации этих оползней может быть деформирован и разрушен протяженный участок автотрассы. Последняя значимая активизация Зинцарских оползней произошла в 1984 году, в результате подмыва фронтальных их частей рекой Ардон и подрезкой склонов при строительстве ТрансКАМа [24]. В настоящее время Зинцарские оползни практически не активны.

Определенную угрозу ТрансКАМу представляет периодическая активизация в весенне-летний период *Верхне-Мизурского оползня* (площадь — 87,5 тыс. м², мощность — до 20 м), сформировавшегося в 1998 г. в левом борту ручья Андorraг (левый приток р. Ардон) в 0,4 км выше устья, на восточной окраине поселка (п.) Мизур. В случае сильного обводнения грунтов оползневого массива существует опасность подпруживания ручья Андorraг с последующим селевым выбросом на ТрансКАМ. Так, в конце июня 2012 г. в результате обильных дождей оползень резко активизировался, перекрыл ручей Андorraг и сформировал подпруду, прорыв которой послужил причиной формирования грязевого селя объемом до 1000 м³, при этом селевые отложения полностью заполнили водопропуск и растеклись по полотну ТрансКАМа более чем на 200 м, остановив автомобильное движение на 1,5 часа. В последние годы активизация (площадь — до 40 тыс. м², объем — до 790 тыс. м³) на этом оползневом массиве сохраняется, а значит и существует угроза перекрытия оползневыми массами ручья Андorraг и последующего селевого выброса на ТрансКАМ.

Трассе ТрансКАМа угрожает и оползень «*Мсита*» (объем — 6 млн м³), который с 1989 г. находится в стадии временной стабилизации, в том числе и в периоды неблагоприятных метеоусловий, несмотря на значительный размыв фронтальной части [24]. При увеличении обводненности на участках тектонической раздробленности возможно снижение устойчивости в той части оползня, к которой приурочено 300 м трассы ТрансКАМа — от плотины до развилки с обходной дорогой в Мамисонское ущелье (Северный портал).

Повреждение полотна ТрансКАМа оползневыми подвижками происходит в районе, где автотрасса (пикет 76,3–78,3 км) пересекает

Нижне-Зарамагский оползневой массив (объем — более 2,0 млн м³, мощность — 20–25 м). При подтоплении его фронтальной части водами Зарамагского водохранилища возможно проседание 200–250 м полотна ТрансКАМа (рис. 3). В 2009 г. здесь сформировалась серия оползневых блоков, захвативших склон на высоту до 150–200 м от края водохранилища, то есть практически до автотрассы. В конце июля произошли отсадка и оползание дорожной полки вплоть до проезжей части, с разрушением силового ограждения и деформацией отдельных элементов инженерно-технических сооружений. Значимая активность, с формированием серии оползневых блоков и деформацией полотна ТрансКАМа, наблюдалась и в 2011 г., когда оползновыми подвижками было деформировано 40 м автотрассы. В марте-апреле 2013 г. оползшими грунтовыми массами было разрушено 40 м подпорной стенки и деформировано 75 м полотна ТрансКАМа. Последние годы на массиве наблюдается стабилизация оползневого процесса.

Полка ТрансКАМа (высота — 1900 м н.у.м) также является базисом оползания *Нижне-Алхаткомского оползня*, который расположен в районе с. Нар (на правом берегу р. Закка) в верховом откосе автотрассы (пикет 90,0 км), в 50 м ниже устья р. Алхатком. В июне 2019 г. здесь возникла угроза сползания грунтовых масс (площадь — 3,5 тыс. м² объем — до 25 тыс. м³, мощность — до 8 м) на проезжую часть ТрансКАМа, а в 2021 г. оползновыми массами было перекрыто 20 м автотрассы.

Активизация некоторых крупных оползневых массивов (Пионерный, Газопроводный, Нузальский, Калм и др.), по телу которых проходит *технологическая дорога трассы газопровода Дзуарикау – Цхинвал*, неоднократно приводила к деформации ее полотна.

На участке трассы газопровода «курорт Тамиск – Зинцар» (пикеты 26,0–35,0 км) значительную угрозу для технологической дороги представляет *Пионерный оползень*, расположенный на 31,0 км трассы, на правом берегу р. Ардон (в 6 км выше с. Тамиск). Из-за большой крутизны верхового откоса здесь, на протяжении около 150 м, развиваются интенсивные оползневые деформации в виде осовов и оплывин. Оползень периодически активизируется, в основном, в весенний период при паводках, так как его фронтальный

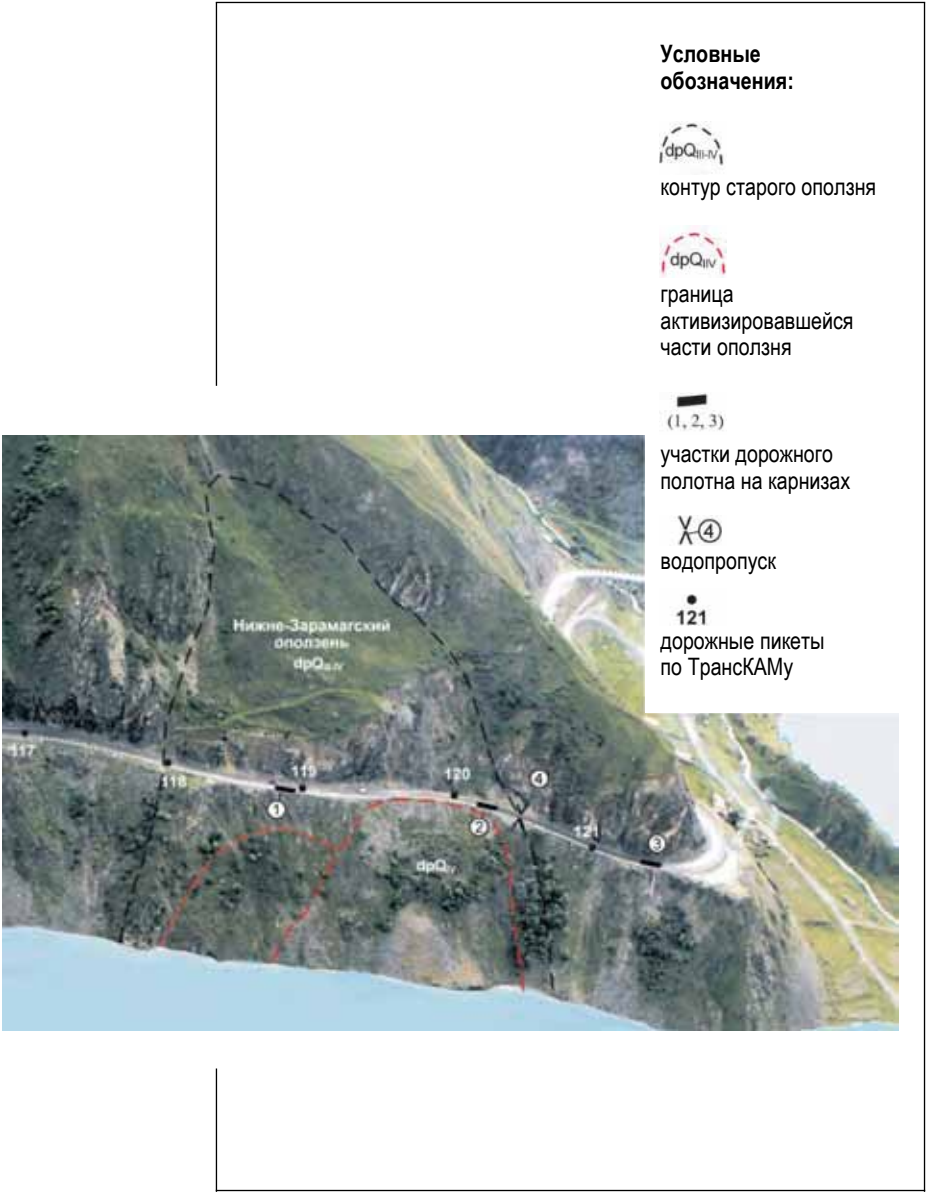


Рис. 3. Развитие деформаций на Нижне-Зарамагском оползне в низовом откосе ТрансКАМа (зона влияния Зарамагского водохранилища).

Fig. 3. Development of deformations on the Nizhne-Zaramag landslide in the downstream slope of the TransKAM (zone of influence of the Zaramag reservoir).

Источник: фото ГУП РСО-А «Севосгеозомониторинг».
Source: Photo by the State Unitary Enterprise of the Republic of North Ossetia-Alania «Sevosgeoecononitoring».

уступ размывается р. Ардон. По крутому нагорному откосу высотой до 20–25 м периодически происходит отседание блоков рыхлых пород объемом до 200–300 м³. Отсадка внешнего края выемки и растрескивание склона в ряде мест могут привести к деформации технологической дороги. Оползневой процесс развивается в карбонатных отложениях верхней юры и аллювиальных отложениях, представленных обломками известняков и галькой осадочных и магматических пород. Наиболее значимые активизации на оползне, с повреждением технологической дороги, произошли в 2018, 2019, 2022, 2023 гг. Так, в 2018 г., при активизации части оползня (площадь — 2,0 тыс. м², глубина — 3–5 м) было деформировано 40 м технологической дороги. В начале июня 2019 г. деформационные смещения на оползне (площадь активной части — 5,0 тыс. м², мощность — до 10 м, объем — до 50,0 тыс. м³) повторилась, в результате чего уже было разрушено 40 м дороги. В 2022 и 2023 гг. на Пионерном оползне наблюдалась отсадка крупных блоков и вывал обломков на разрушенную ранее технологическую дорогу газопровода.

Широкая полка технологической дороги (пикет 54 км) также является базисом оползания *Газопроводного оползня* (высота — 1310 м н.у.м), сформировавшегося в осыпных отложениях природного и техногенного генезиса, представленных разнообломочным материалом гранитов и альбитофиров. Значимые активизации на оползне произошли в 2016 и 2018 гг. Так, летом 2016 г. при активизации части оползня (площадь — 15,0 тыс. м²) произошла деформация 50 м дорожного полотна. В июне 2018 г. оползневыми смещениями (площадь — 25,0 тыс. м², глубина захвата склона — 10 м) было деформировано 40 м технологической дороги.

На участке трассы газопровода «Мизур – Малый Лабагом» (в районе п. Бурон) наиболее опасным является переход технологической дороги (пикеты 55,0–62,0 км) через *Нузальский оползень* (площадь — 0,3 км², мощность — до 15 м, крутизна склона 35–38°). Техногенная подрезка его нижней части при прокладке трассы газопровода на первом (нижнем) серпантине со значительным углублением в склон, вызвала формирование осовов, оплывин и вывалов в верховом откосе технологической дороги, которые в нескольких случаях перевалили за защитную стенку из габионов и даже привели к ее де-

формации [19]. В ходе строительства газопровода деформационные смещения на оползне, с небольшой деформацией технологической дороги, наблюдалась в 2006, 2007 и 2009 гг. После завершения строительства значительных активизаций на оползне не наблюдалось.

В зоне действия крупных оползневых массивов находятся **муниципальные и подъездные дороги**, соединяющие населенные пункты и инфраструктурные объекты в долине р. Ардон. Так, *Ардонский оползень* (площадь — 0,3 км², мощность — 7,5–15 м, крутизна склона — 35–38°, базис оползания — пойма р. Ардон) расположенный на правом берегу р. Ардон (в 2 км выше с. Зинцар) угрожает дороге Зинцар – Унал. Формирование и последующая его активность во многом обусловлена глубокой многократной подрезкой рыхлообломочного склона дорожными выемками [9]. В марте-апреле 2017 г. произошла значимая активизация на оползне (площадь активной части — 7–8 тыс. м², мощность — 10 м, объем — 7,5 тыс. м³), в результате чего было перекрыто 50 м этой дороги. В последние годы значимых оползневых повреждений на дороге не наблюдалось.

В зоне действия *Луарского оползня* (площадь — 1,7 км², объем — 50 млн м³, мощность — 40–80 м, высота — 1700–1750 м н.у.м), расположенного на правом берегу р. Ардон (в 1,5–2,0 км западнее с. Верхний Унал), находятся автодорога Унал – Архон (до 500 м) и полевые грунтовые дороги. Оползневой массив сложен из сильно раздробленных блоков, состоящих из порфиритов, песчаников, щебня аргиллитов, сцементированных делювиальными суглинками [12]. Последние три десятилетия оползень является почти постоянно активным с усилением оползневых процессов весной и летом, затуханием осенью и временной стабилизацией зимой. Периодическая активизация оползня происходит, в основном, при обводнении грунтов осадками и эрозии фронтального уступа рекой Ардон при высоких паводках. Небольшие деформационные подвижки (площадь — до 40 тыс. м²) на оползне наблюдались в 2005–2009 гг. В начале весны 2017 г. произошло формирование оползневых рвов и валов, отседание крупных блоков и их обрушение, в результате чего была деформирована автодорога Унал – Архон. Общая площадь активизации составила 67,5 тыс. м², объем — более 1,5 млн м³, мощность — 20–25 м. В 2018 г., очередная активность (площадь — 68 тыс. м², мощ-

ность — 25 м) на оползне проявилась в виде сильного растрескивания фронтальной части, проседания, обрушения крупных блоков с фронтального уступа и разрушения небольшого участка автодороги. Практически аналогичные деформации на оползневом массиве происходили и в 2019–2023 гг., но значительного ущерба автодороге не нанесли.

Автодороге Турбина–Садон (пикет 1 км) угрожает *Садонский оползень* (площадь 0,7 км², объем — 15–20 млн м³, мощность — 40–60 м), расположенный в левом борту р. Садон, в 0,7 км от ТрансКАМа. Грунты оползневого массива представлены крупнообломочным материалом с песчано-глинистым заполнителем. Негативное воздействие на устойчивость древнеоползневого склона оказала сильная подрезка фронтального уступа при прохождении катастрофического селя по р. Садон в 2002 г. Деформационные смещения на оползне происходили в 2006 г., а значимая активизация (площадь — 2,0 тыс. м², мощность — 5–6 м, объем — 10 тыс. м³) с перекрытием 20 м а/д Турбина – Садон наблюдалась летом 2018 г.

Активизация *Верхне-Садонского оползня* (площадь — 0,2 км², объем — более 10 млн м³), расположенного в районе п. Садон на склоне долины р. Цахцадыком, угрожает автодороге Садон – Верхний Садон. Значительную роль в активизации оползня играет размыв его фронта р. Цахцадыком и утечки воды из систем водоснабжения п. Верхний Садон. Активность оползневого массива резко возрастает в годы с экстремальными осадками. Подвижки на оползне в 2005 г. привели к уничтожению 500 м дороги, соединяющей верхнюю и нижнюю (по течению) части п. Садон.

Базисом развития *Фаснидонского оползня* (район п. Верхний Згид) служит широкая полка (высота — 2500 м н.у.м) автодороги Верхний Згид – Камунта (пикет 11,2 км). Факторами оползневой активизации служат метеорологический (осадки) и техногенный (подрезка склона). Произошедшая в 2019 г. активизация (площадь — 2,5 тыс. м², объем — до 17,0 тыс. м³) на оползне привела к размыву оползневыми массами 50 м полотна этой автодороги.

Определенную угрозу для автодороги Бурон–Цей представляют *Цейские оползни* (Верхне-Цейский, Средне-Цейский, Нижне-Цейский, Ново-Цейский). На 7 км автодорога пересекает нижнюю часть

Верхне-Цейского оползня (площадь — около 3,0 км², мощность — 100–120 м, высотные отметки — 1450–2750 м н.у.м), расположенного в левом борту долины р. Цейдон между балками Кубалчинком и Сурагатдон (Хукали). Активизация оползня, подрезанного дорожной выемкой, происходит достаточно часто. Делювиально-пролювиальные отложения, имеющие преимущественно глинистый состав, при сильном обводнении довольно часто сползают на дорогу. При этом, автомобильное сообщение в Цейскую курортно-спортивную зону на некоторое время прерывается, из-за невозможности объезда пораженных участков. Так, произошедшая в июле 2014 г. активизация на оползне (объем — около 10 тыс. м³) привела к перекрытию 40 м автодороги Бурон – Цей (пикет 7 км). Из-за полужидкого состояния оползневой массы расчистка дороги продолжалась три дня.

В зоне действия *Средне-Цейского оползня*, расположенного к востоку от Верхне-Цейского (в районе Хукалинской балки) находится участок а/д Бурон – Цей. Сведений о разрушениях и деформациях на дороге, связанных с активностью оползня, не имеется.

Автодорога Бурон – Цей (пикет 1 км) проходит по телу периодически активного *Нижне-Цейского оползня* (средняя мощность — 80 м, площадь — 0,2 км², объем — 7,2 млн м³, крутизна склона — до 48°), расположенного на левом берегу р. Цейдон, в 1 км к северо-западу от п. Бурон (к востоку от Средне-Цейского оползня). В нижней части оползневого массива выделяется активный блок достаточно крупных размеров. Формирование этого блока обусловлено подрезкой фронта оползня в результате речной эрозии, а также нарушением угла естественного откоса при прокладке автодороги Бурон – Цей. Активизация оползня вызывается весенними дождями, снеготаянием и размывом фронта р. Цейдон. Базисом оползания щебнисто-глинистых грунтов с глыбами и блоками порфиритов и кристаллических сланцев служит пойма р. Цейдон, а при небольших смещениях — полка автодороги, пересекающая оползневой массив в средней его части. Подрезка склона при периодической расчистке дороги еще больше провоцирует дальнейшую активизацию оползня. Значительная активность на теле оползня отмечалась во второй половине XX века (1968–1969, 1982, 1996 гг.) [12]. Трециноватость и отсадка небольших блоков на оползневом массиве

отмечается и в XXI в. (2005–2006, 2008, 2019–2022 гг.) [20–23]. Под угрозой деформаций и разрушений находится более 100 м а/д Бурон – Цей. Инженерная защита на этом участке дороги отсутствует.

Весной 2005 года в 400 м к югу от Нижне-Цейского оползня было зафиксировано заложение нового оползневого блока, которое получило название *Ново-Цейского оползня* (площадь — около 140 тыс. м², высота — 1290–1480 м н.у.м.). В его головной части находится участок а/д Бурон – Цей. Первоначальное смещение оползня в 2005 г. составило не менее 1,5 м, что привело к деформации 100 м дорожного полотна. В последующие годы значительной активизации на оползне не наблюдалось.

Варцедонский правобережный оползень, расположенный на правом берегу р. Варцедон (левый приток р. Закка) в 3 км от устья (в районе с. Варце), создает угрозу деформации грунтовой автодороги (пикет 3 км) к с. Варце. Базисом развития оползня является пойма р. Варце (высота — 1870 м н.у.м), в паводок фронтальный уступ оползня подвергается размыву. Состав горных пород, затронутых проявлением — глинисто-щебнистые грунты с обломками песчаников и алевролитов. Происходившие в 2019 г. активизации на оползне привели к деформации около 300 м дороги к с. Варце. Активизация (площадь — около 12 тыс. м²) на оползне в 2021 г. привела к деформации еще 120 м дорожного полотна. Угроза повреждения этой дороги существовала и в 2023 г., когда на фронтальном уступе наблюдалась отсадка блоков, стекание разжиженных грунтов и растрескивание склона на площади 12,0 тыс. м².

В случае значительной активизации *Бабиатского оползня*, расположенного на левом берегу р. Бабиат (правый приток р. Закка, в 3 км от устья), в районе развалин с. Регах, может быть перекрыта дорога к святылищу. Базисом оползня является пойма р. Бабиат (высота — 2100 м н.у.м). Практически ежегодно активизация происходит во фронтальной части оползня, где наблюдается растрескивание склона, отсадка отдельных блоков (вместе с крупными деревьями), заболачивание. Оползневые проявления развиваются в глинисто-щебнистых грунтах, перекрывающих породы осадочного комплекса средней юры (песчаники, алевролиты, глинистые сланцы). В начале июля 2018 г., в результате активизации части (пло-

щадь — 16 тыс. м², объем — 150 тыс. м³, мощность — 10 м) оползневого массива, разжиженными грунтовыми массами была перекрыта дорога к святилищу. В 2019, 2022 и 2023 гг. также происходили активизации (площадь — до 5,4 тыс. м²) на оползне, существовала угроза перекрытия дороги к святилищу.

При строительстве объектов Зарамагских ГЭС увеличилась нагрузка на оползневые склоны, что явилось одним из главных факторов активизации крупных оползневых массивов в местах техногенного воздействия. Так, в районе строительства Зарамагских ГЭС, расположенных на участке верхнего течения р. Ардон от с. Нижний Зарамаг до впадения р. Баддон (протяженностью около 16 км), было выявлено 11 довольно крупных оползней (площадь — от 0,01 до 0,5 км², объем — от 50 тыс. м³ до 25–30 млн м³) [9]. Под угрозой активизации этих оползневых массивов находится комплекс подъездных дорог к объектам ГЭС [24]. Так, например, активизация оползня «Мсита» (объем — 6,0 млн м³) угрожает не только участку трассы ТрансКАМа, но и подъездным дорогам к объектам Головной ГЭС Зарамагского каскада, над которыми он «нависает» [12].

В районе плотины водохранилища, напротив оползня «Мсита», находится оползень «Калм» (объем — 40,0 млн м³), по нижней части которого проложена новая дорога в долину р. Мамисондон (в объезд Головного водохранилища ЗарамагГЭС). Активизация оползня вызвана глубокой подрезкой склона при расширении дорожной выемки строящейся обходной дороги в Мамисонское ущелье [12]. Следует отметить, что до настоящего момента оползень около 40 лет находился в стабильном состоянии. В результате активизации сформировался оползневой блок размером 100 × 200 м со стенками отрыва высотой 1,5–3 м. Базисом развития оползневого процесса служит полка а/д Зарамаг – Мамисон (высота — 1700 м н.у.м). В 2008 г. резкая активизация юго-западного фланга оползня на площади 20 тыс. м², создала угрозу разрушения участка автодороги (рис. 4). В апреле 2009 г., в период снеготаяния, произошло напользание грунтовых масс (около 30 тыс. м²) на дорожную полку протяженностью около 100 м. Растрескивание склона, смещение крупных блоков и обводнение фронтальной части (площадь — до 27,0 тыс. м²) наблюдались на оползне в 2010, 2022 и 2023 гг., была угроза разрушения дорожной полки автодороги.



Рис. 4.

Активизация оползня «Калм» в 2008 г.

Fig. 4. Activation of the Kalm landslide in 2008.

Источник: фото ГУП РСО – А РЦ «Севосгеомониторинг».

Source: Photo by the State Unitary Enterprise of the Republic of North Ossetia - Alania, the Sevosgeomonitoring Research Center.

От состояния *Ардонского оползня* зависит не только безопасность движения по автодороге Зинцар–Унал, но и надежность подъездных дорог к бассейну суточного регулирования (БСР) и другим сооружениям Зарамагской ГЭС [19]. Небольшие деформации подъездных дорог, пересекающих оползень, наблюдались в 2006, 2008–2010, 2017 гг.

Активизация *Нузальского оползня*, подрезанного в нижней его части трассой газопровода Дзуарикау–Цхинвал, также создает угрозу разрушения а/д Нузал–БСР. Значительная активизация на оползне, с деформацией до 150 м дорожного полотна, происходила в 2006 и 2007 гг.

Многие населенные пункты (и, соответственно, проезжие части их улиц и внутрисельские дороги) в бассейне р. Ардон расположены на крупных, неоднократно активизировавшихся оползневых массивах [9]. Так, в зоне активизации *Зинцарских оползней* находится восточная окраина с. Зинцар, где несколько домов с прилегающей улицей находятся в нижней части древнеоползневого склона. При сильном обводнении осадками оползневые грунты начинают медленно сползать, деформируя как поверхность склона, так и расположенные на склоне дороги и строения. *Луарский оползень* угрожает дорожной инфраструктуре с. Нижний Унал. Основная часть п. Верхний Мизур находится на теле *Правобережного Сулартинского оползня* (площадь — 0,5 км², объем — около 14 млн м³), который периодически активизируется при превышении среднегодовой нормы осадков. Значительную угрозу проезжим частям улиц на восточной окраине п. Мизур представляет *Верхне-Мизурский оползень*. На *Средне-Згидском оползневом массиве* расположены поселки Средний и Верхний Згид, здесь иногда отмечается деформация проезжих частей улиц и существует угроза перекрытия нижней дороги из п. Нижний Згид в п. Верхний Згид. В 2015 г. было отмечено медленное напользание фронтального уступа *Средне-Згидского оползня* на одну из улиц в п. Верхний Згид. В зоне действия крупных оползневых массивов (*Нижне-Зарамагский, Калм и Мсита*) находится инфраструктура с. Нижний Зарамаг. *Сататский и Даллагкауские оползневые массивы* угрожают селам Сатат и Даллагкау. На теле *Верхне-Цейского оползня* расположены села Верх-

ний Цей и Атагкау. Частая активизация *Верхне-Садонского оползня* нередко приводила к разрушению дороги в верхней части поселка Верхний Садон.

Заключение

Проведенные систематизация и анализ различных источников, содержащих информацию о распространении и активности (за 2005–2023 гг.) наиболее крупных оползневых массивов в бассейнах рек Урсдон и Ардон Республики Северная Осетия–Алания, позволили выявить те из них, в зоне действия которых находятся участки автомобильных дорог. В бассейне р. Урсдон таких крупных оползней практически не отмечено, зато в долине р. Ардон зафиксировано значительное их количество. В картографическом виде показано местоположение этих оползней в изучаемых бассейнах рек. Приведены некоторые качественные и количественные (площадь, объем, мощность) характеристики оползневых массивов, пересекаемых автодорогами, и дано краткое описание формирующих их грунтов. Проведен анализ произошедших наиболее значимых активизаций на этих оползнях за изученный период времени и выявлены участки автодорог, находящиеся в зоне их действия. Охарактеризованы основные природные и техногенные факторы, обуславливающие постоянную и периодическую активизацию изучаемых крупных оползней. Неодинаковая степень проявления этих факторов в разные годы обусловила различную активность деформационных напряжений на изученных оползневых массивах и, соответственно, разную степень поражения полотна автодорог и дорожной инфраструктуры в зоне их влияния. За рассматриваемый период времени (2005–2023 гг.), для участков автодорог, пересекающих изученные оползни, оценена угроза и степень их деформации (повреждения, разрушения) оползневыми массами и приведены количественные характеристики произошедшего ущерба. Анализ социально-экономических последствий выявленных, наиболее значимых активизаций оползневых массивов, пересекаемых автодорогами, позволяет сделать вывод об очень низкой степени их опасности для автомобильного движения в бассейне р. Урсдон и довольно высокой – в долине р. Ардон.

Список источников

1. Дзодзикова М. Э., Бадтиев Ю. С., Туриев А. В., Бутаева Ф. М. Экологическое состояние воздушного бассейна и заболеваемость и смертность среди населения в «Горном кусте» Алагирского района РСО – Алания // Вестник Владикавказского научного центра. 2013. Т. 13. № 3. С. 48–54.
2. Хацаева Ф. М., Томаев В. А. Оползневые процессы в тектонически-активных зонах территории Республики Северная Осетия – Алания // Актуальные вопросы современной науки и образования: сборник. Красноярск. 2010. С. 239–242.
3. Государственные доклады о состоянии и об охране окружающей среды и природных ресурсов Республики Северная Осетия – Алания в 2002–2017 гг. Владикавказ: Министерство природных ресурсов и экологии Республики Северная Осетия – Алания, 2003–2018.
4. Кюль Е. В. Тектонические оползневые массивы Центрального Кавказа // Геология и геофизика Юга России. 2017. № 2. С. 67–81.
5. Схема территориального планирования Алагирского района Республики Северная Осетия – Алания. Раздел III. Материалы по обоснованию схемы территориального планирования. Владикавказ: Мастерская архитектора Козырева, 2009. 164 с.
6. Разумов В. В., Богданова Н. Д., Разумова Н. В., Висхаджиева К. С., Князев А. П. Активность основных оползневых массивов в бассейнах рр. Урсдон и Ардон (Республики Северная Осетия – Алания) // Инженерные изыскания. 2020. Т. XIV. № 2. С. 10–26.
7. Информационные бюллетени о состоянии недр на территории Российской Федерации в 2004–2022 гг. М.: Изд-во «Геоинформмарк». 2005–2023. Вып. 28–46.
8. Информационные бюллетени о состоянии недр территории Северо-Кавказского федерального округа Российской Федерации за 2015–2023 гг. Ессентуки: Изд-во «Гидроспецгеология». 2016–2024. Вып. 12–20.
9. Караев Ю. И. Влияние опасных экзогенных геологических процессов на высоконапорные ГЭС (на примере Зарамагских ГЭС, РСО – Алания) // Геология и геофизика Юга России. 2013. № 4. С. 23–33.
10. Схема территориального планирования Дигорского муниципального района Республики Северная Осетия – Ала-

- ния: материалы для обоснования проекта. Дигора: Северо-Кавказский филиал ФГУП «ФКЦ «Земля», 2008. 52 с.
11. Тавасиев Р. А., Галушкин И. В. Опасные природные процессы в Цейском ущелье и их влияние на рекреационные комплексы // Вестник Владикавказского научного центра. 2007. Т. 7. № 2. С. 23–29.
 12. Хацаева Ф. М., Томаев В. А. Оползневая опасность бассейнов горных рек Республики Северная Осетия – Алания // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1–1. С. 1821.
 13. Цгоев Т. Ф., Гриднев Е. А. Мониторинг экзогенных геологических процессов на территории РСО – Алания: состояние, проблемы и меры по их предотвращению // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2015. № 3 (13). С. 56–61.
 14. Чотчаев Х. О., Невская Н. И., Невский Л. Н. Генетические типы экзогенных геологических процессов, характерных для горных территорий Центрального Кавказа и состояние подземных пресных вод // Геология и геофизика Юга России. 2016. № 2. С. 97–116.
 15. Разумов В.В., Лиховид А.А., Шаповалов Д.А., Шагин С.И., Разумова Н.В., Богданова Н.Д. Оползневая деятельность на Северном Кавказе в XXI веке / под ред. проф. В.В. Разумова. М.: Феория; Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2022. 368 с.
 16. Томаев В. А., Хацаева Ф. М. Развитие оползней в зонах палеосейсмодислокаций горных территорий РСО – Алания // Устойчивое развитие горных территорий в условиях глобальных изменений. Материалы VII Международной конференции, Владикавказ. 2010. С. 14–18.
 17. Разумов В.В., Аджиев А.Х., Разумова Н.В., Кондратьева Н.В., Богданова Н.Д. База данных оползневых активизаций, произошедших на территории Республики Северная Осетия – Алания за 2005–2020 гг. // Заявка № 2022621563 от 29.06.2022 г. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022622742 от 03.11.2022 г.
 18. Разумов В.В., Богданова Н.Д., Разумова Н.В., Шальнев В.А. Опасность оползневой деятельности в Моздокском районе Республики Северная Осетия – Алания // Наука. Инновации. Технологии. 2024. № 2. С. 141–164.
 19. Доклады об экологической ситуации в Республике Северная Осетия – Алания в 2016–2019 гг. Владикавказ: Мини-

стерство природных ресурсов и экологии Республики Северная Осетия – Алания. 2017–2020.

20. Информационные сводки о проявлениях экзогенных геологических процессов на территории Российской Федерации (по кварталам) за 2007–2023 гг. М.: Изд-во «Гидроспецгеология». 2007–2023.
21. Информационные сводки о проявлениях экзогенных геологических процессов на территории Южного федерального округа (по кварталам) за 2005–2010 гг. Ессентуки: Изд-во «Гидроспецгеология». 2005–2010.
22. Информационные сводки о проявлениях экзогенных геологических процессов на территории Южного и Северо-Кавказского федеральных округов (по кварталам) за 2011–2012 гг. Ессентуки: Изд-во «Гидроспецгеология». 2011–2012.
23. Информационные сводки о проявлениях экзогенных геологических процессов на территории Северо-Кавказского федерального округа (по кварталам) за 2013–2023 гг. Ессентуки: Изд-во «Гидроспецгеология». 2013–2023.
24. Колесникова А. М., Джгмадзе А. К. Инженерно-геологические условия и сейсмическая обстановка в районе Зарамагский ГЭС, причины возможной активизации опасных геологических и экзогенных процессов // Геология и геофизика Юга России. 2015. № 3. С. 63–74.

References

1. Dzodzikova ME, Badtiev YuS, Turiev AV, Butaeva FM. Ecological state of the air basin and morbidity and mortality among the population in the «Mountain Bush» of the Alagir District of the Republic of North Ossetia-Alania. Bulletin of the Vladikavkaz Scientific Center. 2013;13(3):48-54. (In Russ.).
2. Khatsaeva FM, Tomaev VA. Landslide processes in tectonically active zones of the territory of the Republic of North Ossetia-Alania. Collection «Topical issues of modern science and education». Krasnoyarsk; 2010. P. 239–242. (In Russ.).
3. State reports on the state and protection of the environment and natural resources of the Republic of North Ossetia-Alania in 2002–2017. Vladikavkaz: Ministry of Natural Resources and Environment of the Republic of North Ossetia-Alania; 2003-2018. (In Russ.).

4. Kühl EV. Tectonic landslide massifs of the Central Caucasus. *Geology and Geophysics of the South of Russia*. 2017;(2):67-81. (In Russ.).
5. Territorial planning scheme of the Alagir district of the Republic of North Ossetia-Alania. Section III. Materials for substantiating the territorial planning scheme. Vladikavkaz: Architect Kozyrev Workshop; 2009. 164 p. (In Russ.).
6. Razumov VV, Bogdanova ND, Razumova NV, Viskhadzhieva KS, Knyazev AP. Activity of the main landslide massifs in the basins of the Ursdon and Ardon rivers (Republic of North Ossetia-Alania). *Engineering surveys*. 2020;XIV(2):10-26. (In Russ.).
7. Information bulletins on the state of subsoil resources in the territory of the Russian Federation in 2004–2022. Moscow: Publishing house of OOO Geoinformmark; 2005–2023. Issues 28-46. (In Russ.).
8. Information bulletins on the state of subsoil resources in the territory of the North Caucasian Federal District of the Russian Federation for 2015-2023. Essentuki: Publishing house of the Southern Regional Center of the Federal State Budgetary Institution Gidrospeitsgeologiya; 2016–2024. Issues 12-20. (In Russ.).
9. Karaev Yul. The influence of hazardous exogenous geological processes on high-pressure hydroelectric power plants (using the Zaramag hydroelectric power plants, Republic of North Ossetia-Alania as an example). *Geology and Geophysics of the South of Russia*. 2013;(4):23-33. (In Russ.).
10. Territorial planning scheme of the Digorsky municipal district of the Republic of North Ossetia-Alania. Materials for substantiating the project. Digora: North Caucasus branch of the Federal State Unitary Enterprise «Federal Scientific Center «Zemlya»; 2008. 52 p. (In Russ.).
11. Tavasiev RA, Galushkin IV. Hazardous natural processes in the Tsei Gorge and their impact on recreational complexes. *Bulletin of the Vladikavkaz Scientific Center*. 2007;7(2):23-29. (In Russ.).
12. Khatsaeva FM, Tomaev VA. Landslide hazard of mountain river basins in the Republic of North Ossetia-Alania. *Modern problems of science and education*. 2015;1(1):1821. (In Russ.).

13. Tsgoev TF, Gridnev EA. Monitoring of exogenous geological processes in the territory of the Republic of North Ossetia-Alania: status, problems and measures for their prevention. Engineering and construction bulletin of the Caspian region. 2015;3(13):56-61. (In Russ.).
14. Chotchaev KhO, Nevskaya NI, Nevsky LN. Genetic types of exogenous geological processes characteristic of the mountainous territories of the Central Caucasus and the state of underground fresh water. Geology and Geophysics of the South of Russia. 2016;(2):97-116. (In Russ.).
15. Razumov VV, Likhovid AA, Shapovalov DA, Shagin SI, Razumova NV, Bogdanova ND. Landslide activity in the North Caucasus in the XXI century (ed. by Professor Razumov VV). Moscow: «Feoria» – Stavropol: «North Caucasian Federal University»; 2022. 368 p. (In Russ.).
16. Tomaev VA, Khatsayeva FM. Development of landslides in zones of paleoseismic dislocations of mountainous territories of the Republic of North Ossetia-Alania. Sustainable development of mountainous territories in the context of global changes. Proceedings of the VII International Conference, Vladikavkaz; 2010. Pp. 14-18. (In Russ.).
17. Razumov VV, Adzhiev AKh, Razumova NV, Kondratieva NV, Bogdanova ND. Database of landslide activations that occurred on the territory of the Republic of North Ossetia-Alania for 2005-2020. Application No. 2022621563 dated June 29, 2022. Certificate of state registration of the database No. 2022622742 dated November 3, 2022. (In Russ.).
18. Razumov VV, Bogdanova ND, Razumova NV, Shalnev VA. Landslide hazard in the Mozdok district of the Republic of North Ossetia – Alania. Science. Innovations. Technologies. 2024;(2):141-164. (In Russ.).
19. Reports on the environmental situation in the Republic of North Ossetia-Alania in 2016-2019. Vladikavkaz: Ministry of Natural Resources and Environment of the Republic of North Ossetia-Alania; 2017-2020. (In Russ.).
20. Information summaries on the manifestations of exogenous geological processes in the territory of the Russian Federation (by quarters) for 2007-2023. Moscow: Publishing house of the Center for State Marine and Marine Science of the Federal State Budgetary Institution "Gidrospetsgeologiya". 2007-2023. (In Russ.).

21. Information summaries on the manifestations of exogenous geological processes in the territory of the Southern Federal District (by quarters) for 2005–2010. Essentuki: Publishing house of the Southern Regional Center for State Marine and Marine Science of the Federal State Budgetary Institution "Gidrospetsgeologiya"; 2005-2010. (In Russ.).
22. Information reports on the manifestations of exogenous geological processes in the Southern and North Caucasian Federal Districts (by quarters) for 2011-2012. Essentuki: Publishing house of the Southern Regional Center for Geological and Marine Science of the Federal State Budgetary Institution "Gidrospetsgeologiya"; 2011-2012. (In Russ.).
23. Information reports on the manifestations of exogenous geological processes in the North Caucasian Federal District (by quarters) for 2013-2023. Essentuki: Publishing house of the Southern Regional Center for Geological and Marine Science of the Federal State Budgetary Institution "Gidrospetsgeologiya"; 2013-2023. (In Russ.).
24. Kolesnikova AM, Dzhgamadze AK. Engineering and geological conditions and seismic situation in the area of the Zaramagsky hydroelectric power station, reasons for the possible activation of hazardous geological and exogenous processes. *Geology and Geophysics of the South of Russia*. 2015;(3):63-74. (In Russ.).

Информация об авторах

Виктор Владимирович Разумов – доктор географических наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела стихийных явлений Высокогорного геофизического института

Наталья Викторовна Разумова – кандидат географических наук, доцент, ведущий научный сотрудник АО «Российские космические системы»

Вклад авторов

Виктор Владимирович Разумов – Определение идеи статьи и логики исследования. Сбор, интерпретация и анализ полученных данных. Утверждение окончательного варианта – принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

Наталья Викторовна Разумова – подготовка и редактирование текста – составление черновика рукописи и формирование его окончательного варианта.

Information about the authors

Viktor V. Razumov – Dr. Sci. (Geogr.), Professor, leading researcher at the Department of Natural Phenomena of the High-Altitude Geophysical Institute.

Natalia V. Razumova – Cand. Sci. (Geogr.), Associate Professor, the leading researcher of JSC Russian Space Systems.

Contribution of the authors

Viktor V. Razumov – Definition of the idea of the article and the logic of the study. Collection, interpretation and analysis of the received data. The approval of the final version is the acceptance of responsibility for all aspects of the work, the integrity of all parts of the article and its final version.

Natalia V. Razumova – preparation and editing of the text – drafting of the manuscript and the formation of its final version.



Научная статья
УДК 910.1
<https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.2>

ОЦЕНКА ШОКОУСТОЙЧИВОСТИ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Татьяна Анатольевна Балина¹,
Мария Александровна Поспишенко^{2*}

^{1,2} Пермский государственный национальный исследовательский университет (д. 15, ул. Букирева, Пермь, 614068, Российская Федерация)

¹ t_balina@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2673-0119>

² m-kotova@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7721-0220>

* Автор, ответственный за переписку

Аннотация.

В статье раскрываются теоретико-методологические вопросы исследования шокоустойчивости отраслей отечественной легкой промышленности в пространственно-временном аспекте. Опираясь на концепции цикличности и шокоустойчивости, авторы представили анализ состояния легкой промышленности в постсоветский период, раскрыв динамику развития ее ключевых отраслей в территориальном разрезе. В качестве объекта выступает легкая промышленность, которая является старейшей отраслью как мирового, так и национального хозяйства, отличается структурной сложностью и разнообразием выполняемых функций. В статье подчеркивается, что на протяжении многовековой истории легкая промышленность переживала периоды подъема и кризисов, вызванных последствиями промышленных революций, развитием мировой торговли, появлением новых товаров. Различные по глубине и охвату территории шоки и стрессы проявлялись как на глобальном, так и региональном уровнях, в том числе и были характерны для нашей страны. В России сложилась особенная территориальная организация производств легкой промышленности, сформировались регионы и города со специализацией на производстве тканей, одежды и обуви. В настоящее время они переживают сложные процессы преобразования, находятся в поиске путей выхода из кризисной ситуации, обусловленной как усилением конкуренции со стороны азиатских стран, так и ограничений со стороны Запада. Устойчивость легкой промышленности к санкционным (шоковыми) ограничениям и вызовам мировой конъюнктуры является осно-

вой для устойчивого развития регионов Центральной России и ее городов, для которых данные производства являются градообразующими. Исследования показали, что текстильная отрасль наименее зависима от внешних вызовов, отличается относительной шокоустойчивостью по сравнению с трикотажным и обувным производствами. В территориальном разрезе самым шокоустойчивым оказался Центральный ФО в силу разнообразного номенклатурного ряда выпускаемой продукции, высокой концентрации и модернизации производств. Менее устойчивым является Дальне-Восточный ФО с незначительным числом собственных предприятий и близостью азиатских производств.

Ключевые слова: легкая промышленность, теории циклов, шокоустойчивость, регионы России

Для цитирования: Балина Т.А., Поспишенко М.А. Оценка шокоустойчивости легкой промышленности России в современных условиях // Наука. Инновации. Технологии. 2025. № 3. С. 41–66. <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.2>

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 14.05.2025;
одобрена после рецензирования 30.06.2025;
принята к публикации 20.09.2025.

**1.6.13. Economic, social, political and recreational geography
(Geographical Sciences)**
Research article

**Assessment of shock resistance of the light
industry of Russia in modern conditions**

**Tatyana A. Balina¹,
Maria A. Pospishenko^{2*}**

^{1,2} Perm State National Research University (15, Bukireva St., Perm, 614068, Russian Federation)

¹ t_balina@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2673-0119>

² m-kotova@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7721-0220>

* Corresponding author

Abstract.

The article studies theoretical and methodological issues of resilience of the sectors of the domestic light industry in the

spatio-temporal aspect. Based on the concept of cyclicity and resilience, the authors presented the analysis of the state of light industry in the post-Soviet period, revealing the dynamics of the development of its key sectors in the territorial context. The object is light industry, which is the oldest industry of both the world and national economy, is characterized by structural complexity and variety of functions performed. The article emphasizes that throughout the long history, light industry experienced periods of rise and crises caused by the consequences of industrial revolutions, the development of world trade, and the emergence of new goods. The shocks and stresses of various depths and coverage of the territory were manifested both at the global and regional levels, Russia included. Special territorial organization of the light industry has developed in Russia, regions and cities have been formed with specialization in the production of fabrics, clothing and shoes. Currently, they are experiencing complex transformation processes. They are in search of ways to overcome the crisis, due to an increase in competition from the Asian countries and restrictions on the part of the West. The stability of light industry to the sanctions (shock) restrictions and challenges of the world context is the basis for sustainable development of the regions of central Russia and its cities, for which these production are city-forming. Studies have shown that the textile industry is least dependent on external challenges. It is characterized by relative resilience compared to knitting and shoe industries. In the territorial context, the Central Federal District turned out to be the most shock-resistant due to the diverse nomenclature series of products, high concentration and modernization of production. Less stable is the Far-Eastern Federal District with a small number of own enterprises and the proximity of Asian industries.

Keywords: light industry, theory of cycles, resilience, regions of Russia

For citation: Balina T.A., Pospishenko M.A. Assessment of the shock resistance of the light industry of Russia in modern conditions. *Science. Innovations. Technologies*.2025;(3):41-66. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.2>

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interests.

The article was submitted 14.05.2025;
approved after reviewing 30.06.2025;
accepted for publication 20.09.2025.

Введение

В настоящее время многим отечественным производствам, относящимся к реальному сектору экономики, приходится переживать трудности, связанные с разнообразными санкциями и ограничениями со стороны «коллективного Запада». Вызовы геополитической и макроэкономической ситуации, с одной стороны, создают определенные ограничения для отраслей промышленности, но с другой стороны, открываются новые возможности перед российскими производителями. Согласно теории циклов, в «недрах» каждого кризиса зарождаются импульсы для дальнейшего развития, происходит реновация традиционных производств, появляются новые, более «жизнеспособные» виды деятельности.

Легкая промышленность – одна из старейших отраслей мирового хозяйства, которая на протяжении всей своей многовековой истории испытывала стрессы, вызванные множеством факторов, в том числе, с внедрением новых технологий, развитием мирового транспорта и торговли, появлением на международных рынках новых товаров и «игроков». Столетиями отрасль развивалась, переживая эволюционные процессы и революционные скачки, была неотъемлемой частью хозяйства практически всех стран, сложно выстраиваясь между сельским хозяйством (поставщиком сырья), промышленным производством (производство станков, оборудования и собственно самих изделий), посредниками (транспортировка и торговля) и потребителями.

Ориентируясь при размещении на сырьевой и потребительский факторы, длительное время отрасль была частью натурального хозяйства, то есть не была вовлечена в глобальный обмен, а обеспечивала внутренние потребности стран и их регионов. Первый серьезный «шок» легкая промышленность ощутила в эпоху Раннего Средневековья, когда европейцы узнали о «заморских диковинках» – шелковых тканях, что положило начало Великому шёлковому пути и привело к кардинальным отраслевым и территориальным изменениям. Текстильное производство, а позже производство одежды, обуви и проч., стало частью международного разделения труда, закрепилось в виде отраслей специализации целых макрорегионов, заняло важное место в структуре мировой торговли.

Исторически сложилось, что именно производство тканей выделяется своей ролью и особенностями территориальной организации. По мнению В.П. Максаковского, текстильная промышленность является одной из старейших, она сыграла ключевую роль в индустриализации и экономическом развитии многих стран [1]. Промышленный переворот в Англии в XVIII веке ознаменовал начало эпохи индустриализации, и текстильная промышленность была в центре этих преобразований. Так, появление механических ткацких станков и прядильных машин значительно увеличило производительность и снизило трудозатраты. На протяжении всего последующего века отрасль переживала глубокие изменения, вызванные внедрением новых технологий, совершенствованием производственных процессов, и, что особенно важно, изменением географии сырьевых баз, появления регионов со специализацией на выращивании хлопка и льна, производстве шелка, шерсти или кож.

В XX веке легкая промышленность также переживала глубокие структурные и территориальные перемены, обусловленные достижениями научно-технического прогресса, бурным развитием мировой торговли и расцветом индустрии моды. Разработка синтетических волокон и новых технологий обработки натуральных материалов открыла возможности для создания тканей с улучшенными характеристиками. Внедрение механизации и автоматизации позволило многократно повысить производительность труда, новые технологии позволили создавать более сложные и разнообразные товары, удовлетворяющие меняющиеся и возрастающие требования потребителей.

Внедрение инноваций требовало от легкой промышленности быстрого приспособления и адаптации к требованиям конъюнктуры, что создавало множество проблем производственного и организационного характера, своего рода экономический шок. Так, например, изобретение ткацкого станка спровоцировало резкий рост безработицы, поскольку отпала потребность в огромном количестве дешевых трудовых ресурсов; на смену мануфактурам пришли фабрики, требующие квалифицированных рабочих; сырьевые базы (источники шерсти и хлопка) были «вынесены» на другие континенты. Несколько десятилетий понадобилось странам Старого Света для того, чтобы ситуация вошла в фазу спокойного развития.

Для нашей страны эти тенденции также были характерны. До середины XIX века небольшие предприятия ориентировались на традиционные методы производства, местное сырье и потребительский спрос, не всегда могли конкурировать с зарубежными фабриками в плане объемов, технологий и качества. С созданием в Центральной России так называемого «Русского Манчестера» произошел переход на качественно новый уровень развития текстильной отрасли и всей легкой промышленности в целом.

В годы бурной индустриализации первых пятилеток эти процессы ускорила плановая экономика, превратив уже «Красный Манчестер» в главного производителя тканей для молодой советской страны. Социалистическая плановая экономика окончательно закрепила производство продукции легкой промышленности как отрасли специализации за конкретными регионами.

Таким образом, вызовы и шоки сопровождали легкую промышленность как на глобальном, так и на региональном уровнях на протяжении многовековой истории. В рамках данной статьи рассмотрим состояние отечественной легкой промышленности в контексте теорий цикличности и шокоустойчивости, что особенно актуально для многих регионов Центральной России, сохраняющих традиционные производства.

Материалы и методы исследований

Для философско-теоретического осмысления проблем современного состояния основных отраслей легкой промышленности мы опирались на теорию циклов, основоположниками которой являются В.Н. Кондратьев [2] и Й. Шумпетер [3]. Эти идеи получили свое развитие в трудах В.Л. Бабурина [4], Глазьева [5], В.А. Столбова [6] и других экономистов и географов [7, 8 и др.]. Исследование проблем современного развития отечественной легкой промышленности, на наш взгляд, логично проводить, опираясь на теоретико-методологические основы концепции циклов, что позволяет выявить особенности территориальной организации отрасли под гнетом воздействия санкций и глобальных экономических вызовов.

Методологической основой оценки шокоустойчивости стали работы С.П. Земцова [9], Н.Ю. Власовой [8], А.А. Песоцкого [10],

11], в которых раскрываются понятийный аппарат и инструментарий оценки шокоустойчивости различных видов деятельности. Проблемы устойчивости отраслей экономики к внешним рискам и угрозам довольно широко освещаются в современной экономической литературе [12, 13 и др.], также рассматривается категория «ударопрочность», которая представляет собой одну из разновидностей категории «шокоустойчивость» и позволяет дать развернутую характеристику регионов, стремящихся эффективно справляться с различными экономическими шоками и сохранять устойчивое развитие [14]. Для получения необходимых результатов исследования мы использовали исторический и проблемный подходы, а также математические и картографические методы.

Результаты исследований и их обсуждение

Рассмотрение вопросов шокоустойчивости легкой промышленности гармонично вписывается в теорию циклов, которая объясняет процессы подъема и спада ведущих отраслей экономики, в том числе угледобычи, металлургии, машиностроения и, непосредственно, легкой промышленности. Как доказал Н.Д. Кондратьев, «повышательная» волна обязательно сопровождается спадом, снижением производства, кризисом и другими формами депрессии. Теория постулирует, что с определенной периодичностью («Большие волны Кондратьева» имеют фазу около полувека) отрасли экономики переживают «взлеты и падение», расцвет сменяется кризисом, что обусловлено многими причинами. Но во время кризиса формируется начало новой волны, что способствует преобразованию всех сфер экономики. На примере легкой промышленности в целом, и текстильной, в частности, теория циклов находит свое подтверждение многочисленными примерами из мировой и национальной экономики. Системные (глобальные) кризисы легкой промышленности в нашей стране усиливались в связи с переходом от плановой экономики к рыночной, от крупных производств к малому бизнесу, от практически закрытого натурального хозяйства к жесткой конкуренции со стороны импорта. Глубокое осмысление кризиса и трансформации отраслей легкой промышленности в контексте теории циклов возможно с опорой на законы диалектики, которые

позволяют выявить не только динамику происходящих изменений, но и их причины и движущие силы. Философские законы служат теоретическим фундаментом для научного обоснования перспектив развития отраслей легкой промышленности [15].

С распадом Советского Союза, в 1990-е годы легкая промышленность, как и многие отрасли промышленности, оказались в глубоком кризисе. Разрушение экономических связей, утрата сырьевых баз, износ оборудования, отсутствие системы подготовки квалифицированных кадров, резкое сокращение объема выпускаемой продукции, неконтролируемый импорт дешевой продукции из азиатских стран привели отрасль в состояние шока. Для ряда регионов страны ситуация оказалась критичной, особенно для областей Центральной России, где текстильные и швейные предприятия были ведущими, обеспечивали основные поступления в бюджет, производили товары массового спроса, решали вопросы трудоустройства. Стало очевидным, что механизмы управления отраслью устарели, логистические цепочки не восстановимы, «кадры» состарились, переквалифицировались или утратили навыки. Потому реновация отрасли была назревшим и необходимым процессом. В начале 2000-х годов это проявилось в переводе отрасли из крупных фабрик в малый и средний бизнес; производство товаров массового потребления стало трансформироваться в креативную, индустрию, что послужило возрождению ключевых отраслей легкой промышленности. Обострившийся кадровый голод был приостановлен благодаря миграционным потокам из стран Центральной Азии.

«Проверка на прочность» повторилась в 2020-е годы. Глобальный кризис, вызванный пандемией, усилился падением рубля и санкционными мерами, которые стали серьезным шоком для отрасли. Последствия этих вызовов для отраслей легкой промышленности пока сложно оценить однозначно, здесь просматриваются как плюсы, так и минусы. Приостановленный дефицит кадров вновь усилился в связи обрушением рубля и ужесточением миграционной политики, но местное население стало более заинтересовано в работе на текстильных, швейных и обувных фабриках. Уход с рынка иностранных поставщиков открыл дорогу для отечественных производителей. На фоне политики импортозамещения новые техноло-

гии начали активно внедряться в производство, индустрия моды все больше стала ориентироваться на запросы потребителей, чему во многом способствовала государственная поддержка малого и среднего бизнеса. Эти трудности закалили отрасли легкой промышленности, которые вступают в фазу реновации.

Важным макроэкономическим показателем, который характеризует возрастающую значимость отраслей легкой промышленности, является доля отраслей в валовом региональном продукте (ВРП). На карте-анаморфозе (рис. 1) отражена доля производства текстильных изделий, одежды, кожи и изделий из кожи в ВРП субъектов страны. Данная картографическая модель наглядно отражает особенности размещения отраслей: максимальные значения характерны для областей Центральной России (Ивановская область), республик Северного Кавказа (Карачаево-Черкессия, Кабардино-Балкария), а из регионов Восточной макрзоны только Республика Тыва имеет показатель 19,4 %.

Таким образом, отрасли легкой промышленности отличаются крайне неравномерным размещением, что обусловлено историческими, природными, экономическими и социальными факторами.

Опыт оценки шокоустойчивости отраслей легкой промышленности

Понятие шокоустойчивости относительно недавно вошло в научный обиход. Наиболее значимыми работами в этом направлении стали исследования шоко- или стрессоустойчивости отдельных видов деятельности, проводимые экономистами и экономико-географами в последнее десятилетие. Считаем необходимым подчеркнуть, что еще в начале 1990-х годов были разработаны теоретико-методологические основы диагностики экономики отраслей и регионов и решались вопросы «выявления болевых точек и узких мест» регионального развития [17].

Ответы на вопросы географического изучения шокоустойчивости мы находим в работах С.П. Земцова, который отмечает, что шокоустойчивость территориальных социально-экономических систем – это их способность противостоять шокам, включая способность предвидеть, предотвращать, сопротивляться, абсорбиро-

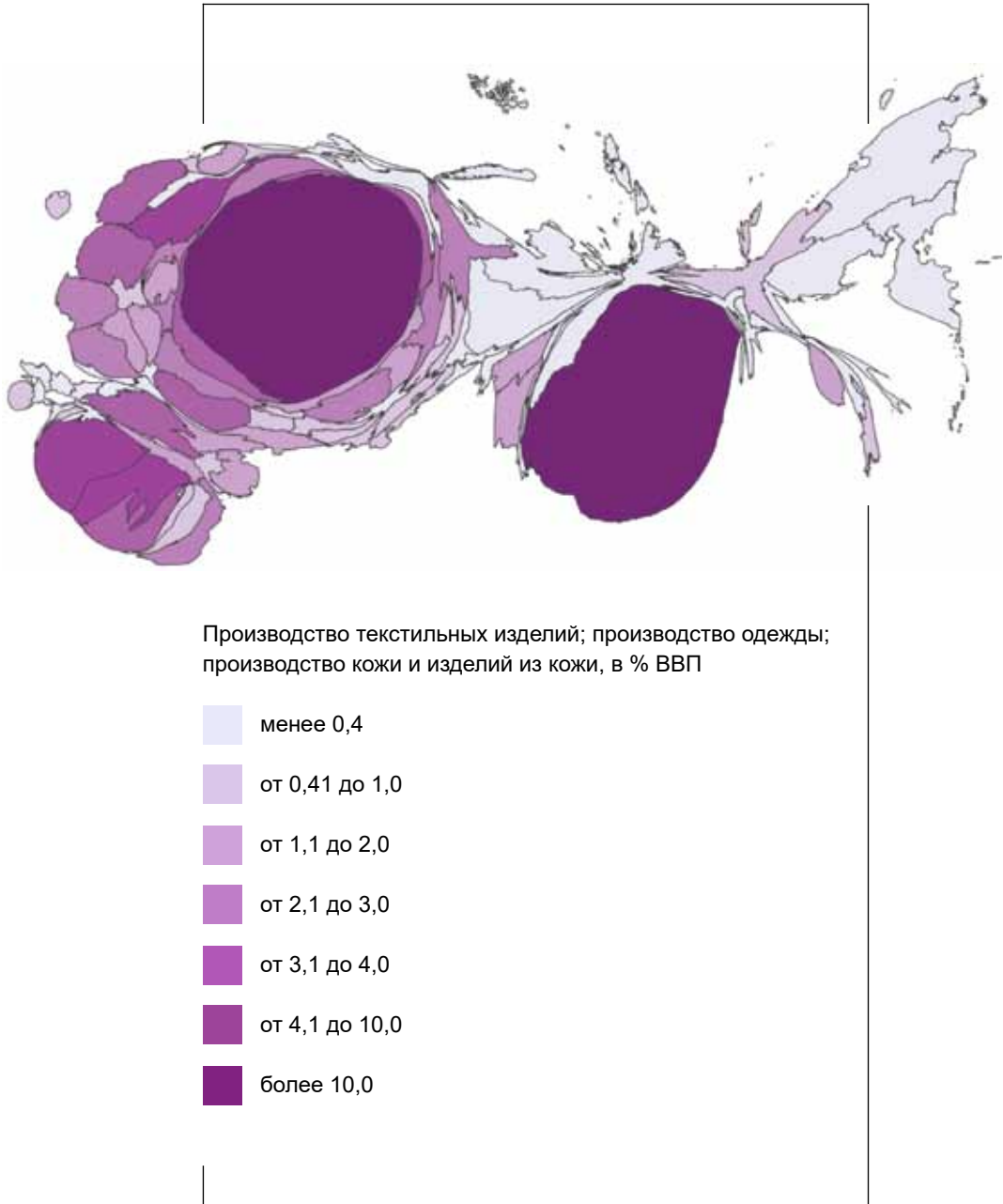


Рис. 1. Доля производства текстильных изделий, одежды, кожи и изделий из кожи, в ВРП по регионам России в 2023 г., %.

Fig. 1. Share of production of textiles, clothing, leather and leather goods in GRP by regions of Russia in 2023, %.

Источник: составлено по данным [16].
Source: compiled according to data from [16].

вать, реагировать, адаптироваться и восстанавливаться, в том числе способность с наименьшими потерями возвращаться на траекторию устойчивого развития после относительно кратковременных природных, техногенных, экономических, социальных, финансовых шоков [9].

Детально и подробно понятие экономического шока раскрыто в работах А.А. Песоцкого, который под ним понимает возмущающее кратковременное воздействие, преимущественно деструктивного характера, способное радикальным образом изменить состояние экономической системы. Автор отмечает, что «resilience» переводится как сопротивляемость, упругость, стрессоустойчивость, шокоустойчивость, жизнестойкость и даже «антихрупкость», но наиболее удачными он считает термины «шокоустойчивость» и «сопротивляемость», которые следует использовать как синонимы, подчеркивая, что кроме экономических санкций негативное влияние на все мировое сообщество оказала пандемия, что актуализировало исследования экономических шоков [10].

В рамках нашего исследования мы рассматривали состояние отраслей легкой промышленности через призму концепции шокоустойчивости (резильентности), которую раскрывает С.П. Земцов в статье о санкционных рисках в региональном развитии [9]. Для оценки резильентности регионов он рассчитал интегральный индекс, выступающий индикатором подверженности региональных экономик угрозам и рискам. Регионы, имеющие тесные связи с недружественными странами, характеризовались большими потерями. Устойчивость экономик от разного уровня шоков зависит от ряда факторов, от чего зависят кратковременная устойчивость к шокам и долгосрочная жизнестойкость [18]. Указывая на отраслевую структуру внешних шоков, авторы подчеркивают, что скорость адаптации зависит от сложности структуры экономики, участия во внешнеторговых операциях, транспортно-географического положения, государственной поддержки. Кроме того, человеческий капитал во многом определяет устойчивость экономики региона.

Близким по смыслу и методике оценки является дефиниция «ударопрочность» экономики регионов, характерные черты которой подробно раскрыты в статье уральских экономистов. По мне-

нию авторов, эти свойства делают регионы более конкурентоспособными и способными к долгосрочному развитию, что особенно важно в условиях глобальных экономических изменений и нестабильности [14].

Переходя к вопросу шокоустойчивости легкой промышленности отметим, что для отрасли в целом и для регионов, где эти виды деятельности являются профильными, санкционные ограничения оказали значительное влияние. Уход с рынков крупных иностранных компаний, казалось бы, открыл новые ниши для развития отечественной легкой промышленности. С другой стороны, эта ситуация «оголила» проблемы, связанные с отсутствием собственного сырья. Поставщиками были не только страны Ближнего Зарубежья, но, например, значительные объемы высококачественного трикотажа поставлялись из стран Европы. Острой проблемой оказалось старение оборудования, резкого удорожания или прекращения его обслуживания. Кроме того, ужесточение миграционной политики повлекло за собой обострение проблем кадрового голода отрасли, поскольку разрушенная система подготовки кадров так и не была восстановлена.

В рамках данной статьи рассмотрен постсоветский период, за который легкая промышленность пережила два шока. Первый произошел в начале 1990-х годов, когда всем отраслям экономики пришлось тяжело, но особенно пострадали производства легкой промышленности, поскольку разрушились десятилетиями создаваемые сложные территориально-производственные комплексы, обеспечивающие потребности народного хозяйства и населения. Аналитики среди наиболее острых проблем выделяют потери сырьевых рынков, устаревание оборудования и технологий, кадровый дефицит, как количественный, так и качественный, а также неконтролируемый импорт из азиатских стран [19, 20]. Последствия этого шока демонстрирует график выпуска разных видов тканей (рис. 2).

Стремительное сокращение и практически исчезновение производства многих видов тканей свидетельствует о крайне тяжелом положении дел в отрасли. Поскольку для многих регионов Центральной России текстильное производство было традиционно одним из ключевых, то экономический кризис повлек за собой и тяжелые социальные последствия.

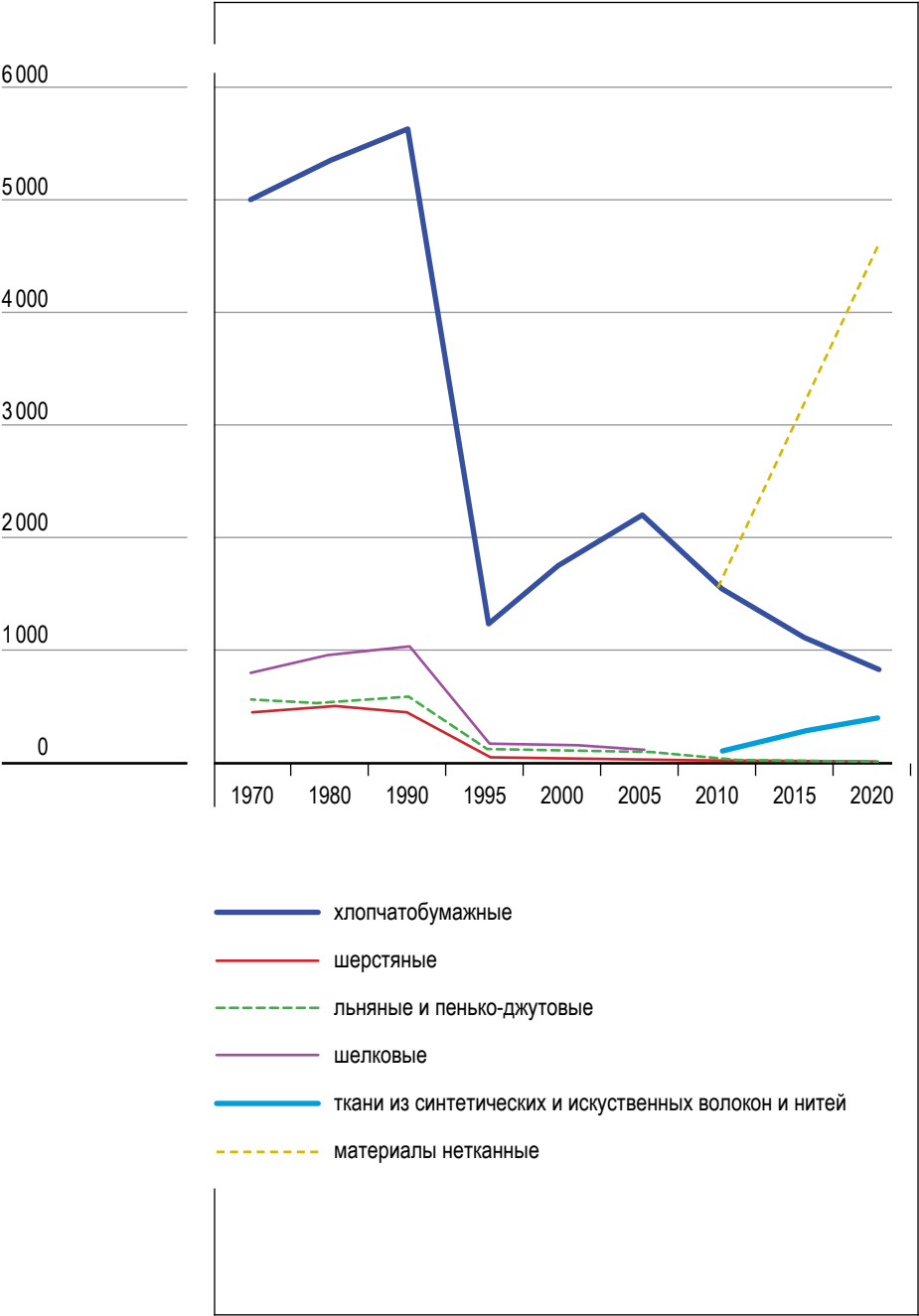


Рис. 2. Производство основных видов тканей в России, в млн м².
Fig. 2. Production of the main types of fabrics in Russia, in million m².

Источник: составлено по данным [20, 21].
Source: compiled according to data from [20, 21].

Пережив шок 1990-х годов, к началу 2010-х годов легкая промышленность начала постепенно восстанавливаться, превращаясь в многопрофильный и привлекательный для инвестиций сектор экономики, который нацелен на повышение уровня и качества жизни. Переход к регулированию рынка при серьезной государственной поддержке малого бизнеса, внедрение инновационных технологий и социальная ориентация производства позволили ключевым отраслям легкой промышленности частично восстановить показатели по выпуску товаров массового потребления, создавая новые рабочие места, пополняя региональные бюджеты, решая вопросы формирования креативной индустрии. Особо динамичными в этом плане оказались трикотажное и обувное производства (рис. 3).

Левая шкала данного графика отражает производство изделий трикотажных и вязанных, чулочно-носочных и обуви в тыс.шт., а на правой шкале отмечено производство тканей в млн м². На графике мы отразили показатели объемов производства видов продукции легкой промышленности в наиболее сложные периоды. Второй шок отечественная легкая промышленность начала ощущать с первыми пакетами санкций, но последствия сказались не сразу. Особенно сложным оказался «ковидный» 2020 год, когда замерли многие производства, но в то же время резко выросла потребность в материалах медицинского назначения.

Проведенный анализ выявил территориальную специфику кризиса отраслей легкой промышленности. Так, например, регионы Центральной России оказались более устойчивыми к вызовам (рис. 4). Несмотря на спады, здесь удалось восстановить ситуацию, сохранить потенциал и найти ресурсы для реновации. Критичной ситуация выглядит на Дальнем Востоке (рис. 5), где после первого шока отрасль практически сошла на «нет». Мы связываем это с географическим положением (близость азиатских центров производства дешевой продукции) и депопуляцией (сокращение числа потенциальных потребителей и работников).

Таким образом, анализ статистических данных подтвердил рабочую гипотезу о том, что два шока, обрушившиеся на экономику страны за последние тридцать лет, оказались очень болезненными для легкой промышленности, шокоустойчивость которой зависит от

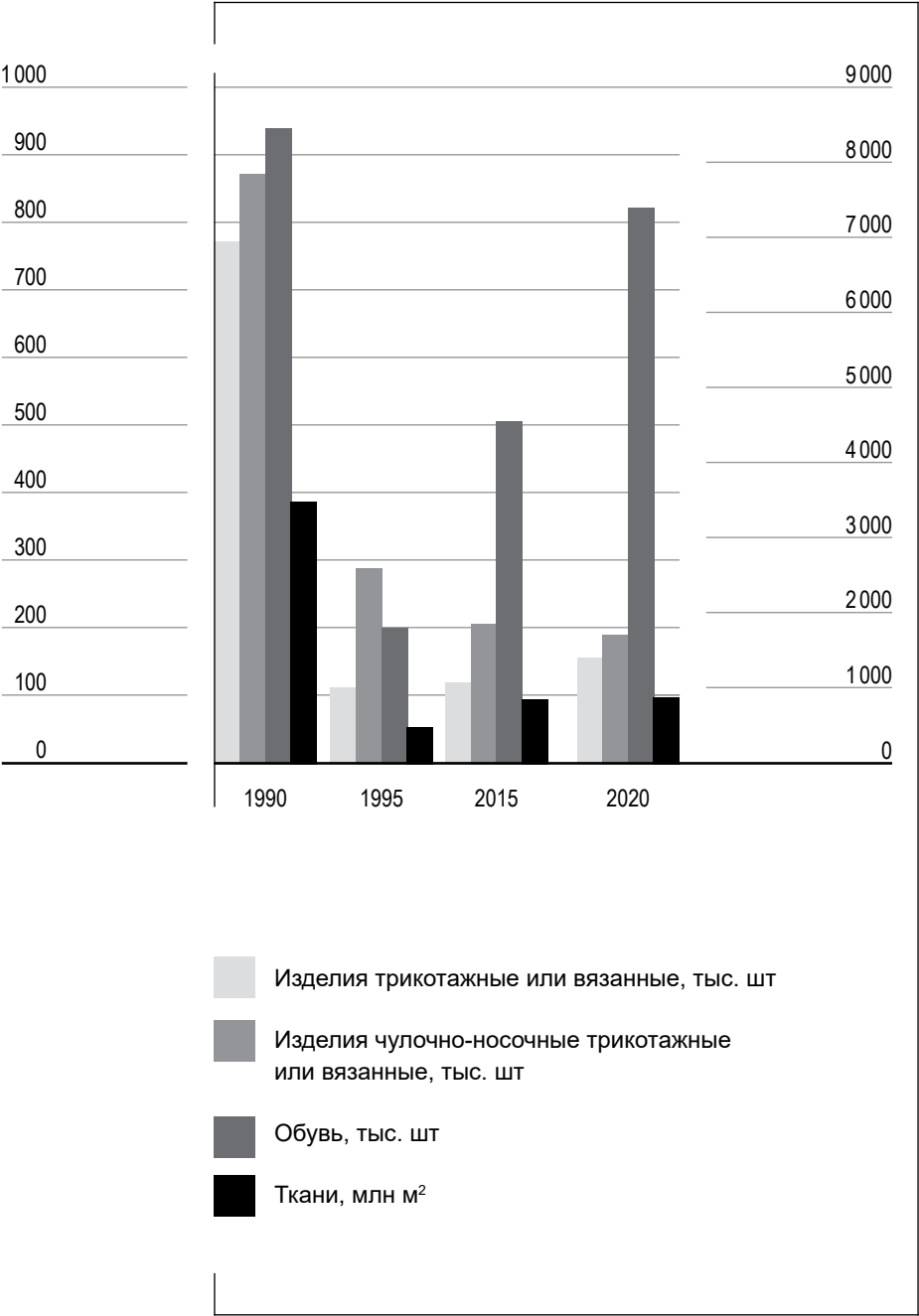


Рис. 3. Динамика производства продукции легкой промышленности РФ.

Fig. 3. Dynamics of production of light industry products in RF.

Источник: составлено по данным [16].
Source: compiled according to data from [16].

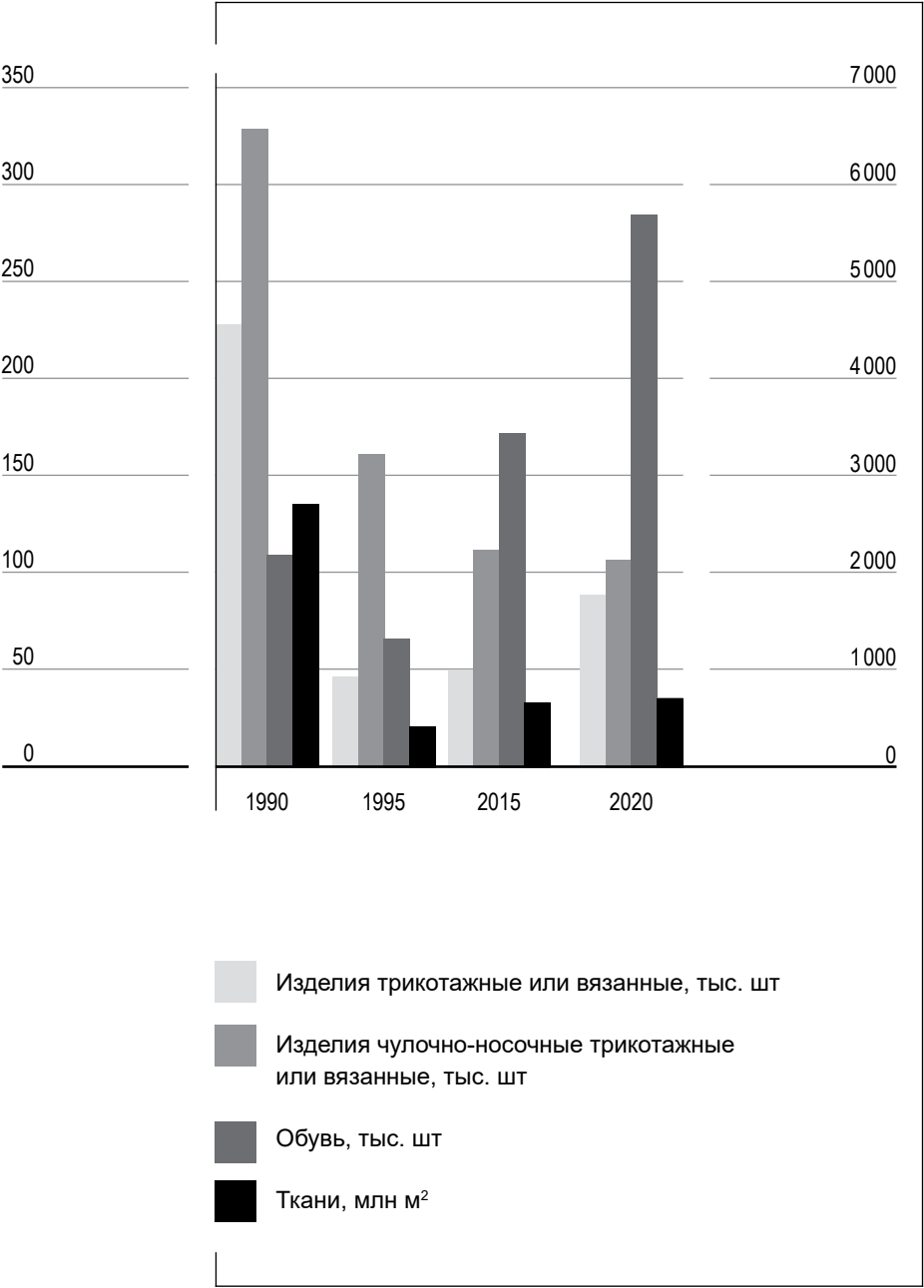


Рис. 4. Динамика производства продукции легкой промышленности в Центральном ФО.
Fig. 4. Dynamics of production of light industry products in the Central Federal District.

Источник: составлено по данным [16].
Source: compiled according to data from [16].

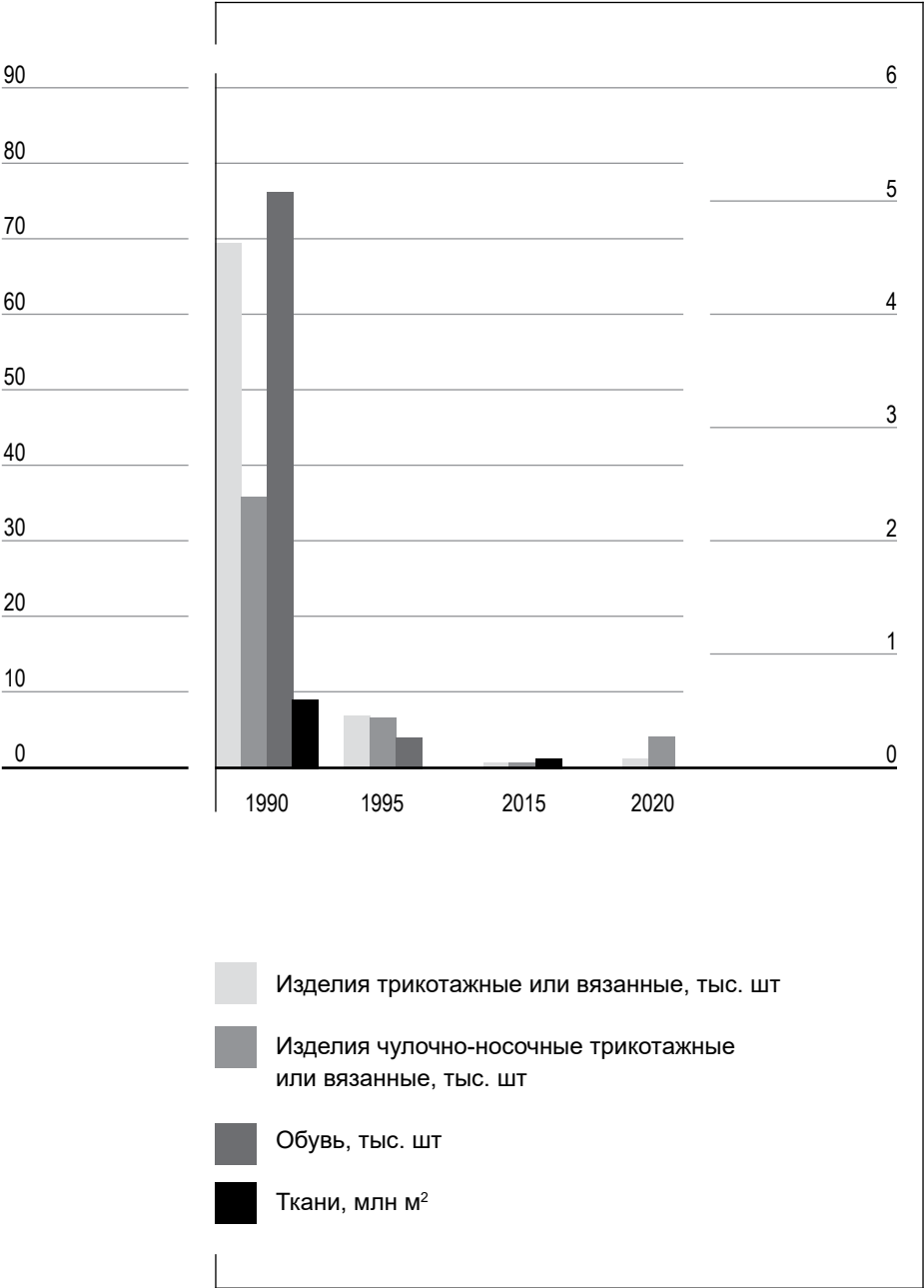


Рис. 5. Динамика производства продукции легкой промышленности в Дальневосточный ФО.
Fig. 5. Dynamics of production of light industry products in the Far Eastern Federal District.

Источник: составлено по данным [16].
Source: compiled according to data from [16].

ряда факторов и значительно различается в отраслевом и территориальном аспектах. Для детализации выводов мы обратились к методике С.П. Земцова и его коллег, адаптировав ее к отраслям легкой промышленности; информационной базой послужили данные официальной статистики, представленные на сайтах Росстата, Легпрома [16, 21].

В своем исследовании особое внимание мы уделяли территориальным особенностям проявления шокоустойчивости отраслей легкой промышленности. В рамках данной статьи представим показатели, рассчитанные в разрезе федеральных округов для тех производств, которые имеют наиболее яркие различия (табл. 1).

В основе расчетов лежит методика С.П. Земцова и его коллег, которые на основе данных Росстата исследовали изменения по восьми значимым промышленного и сельскохозяйственного производства в сопоставимых ценах. Ими были рассчитаны индексы производства продукции сельского хозяйства, добычи полезных ископаемых, производства электроэнергии и др. по формуле:

$$Ir2022_i = \sum_{j=1} W_{ij} (X2022_{ij} / X2021_{ij} - 1) / \sum_j W_{ij},$$

$$Ir2023_i = \sum_j W_{ij} (X2023_{ij} / X2022_{ij} - 1) / \sum_j W_{ij},$$

Так называемый индекс отраслевой шокоустойчивости ($Ir\ 2022$; $Ir\ 2023$) представляет собой взвешенную сумму относительных приростов показателей, где $X2022_{ij} / X2021_{ij}$ — показатели динамики роста отрасли j для региона i за январь–декабрь 2022 г. по отношению к соответствующему периоду предыдущего года; $X2023_{ij} / X2022_{ij}$ — аналогичный показатель за первое полугодие 2023 г.; W_{ij} — веса для отрасли j , рассчитанные на основе доли отрасли j в ВРП региона i за 2021 г. [18].

Во-первых, в нашем исследовании впервые данная методика была применена к диагностике состояния ключевых видов деятельности легкой промышленности, что позволило по-новому посмотреть на проблемы ее развития в отраслевом и территориальном аспектах. Во-вторых, мы адаптировали методику к нашей информационной базе, взяв за основу показатели «Объема отгруженных товаров собственного производства по отдельным видам отраслей

Таблица 1. ИНДЕКС ШОКОУСТОЙЧИВОСТИ ПО ОТРАСЛЯМ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПО ФЕДЕРАЛЬНЫМ ОКРУГАМ РОССИИ
Table 1. Shock resistance index of light industry sectors by Federal Districts

	ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УФО	СФО	ДФО
Интегральный индекс	-0,169	-4,469	-19,871	-21,474	-0,829	-8,423	0,553	10,845
Производство тканей	-0,116	-10,643	-0,095	-61,980	-3,154	-0,489	-1,678	0,000
Изделия трикотажные или вязанные	-0,382	-8,752	0,198	-2,537	-0,969	10,773	-1,889	50,847
Изделия чулочно-носочные	-0,093	3,540	-15,296	-4,551	0,268	-38,189	6,410	8,536
Обувь	-0,248	-0,9142	-0,725	-3,148	-0,063	4,875	2,060	-5,174
Материалы нетканые	-0,001	-5,577	-93,441	-35,157	-0,225	-19,068	-2,138	0,000

Источник: составлено авторами по [16, 21].
Source: compiled by the authors to data from [16, 21].

легкой промышленности (млн рублей)», но уже за более долгий период — за 2017 и 2023 гг., что позволило выявить динамику (рост или снижение) производства ряда товаров легкой промышленности и степень ее устойчивости к глобальным вызовам (табл. 1).

В территориальном разрезе ситуация оказалась крайне неоднородной. Наиболее устойчивым к стрессам оказался Центральный ФО, о чем свидетельствуют индексы шокоустойчивости, они по всем видам продукции находятся в пределах единицы. Это связано с тем, что номенклатурное разнообразие производств, высокая концентрация и большие объемы выпускаемой продукции стали залогом устойчивого развития отрасли в Центральной России. Наименее устойчивыми оказались Северо-Кавказский и Северо-Западный округа, где выпуск тканей оказался на грани исчезновения. Дальний Восток сталкивается с серьезными вызовами, включая недостаток собственных производств и конкуренцию с близлежащими азиатс-

кими странами. Это подчеркивает необходимость стратегического подхода к развитию легкой промышленности в этом регионе, включая поддержку местных производителей, развитие инфраструктуры и создание благоприятного инвестиционного климата.

Говоря об отраслевых особенностях, отметим, что текстильная промышленность демонстрирует наименьшую зависимость от шоков, поскольку ткани имеют стабильный внутренний спрос, их создание опирается на современные технологии, отвечает широкому спектру запросов общества от выпуска «умной одежды» до производственного текстиля. Кроме того, текстильная отрасль может быстрее адаптироваться к новым условиям, использовать существующую материально-техническую базу и восстанавливать традиционные виды деятельности.

Трикотажное и обувное производства оказались более чувствительными к экономическим шокам, возможно из-за большей зависимости от импорта материалов или технологий, а также высокой доли совместных производств с ныне недружественными странами. Это подчеркивает важность диверсификации и локализации производства для повышения устойчивости.

Отрасль чулочно-носочная также подвержена шокам, которые оказывают как положительное, так и отрицательное влияние на ее развитие. Адаптация (изменение цен на сырьевые материалы) к этим шокам и способность быстро реагировать на изменения (внедрение новых технологий, автоматизация, тем самым снижение затрат) — ключевые факторы для успешного функционирования в данной отрасли.

Особый интерес представляет выявленная тенденция в производстве относительно нового производства нетканых тканей. Это очень востребованное для различных нужд, в том числе для сельского хозяйства, производство, быстро развивается, но при этом характеризуются низкой шокоустойчивостью.

Заключение

Легкая промышленность — одна из старейших отраслей, играет важную роль в мировой и национальной экономике, выполняя различные функции по обеспечению необходимой

продукцией все сферы общества и население. Географический аспект играет важную роль в развитии легкой промышленности, особенно в контексте России, которая обладает огромной территорией и разнообразием климатических и экономических условий. Регионы России имеют свои уникальные ресурсы и традиции, в соответствие с которыми, например, в Сибири и на Дальнем Востоке развиваются текстильные предприятия, использующие местные волокна, такие как шерсть или лен, а в Европейской части страны, в Москве и Санкт-Петербурге, сосредоточены крупные швейные фабрики и дизайнерские студии. История развития отрасли всегда сопровождалась шоками, кризисами, кардинальными переменами, вызванными множеством факторов. Глобальный кризис, обусловленный территориально-структурной трансформацией мировой легкой промышленности, обострился экономическими и политическими вызовами отечественным производствам тканей, одежды и обуви. Санкции, торговые запреты и ограничения доступа к импортным материалам и технологиям оказались шоком для российских производителей, но согласно теории циклов в контексте легкой промышленности после периода кризиса должны наблюдаться восстановление и рост. Примером может служить рост интереса к местным производителям, регионы могут развивать свои уникальные бренды, опираясь на культурные и исторические традиции, что может привлечь внимание как внутри страны, так и за ее пределами. Для выхода из кризиса отрасль необходимо выводить на новый вектор развития на основе внедрения новых технологий, благодаря новым формам организации производства и перехода к инновационным видам деятельности. Одним из важнейших механизмов реновации отечественной легкой промышленности является поддержка среднего и малого бизнеса. Так, например, в рамках программы по поддержке малого и среднего бизнеса предусмотрены субсидии для предприятий, расположенных в менее развитых регионах. Таким образом, учитывая региональные особенности и потребности, можно более эффективно адаптировать стратегии восстановления и развития отрасли.

Список источников

1. Максаковский В. П. Общая экономическая и социальная география. Курс лекций. В 2 ч. Часть 2. М.: ВЛАДОС, 2009. С. 273–278.
2. Кондратьев Н. Д. Большие циклы конъюнктуры // Вопросы конъюнктуры. М., 1925 Т. 1. Вып. 1. С. 28–79.
3. Шумпетер Й. А. Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия. Москва: Эксмо, 2007. 864 с.
4. Бабурин В. Л. Инновационные циклы в Российской экономике. М: КРАСАНД, 2018. 216 с.
5. Глазьев С. Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития. М.: ВлаДар, 1993.
6. Шарыгин М. Д., Столбов В. А. Теоретико-методологические аспекты поиска законов и закономерностей в общественной географии // Географический вестник. 2020. № 1 (52). С. 22–32.
7. Силин Я. П., Анимича Е. Г., Новикова Н. В. Уральский макрорегион: большие циклы индустриализации. Монография. Екатеринбург: Изд-во УрГЭУ, 2019. 371 с.
8. Власова Н. Ю., Сулимин В. В. Бюджетная сбалансированность муниципальных образований в контексте концепции шокоустойчивости // Финансы и общество: новые реалии, новые форматы, новые финансовые инструменты: материалы I Всероссийской научно-практической конференции / отв. за вып. М. С. Марамыгин, отв. ред. Н. А. Истомина. Екатеринбург, 2023. С.143–146.
9. Земцов С. П. Факторы шокоустойчивости регионов России в условиях санкций // Метаморфозы современного российского пространства: приоритеты общественно-географического анализа: материалы Международной научной конференции (XV научная Ассамблея АРГО). Краснодар, 2024. С. 95–99.
10. Песоцкий А. А. Экономический шок и шокоустойчивость (сопротивляемость): взаимосвязь понятий // Теория и практика общественного развития. 2021. № 8. С. 55–60.
11. Песоцкий А.А. Оценка шоковых воздействий на экономику России и ее регионов (некоторые подходы) // Проблемы преобразования и регулирования региональных социально-экономических систем. Институт проблем региональной экономики РАН. Санкт-Петербург, 2022. С. 124–131.

12. Новикова И. В. Оценка статистических показателей для выявления угроз развития цифровой экономики на уровне интеграционной группировки ЕАЭС / И. В. Новикова, А. В. Равино // Труды БГТУ. Серия 5: Экономика и управление. 2024. № 1(280). С. 5–15. <https://doi.org/10.52065/2520-6877-2024-280-1>.
13. Байнев В. Ф., Гораяева Т. Ю. Ресурсно-полезностный подход к исследованию социально-экономических систем как теоретическая основа их безопасного развития // Журнал Белорусского государственного университета. Экономика. 2023. С. 51–60.
14. Данилова И. В., Антонюк В. С., Богданова О. А. «Ударопрочность» монопрофильных регионов в условиях внешних шоков: оценка и управленческие решения // Управленец. 2023. Т. 14. № 6. С. 33–49. <https://doi.org/10.29141/2218-5003-2023-14-6-3>.
15. Балина Т. А., Поспищенко М. А., Пономарева З. В. Законы диалектики применительно к диагностике состояния легкой промышленности в России // Вестник Тверского государственного университета. Серия География и геоэкология. 2022. № 4(40). С. 92–104. <https://doi.org/10.26456/2226-7719-2022-4-92-104>.
16. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru> (Дата обращения: 10.01.2025).
17. Дмитриева О. Г. Региональная экономическая диагностика. СПб.: Изд-во УЭиФ, 1992. 274 с.
18. Земцов С. П., Волошинская А. А. Устойчивость к шокам экономик регионов России в условиях санкций // Журнал Новой экономической ассоциации. 2024. № 3 (64). С. 54–83.
19. Красильников Д. Г., Урасова А. А. Развитие легкой промышленности в Пермском крае в современных условиях: проблемы и перспективы // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика». 2016. № 2(29). С. 135–144.
20. Цветков К. Л. Кризис легкой промышленности и его социальные последствия // Проблемы экономики и менеджмента. 2012. № 1. С. 89–95.
21. Официальный сайт Легпрома. [Электронный ресурс]. URL: <https://пошив.рус> (дата обращения: 20.04.2025).
22. Балина Т. А., Поспищенко М. А., Чекменева Л. Ю. Особен-

ности развития легкой промышленности в ресурсном регионе (на примере Пермского края) // Фундаментальные и прикладные аспекты устойчивого развития ресурсных регионов. Сборник научных статей III (XX) Всероссийской научной конференции с международным участием / под общ. ред. О. С. Андреевой. Новокузнецк, 2022. С. 25–29.

References

1. Maksakovsky VP. General economic and social geography. Course of lectures. In two parts. Part 2. M.: Vldos; 2009. P. 273-278. (In Russ.).
2. Kondratiev ND. Large conjuncture cycles. Conjuncture issues. M.; 1925 vol. 1 issue. 1. P. 28-79. (In Russ.).
3. Schumpeter JA. Theory of economic development. Capitalism, socialism and democracy. Moscow: Exmo; 2007. 864 p. (In Russ.).
4. Baburin VL. Innovation cycles in the Russian economy. M: Krasanda; 2018. 216p. (In Russ.).
5. Glazyev SYu. Theory of long-term technical and economic development. M.: Vladar; 1993. (In Russ.).
6. Sharygin MD, Stolbov VA. Theoretical and methodological aspects of the search for laws and patterns in public geography. Geographical Bulletin. 2020;1 (52): 22-32. (In Russ.).
7. Silin YP, Animitsa EG, Novikova NV. Ural Macro -Region: Large Cycles of Industrialization. Monograph. Yekaterinburg, Ural State Economic University; 2019. 371 p. (In Russ.).
8. Vlasova NYu, Sulimin VV. The budget balance of municipalities in the context of the concept of gluttony. Finances and society: new realities, new formats, new financial instruments materials of the I All-Russian Scientific and Practical Conference. Responsible for the release of M.S. Maramygin, responsible editor NA Istomin. Yekaterinburg; 2023. P.143-146. (In Russ.).
9. Zemtsov SP. Factors of the glochesiveness of the regions of Russia in the conditions of sanctions. Metamorphoses of modern Russian space: priorities of socio-geographical analysis. Materials of the International Scientific Conference (XV Scientific Assembly of Argo). Krasnodar; 2024. S. 95-99. (In Russ.).
10. Pesotsky AA. Economic shock and resistance: the relationship of concepts. Theory and practice of social development. 2021;(8):55-60. (In Russ.).

11. Pesotsky AA. Assessment of shock influences on the economy of Russia and its regions (some approaches). Problems of transforming and regulating regional socio-economic systems. Subject of scientific papers. Institute of Problems of the Regional Economy of the Russian Academy of Sciences. St. Petersburg; 2022. P. 124-131. (In Russ.).
12. Novikova IV, Ravino AV. Assessment of statistical indicators for identifying threats to the development of the digital economy at the level of the EAEU integration grouping. Proceedings of BSTU. Series 5: Economics and Management. 2024;1(280):5-15. doi 10.52065/2520-6877-2024-280-1.
13. Baine VF, Gorayeva TYu. Resource-usefulness approach to the study of socio-economic systems as a theoretical basis for their safe development. Journal of the Belarusian State University. Economics. 2023. P. 51–60. (In Russ.).
14. Danilova IV, Antonyuk VS, Bogdanova OA. Resistance of monoprofile regions in conditions of external shocks: assessment and managerial decisions. Manager. 2023;14(6):33-49. doi: 10.29141/2218- 5003-2023-14-6-3. EDN: Bkswtz (In Russ.).
15. Balina TA, Spice MA, Ponomareva ZV. The laws of dialectics in relation to the diagnosis of light industry in Russia. Bulletin of Tver State University. Series Geography and Geoecology. 2022;4(40):92-104. doi 10.26456/2226-7719-2022-4-92-104(In Russ.).
16. Official website of the Federal State Statistics Service/ Available from: <https://rosstat.gov.ru> [Accessed 10 January 2025]. (In Russ.).
17. Dmitrieva OG. Regional economic diagnosis. St. Petersburg: Publishing House Waifa; 1992. 274 p. (In Russ.).
18. Zemtsov SP, Voloshinskaya AA. Resistance to shocking economies of Russian regions in conditions of sanctions. Journal of the New Economic Association. 2024;3(64):54-83. (In Russ.).
19. Krasilnikov DG, UraSova AA. The development of light industry in the Perm Territory in modern conditions: problems and prospects. Bulletin of the Perm University. Ser. «Economy». 2016;2(29):135-144. (In Russ.).
20. Tsvetkov KL. Crisis of light industry and its social consequences. Problems of Economics and Management, 2012;(1):89-95. (In Russ.).
21. Official website of Legprom. Available from: <https://phiv.rus> [Accessed 20 April 2025].(In Russ.).

22. Balina TA, Pospishenko MA, Chekmeneva LYu. Features of the development of light industry in the resource region (for the example of the Perm Territory). Fundamental and applied aspects of sustainable development of resource regions. Collection of scientific articles III (XX) of the All - Russian Scientific Conference with international participation. Under the general edition of O.S. Andreeva. Novokuznetsk; 2022. P. 25-29.

Информация об авторах

Татьяна Анатольевна Балина – кандидат географических наук, доцент кафедры социально-экономической географии Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь, Российская Федерация, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2673-0119>

Мария Александровна Поспишенко – аспирант кафедры социально-экономической географии Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-7721-0220

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

Information about the authors

Tatyana A. Balina – Cand. Sci. (Geogr.), Associate Professor of the Department of Socio-Economic Geography, Perm State National Research University, Perm, Russian Federation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2673-0119>

Maria A. Pospishenko – Postgraduate student of the Department of Socio-Economic Geography of Perm State National Research University, Perm, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-7721-0220

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



Научная статья

УДК 910.1

<https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.3>

СОЦИОМЕДИЙНОЕ ГЕОПРОСТРАНСТВО СТУДЕНЧЕСКИХ ГОРОДОВ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Екатерина Ивановна Виноградова¹,
Татьяна Александровна Ткачева²,
Илья Павлович Супрунчук^{3*}

^{1, 2, 3} Северо-Кавказский федеральный университет (д. 1, ул. Пушкина, Ставрополь, 355017, Российская Федерация)

¹ VINOGRADOVA252003@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0007-9435-9143>

² tatanasurneva@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1924-0034>

³ ilia_suprunchuk@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5106-187X>

* Автор, ответственный за переписку

Аннотация.

В статье рассмотрено значение социальных медиа в формировании представлений современного общества о мире и в развитии городов. Описана важность городов в целом и студенческих в частности для организации пространства и социально-экономического благополучия государств. Проведен обзор литературных источников в области имажинальной географии, географических исследований, основанных на больших данных и полученных с применением современных технологий, а также описаны теоретические основы, связанные с изучением студенческих городов в России и за рубежом. Описана методика данного исследования. Составлен график, отражающий основные показатели студенческого города и предложена модель типологии студенческих городов. Выбраны города-ключи для подробного геоинформационного анализа социомедийного геопространства. Сформирована пространственно распределенная база данных сообщений о городах-ключях в социальных медиа. В будущем она может быть применена для геоинформационного обеспечения маркетинговых стратегий их развития. Выявлены характерные особенности территориальной структуры социомедийного геопространства студенческих городов Северного Кавказа на страновом, региональном и муниципальном уровнях. Определены общие черты и различия городов-ключей по ряду показате-

лей: количество сообщений в социальных медиа о городе, аудитория, вовлеченность, СМ Индекс, доля публикаций за пределами региона, тональность и другие. Установлено, что фактор студенчества оказывает слишком малое влияние на репрезентацию городов в социальных медиа, особенно в случае с городом Минеральные Воды. Проведен сравнительный анализ показателей социомедийного геопространства за 2021 и 2025 годы. Выявлены основные факторы, повлиявшие на произошедшие изменения в структуре геопространства за 4 года.

Ключевые слова: имажинальная география, социальные медиа, геоинформационный анализ, студенческие города, социомедийное геопространство, Северный Кавказ.

Для цитирования: Виноградова Е.И., Ткачева Т.А., Супрунчук И.П. Социомедийное геопространство студенческих городов Северного Кавказа // Наука. Инновации. Технологии. 2025. № 3. С. 67-96. <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.3>

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 27.04.2025;
одобрена после рецензирования 07.09.2025;
принята к публикации 21.09.2025.

1.6.13. Economic, social, political and recreational geography (Geographical Sciences)

Research article

Sociomedia geospace of student cities in the North Caucasus

**Ekaterina I. Vinogradova¹,
Tatiana A. Tkacheva²,
Ilya P. Suprunchuk^{3*}**

^{1, 2, 3} North-Caucasus Federal University (1, Pushkin St., Stavropol, 355017, Russian Federation)

¹ VINOGRADOVA252003@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0007-9435-9143>

² tatianasurneva@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1924-0034>

³ ilia_suprunchuk@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5106-187X>

* Corresponding author

Abstract.

The article studies the relevance of social media in shaping the ideas of modern society about the world and developing the cities. The importance of cities in general and student cities in particular for the organization of space and the socio-economic well-being of the state is described. The review of literary sources in the field of imaginal geography, geographical research based on big data and obtained using modern technologies, and also describes the theoretical foundations associated with the study of student cities in Russia and abroad. The methodology of this study is described. A graph has been drawn up reflecting the main indicators of the student city and a model of the typology of student cities has been proposed. Key cities have been selected for a detailed geoinformation analysis of the sociomedia geospatial environment. A spatially distributed database of messages about key cities in social media has been created. In the future, it can be used for geoinformation support of marketing strategies for their development. Typical features of the territorial structure of the sociomedia geospatial of the student cities of the North Caucasus at the country, regional and municipal levels are revealed. Common features and differences of key cities have been identified in a number of indicators: the number of social media posts about the city, audience, engagement, CM Index, the share of publications outside the region, tonality, and others. It has been found that the student factor has too little influence on the representation of cities in social media, especially in the case of the city of Mineralnye Vody. A comparative analysis of sociomedia geospatial indicators for 2021 and 2025 has been carried out. The main factors that influenced the changes in the geospatial structure over the past four years have been identified.

Keywords:

imaginal geography, social media, geoinformation analysis, student cities, sociomedia geospace, North Caucasus.

For citation:

Vinogradova E.I., Tkacheva T.A., Suprunchuk I.P. Sociomedia geospace of student cities in the North Caucasus. *Science. Innovations. Technologies*. 2025;(3):67-96. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.3>

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

The article was submitted 27.04.2025;
approved after reviewing 07.09.2025;
accepted for publication 21.09.2025.

Введение

На современном уровне развития информационного общества социальные медиа приобретают весомую роль в формировании массовых представлений о мире. Активизация их информационного влияния предопределяет социальные, культурные, политические эффекты массовой коммуникации в повседневной жизни человечества. Стихийные и целенаправленно формируемые информационные потоки в социальных медиа, исчисляющиеся миллиардами публикаций в секунду, создают медийное образно-географическое пространство, которое вплетается в реальную действительность. В связи с этим возникает необходимость осмысления феномена социально-медийной реальности как новой географической реальности и разработки методики исследования особенностей социомедийного геопространства городов.

Города, выполняя ключевую роль в организации пространства, являются ведущими драйверами социально-экономического развития территории. Современные тренды развития России в условиях новых глобальных вызовов обостряют конкуренцию городов за человеческий капитал, что актуализирует исследования, связанные с анализом социальных больших данных. Сложившиеся образы городов во многом определяют их аттрактивность, влияют на объемы, структуру и географию туристских, миграционных и инвестиционных потоков. Особое положение городов Северного Кавказа в сочетании с высоким этнокультурным и этноконфессиональным разнообразием обостряют исследовательский интерес к данной территории. Особую актуальность обозначенная проблема имеет вследствие активизации здесь урбанизационных процессов и быстрого роста этнически мозаичных городских агломераций на фоне распространения в медийной сфере негативных фреймов в репрезентации их образов.

Изучение студенческих городов представляет собой многогранную задачу, требующую междисциплинарного подхода. Это исследование предоставляет важные данные о демографических, экономических, социальных и образовательных процессах, происходящих в стране, и помогает разработать эффективные стратегии для развития регионов и улучшения качества жизни молодежи. В условиях глобальной конкуренции за таланты понимание особеннос-

тей и потребностей студенческих городов становится решающим фактором для обеспечения устойчивого развития России. Северный Кавказ как самый молодой регион России испытывает дефицит в высших учебных заведениях. На Северном Кавказе есть примеры разных типов студенческих городов, которые формируются непосредственно сейчас. К этому можно добавить аспекты этнического разнообразия, разнонаправленные миграционные процессы.

Материалы и методы исследований

В современном информационном обществе социальные медиа приобретают ключевую роль в формировании представлений о реальности. Формирующиеся виртуальные представления становятся объективной частью функционирования любого социума, быстро мобилизующей людей по разнообразным поводам и вызовам, служащей формированию идентичности (региональной, этнической, профессиональной), влияющей на реальные процессы социально-экономического развития территорий. Направления общественной географии, занимающиеся анализом территориальных особенностей восприятий людей, формирования и потребления образов территорий, традиционно опирались, главным образом, на социологический инструментарий. Бурное развитие социальных медиа, как новой формы коммуникации, позволяет общественным географам исследовать новый огромный информационный пласт социальной реальности и выявлять пространственные особенности, территориальные модели ментальности и поведения людей, которые невозможно было ранее изучить из-за ограниченности методологического аппарата.

Во второй половине XX века появляются первые комплексные работы в контексте образной географии. Среди них особое значение имели работы К. Линча, Дж. Райта и Дж. Голда. В отечественной географической науке теория и практика конструирования и интерпретации образов территорий формировались в рамках культурной географии, яркими представителями которой являются Ю. А. Веденин, А. Г. Дружинин, В. Н. Стрелецкий, Н. В. Калущков, Ю. Н. Гладкий, О. А. Лавренова, Р. Ф. Туровский и др. Первые публикации в России по имажинальной географии принадлежат Д. Н. Замятину [1, 2]. Его

идеи получили развитие в работах В. А. Колосова [3], Н. Ю. Замятиной [4-8], О. И. Вендиной [9] и др. К началу XXI века интерес к образно-географическим исследованиям в российской географической науке продолжал возрастать, нетривиальные результаты были получены в рамках диссертационных исследований В. В. Чихичина [10], И. И. Митина [11], М. В. Грибок [12], Д. А. Вольхина [13] и др.

В современной географической науке идет поиск новых методик, технологий, источников получения информации, в том числе, с использованием сети Интернет и работой с большими данными. Имеется ряд исследований в данной области, например, феномен появления интернет-пространства как сферы жизни общества и его влияния на население отражен в работах таких зарубежных ученых, как Аарон Келлерман [14], Сэмюэл Кинсли [15] и др. Растет интерес к поиску и анализу больших массивов информации и среди российских географов, появляются исследования, основанные на данных различных интернет-ресурсов, например, Google Panoramio [16], сервиса Google Trends [17], поисковых сервисов [18].

Имеется немало примеров, как в зарубежной, так и в отечественной современной науке, успешной интерпретации классической географической проблематики в контексте использования данных социальных сетей. Ярким примером является проект ученых МГУ «Виртуальное население России», который представляет собой базу данных по структуре крупнейшей российской социальной сети «ВКонтакте». Написано и опубликовано немало работ, связанных или опирающихся на данный проект [8]. Эти же авторы выполнили исследование миграционных процессов с помощью социальной сети «ВКонтакте» [7]. Географы Северо-Кавказского федерального университета, используя данные социальных сетей, исследовали посещаемость курортов Ставропольского края [19] и т.д.

Таким образом, анализ больших данных социальных медиа становится новым направлением в географических исследованиях. Изучать репрезентацию городов в социальных медиа целесообразно путем исследования их социомедийного геопространства. Под социомедийным геопространством (далее СМГ) понимается формируемая в процессе взаимодействия людей в социальных медиа часть Интернет-пространства, отражающая и интерпретирую-

щая посредством этого физическое географическое пространство, а каждый пользователь, производя и потребляя разные виды информации, является актором его создающим.

Исследование социомедийного геопространства студенческих городов Северного Кавказа происходило по ряду показателей: абсолютное количество сообщений, относительное количество сообщений, аудитория, суммарная аудитория, вовлеченность, относительная вовлеченность, СМ-индекс, тональность, эмоциональность, тематика сообщений, доля сообщений о территории из других регионов. В результате была сформирована пространственно распределенная база данных сообщений о городах в социальных медиа.

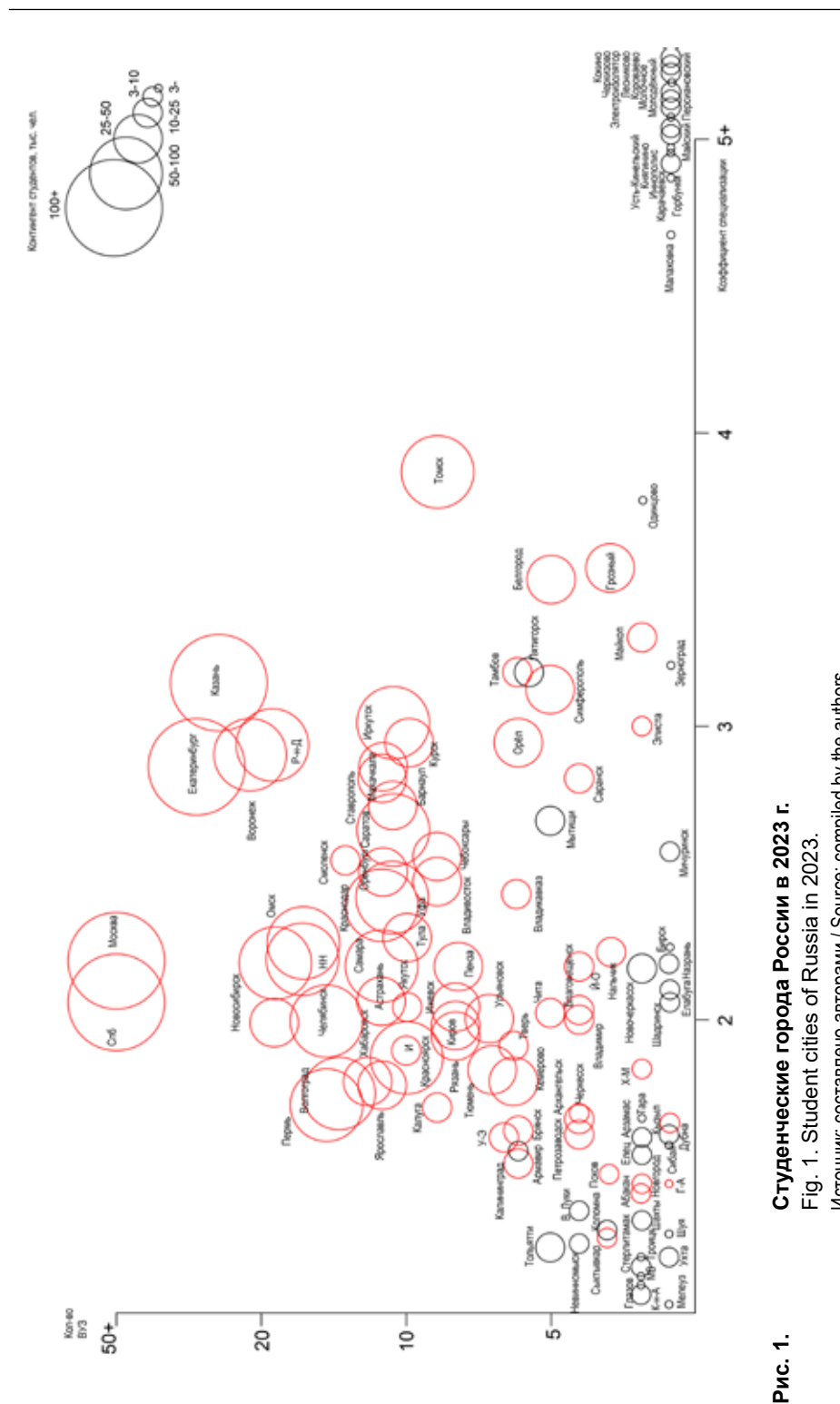
Город и университет являются значимыми культурными явлениями, между которыми существует прочная взаимосвязь. В настоящее время университет играет в ней все более важную роль. Благодаря своей высокой интеллектуальной и гуманитарной активности он становится ключевым элементом городской инфраструктуры, движущей силой развития города, локомотивом модернизации и социальным механизмом, формирующим будущее. Осознание и признание того, что роль университета выходит за рамки исключительно научной и образовательной деятельности, стало стимулом для обсуждения его третьей миссии. Хотя сама концепция не вызывает споров, подходы к ее определению весьма разнообразны. Как справедливо подчеркивают многие исследователи, «четкие очертания российской модели пока не установлены» [20]. Более того, существует мнение, что выработать единую и универсальную позицию по этому вопросу невозможно, поскольку «она всегда будет иметь выраженную «локальную» специфику» [21].

Первой формой, обладающей значительным влиянием на развитие городского пространства, является феномен, известный как «университетский город». Это понятие подразумевает не просто наличие одного или нескольких вузов в городе. В мире насчитывается около 20 тысяч университетов и 2 миллиона 660 тысяч населенных пунктов, однако статус «университетского города» имеют лишь около 150 из них. Большинство таких городов расположены в Европе и США. В Европе к университетским городам относятся: Оксфорд, Гент, Болонья, Марбург, Кембридж, Саламанка, Лёвен,

Гёттинген, Тюбинген, Сент-Эндрюс, Пуатье и другие. В США известны города, университеты которых входят в Лигу Плюща, такие как Провиденс, Ганновер (штат Нью-Гемпшир), Итака, Кембридж (штат Массачусетс) и Нью-Хэйвен.

Жизнь университетского города тесно связана с наукой и образованием, которые составляют основную часть его экономики и определяют образ жизни и состав населения. Университетский статус города накладывает определенные требования на его пространственную организацию. Именно университет формирует характер городского пространства. Таким образом, университетский город представляет собой, в первую очередь, средний город с населением от 100 тысяч до 1 миллиона человек. Его инфраструктура и архитектура адаптированы к университетскому кампусу, а объекты последнего расположены на расстоянии не более получаса друг от друга.

Обратимся к зарубежным примерам студенческих городов. Урбанист и географ А. Брюн отмечает, что университеты значительно влияют на пространственную организацию городов. Находясь в основном в центре города, они создают так называемые студенческие кварталы. Ярким примером такого студенческого района является Латинский квартал. В этот квартал входят не только здания университетов и библиотек, но также специализированные магазины, творческие студии, выставочные галереи и другие креативные пространства. В таких кварталах, как этот, и в аналогичных районах других европейских городов формировались традиции профессиональных объединений и студенческих коммун, основанных на принципах совместной аренды жилья и ответственного использования общественных пространств. В настоящее время многие студенческие районы европейских городов сталкиваются с кризисом. Этот кризис в значительной степени является идеологическим, что приводит к трансформации студенческих кварталов в гетто. Хотя университеты имеют значительное влияние в крупных городах и мировых столицах, таких как Париж, Лондон, Рим и Берлин, их роль в малых и средних городах оказывается еще более важной. В этих населенных пунктах университеты становятся ключевыми факторами, формирующими культурный и экономический ландшафт, привлекая инвестиции и население [22].



Проанализировав данные мониторинга работы образовательных организаций высшего образования в России, удалось составить статистический и графический материал по студенческим городам за 2023 год. Для начала собиралась база данных по количеству вузов, численности студентов в городе, численности населения города, рассчитывалась доля студентов в населении города и численность студентов на 10000 населения. По собранным данным был составлен график, отражающий основные показатели студенческого города (рис. 1), и предложена модель типологии студенческих городов.

Так, нами выделено 4 типа студенческих городов в России:

1. Города – страновые центры образования: включающие в себя Москву, Санкт-Петербург, Екатеринбург, Казань, Воронеж, Ростов-на-Дону и Томск. Эти города выделяются по показателям количества вузов (от 9 до более 50-ти), коэффициента специализации (от 1 до 4), а также по большому количеству студентов (от 50 до более 100 тыс. человек).
2. Города – региональные центры: в данную группу входят большинство городов России, к примеру: Пермь, Волгоград, Челябинск, Омск, Нижний Новгород и другие. На графике эти города сконцентрированы в промежутке от 1 до 3 коэффициента специализации, а также характеризуются количеством вузов от 3 до 20 и количеством студентов от 10 до 50 тыс. человек.
3. Малые города: данные студенческие города составляют незначительный вес от количества всех университетских городов страны, но при этом разнообразны по коэффициенту специализации (от 1 до 4). К примеру: Шадринск, Бирск, Зерноград и другие. По количеству вузов данные города включают от 1 до 5 вузов, а по численности студентов показывают наименьшие показатели по стране (от менее 3 до 10 тыс. человек).
4. Особые студенческие территории: к последнему типу были отнесены все населённые пункты, пере-

шедшие черту в 5+ коэффициента специализации. (Черкизово, Иннополис, Лесников и др.). Такие места концентрации студенчества тяготеют к агломерациям административных центров субъектов России. Населённые пункты характеризуются низкими показателями студентов и малым количеством вузов. Но такие показатели, с учетом малых значений численности населения в данных местах, дают высокую статистику коэффициента специализации.

Для анализа СМГ студенческих городов СКФО было выбрано три студенческих города Северного Кавказа с разными социо-демографическими и культурными показателями: Минеральные Воды, Грозный и Махачкала. Минеральные Воды относятся к третьему типу малых студенческих городов. Грозный и Махачкала – региональные университетские центры, причем столица Чечни является одним из самых быстро растущих студенческих городов России, приближаясь по некоторым показателям к признанному университетскому лидеру – Томску. С помощью информационно-аналитической системы Медиалогия собрана первичная база данных сообщений об исследуемых городах за выборочные месяцы 2021 и 2025 годов, затем введены и интерпретированы относительные и интегральные показатели, которые позволили проанализировать структуры СМГ данных городов. Итоговая база данных включает 327 тысяч публикаций и их метрик.

Исследование студенческих городов строилось на совокупности научно-методологических подходов. Территориально-структурный подход рассматривает СМГ как комплекс взаимосвязанных элементов, и исследовать его путем анализа трех групп показателей. Полимасштабный подход обеспечивает исследование на трех территориальных уровнях (федеральном, региональном и локальном). Комплексный подход ориентирует исследование на использование качественных и количественных методов. Междисциплинарный подход предполагает интеграцию гуманитарного и естественнонаучного знания и методов исследования (в т.ч. общественной географии, социологии, геоинформатики и картографии, геоурба-

истики, геомаркетинга, демографии, культурологии) при выявлении особенностей территориальной организации СМГ выбранных городов. Компаративный подход нацеливает исследование на проведение сопоставлений и сравнений в репрезентации различных городов Северного Кавказа.

Результаты исследований и их обсуждение

Многofункциональные города, такие как Москва, Лондон, Прага, Париж и Берлин, вряд ли можно считать университетскими, несмотря на то, что они являются лидерами своих стран по количеству студентов, преподавателей и научных учреждений. Даже Болонью, с её старейшим университетом, населением в 385 тысяч человек и развитой промышленной и сервисно-торговой специализацией, трудно однозначно отнести к университетским городам [23].

Студенческие города России – это уникальные пространства, в которых базируется различное количество высших учебных заведений страны. На современном этапе университеты есть во многих крупных городах. Но не каждый из них может называться университетским городом. Если обратиться к исследованию А.П. Катровского, можно проследить, что современной организации высшей школы на протяжении многих лет присущи высокий уровень концентрации и централизации. В подтверждение автор приводит типологию регионов России по развитию высшей школы.

В данной типологии автор выделяет следующие группы: суперсистемы высшего образования (число студентов более 300 тыс. чел.); крупнейшие региональные системы высшего образования (от 100 до 300 тыс. чел.); высокоразвитые региональные системы (от 70 до 100 тыс. чел.); крупные региональные системы высшего образования (от 50 до 70 тыс. чел.) региональные системы высшего образования среднего развития (от 20 до 50 тыс. чел.); небольшие системы высшего образования (от 10 до 20 тыс. чел.); слаборазвитые региональные системы (от 5 до 10 тыс. чел.); наименее развитые региональные системы (менее 5 тыс. чел.) [24].

Эти показатели говорят о том, что высокая концентрация высшего образования в крупных городах приводит к возникновению

монополии на качественное образование. Почти все университеты, занимающие ведущие позиции в различных рейтингах, находятся в Москве, Санкт-Петербурге и столицах регионов. Современная география студенчества в России представляет собой взаимосвязь регионов, административных центров и периферийных городов. Главный информационно-вычислительный центр (ГИВЦ) МИРЭА ежегодно осуществляет мониторинг работы образовательных организаций высшего образования. В результатах 2023 года, основанных на данных 2022 года, представлены различные сведения. В частности, информация о числе студентов в различных укрупнённых группах профессий, специальностей и направлений подготовки, обобщённых по восьми крупным сегментам, аналогично Общероссийскому классификатору специальностей по образованию.

Каждый из студенческих городов занимает достаточно устойчивое положение в социомедийном пространстве, при этом по основным показателям СМГ имеются значительные различия, как между городами, так и между оценочными периодами. По числу сообщений на 1000 населения в оба исследуемых периода лидирует город Минеральные Воды, за 4 года данный показатель увеличился двукратно. При этом Минеральные Воды в значительной мере уступают и Грозному, и Махачкале по показателям «Аудитория» (число пользователей, увидевших публикации о городе) и «Вовлеченность» (число пользователей, отреагировавших на публикации о городе «лайком», «репостом», комментарием). Отметим, что несмотря на то, что к 2025 году аудитория публикаций о Минеральных Водах увеличилась двукратно, за 4 года снизилось внимание и заинтересованность проблемами и новостями исследуемых городов среди пользователей соцмедиа. Аудитория публикаций о Грозном сократилась на 23 %, а вовлеченность в 3,7 раза. Публикации о Махачкале увидело на полмиллиона пользователей меньше, а вовлеченность сократилась практически вдвое, но Махачкала остается безусловным лидером по данным показателям среди исследуемых городов (табл. 1).

СМ Индекс – это интегральный показатель, который отражает степень значимости и уровень охвата внимания пользователей, которые получила территория. Определяется автоматически ИАС Ме-

Таблица 1. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОЦИОМЕДИЙНОГО ГЕОПРОСТРАНСТВА СТУДЕНЧЕСКИХ ГОРОДОВ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА В 2021 И 2025 ГГ.
Table 1. The main indicators of sociomedia geospace of the student cities of the North Caucasus in 2021 and 2025

	2021			2025		
	МинВоды	Грозный	Махачкала	МинВоды	Грозный	Махачкала
Сообщений (на 1000 населения)	260,0	77,9	185,9	533,9	74,3	194,1
Аудитория (млн. человек)	210,676	748,822	2 455,399	416,559	576,575	1 913,928
Вовлеченность (на 100 тыс. аудитории)	259,3	655,2	564,9	142,4	175,8	301,6
СМ Индекс	160 301	1 182 290	4 719 956	275 710	396 997	2 918 543
Эмоциональность (П+Н, %)	4,0	5,5	4,4	7,8	22,4	15,2
Фон (П-Н, %)	+1,0	-2,3	-0,2	-3,0	+11,2	-5,8
Доля региона (%)	45,0	6,1	14,5	9,5	29,4	20,4

Источник: составлено авторами.
Source: compiled by the authors.

диалогия, путем «взвешивания» влиятельности площадки, автора и аудитории сообщества, вовлеченности сообщения. Числовое значение СМ-Индекса может быть от 0 до 1000. Данный показатель отражает условную «влиятельность» сообщений о том или ином городе. Можно сказать, что из всех показателей он самый информативный и объективный благодаря своей интегральности и отражает реальный «информационный вес» города [25]. Среди исследуемых городов безусловным лидером по СМ Индексу является Махачкала, в 2021 году высокой степенью влияния в соцмедиа обладал и Грозный, но к 2025 СМ Индекс сократился в 3 раза, да и у Махачкалы он стал ниже на 39 %, что говорит о снижении степени влиятельности данных городов в соцмедиа, у Минеральных Вод напротив, данный

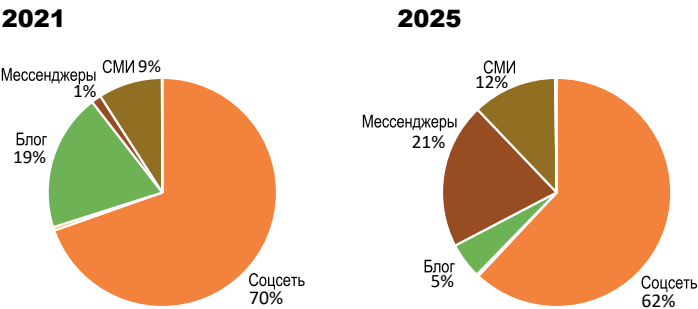
показатель за 4 года увеличился в 1,7 раза, тем не менее он остается самым низким из исследуемых городов.

Для вычисления показателя эмоциональности мы суммировали долю публикаций с выраженной позитивной или негативной окраской. Если в 2021 у всех городов-ключей показатель эмоциональности был невысокий и приблизительно на одном уровне от 4 до 5,5, то к 2025 году эмоционально окрашенных публикации о Минеральных Водах стало в 2 раза больше, о Махачкале – в 3,5 раз, о Грозном – в 4 раза. Таким образом, публикации о Грозном наиболее эмоционально окрашенные, и мы наблюдаем редкий в соцмедиа феномен, когда со временем возрастание эмоциональности публикаций произошло за счет резкого увеличения доли позитивных сообщений в общем массиве данных. Эмоциональный фон публикаций о Грозном из самого негативного из городов-ключей (–2,3) стал самым позитивным (+11), тогда как у остальных городов наблюдается отрицательная динамика.

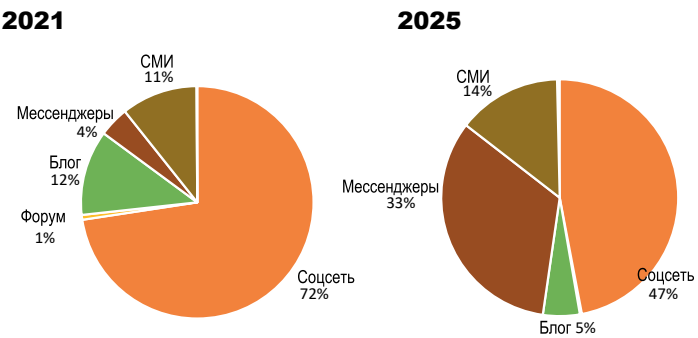
На формирование СМГ городов различные типы соцмедиа влияют не равнозначно. Безусловно, самая значимая роль в структуре информационного потока принадлежит социальным сетям – эти площадки были и остаются лидерами по количеству публикаций о городах ключах. Но к 2025 году значительно возросла доля мессенджеров: если в 2021 году среди всех сообщений о Грозном в мессенджерах был опубликован только 1 %, а о Махачкале – 4 %, то в 2025 году доля таких сообщений составляет 21 и 33 % соответственно. Со временем в структуре информационного потока о городах теряют свою значимость отдельные блоги, СМИ сохраняют свои позиции на уровне 10–15 % (рис. 2).

Изменение степени влияния определенных типов соцмедиа, формирующих СМГ городов, напрямую связано с ведущими площадками. После запрета в России ряда площадок, они не исчезли окончательно из структуры информационных потоков городов, но потеряли свое влияние, при этом в разы возросло количество публикаций во Вконтакте и Telegram, который в отличие от всех остальных площадок-лидеров является не соцсетью, а мессенджером. Данные о типах соцмедиа и ведущих площадках необходимо учитывать при разработке стратегий позиционирования городов (рис. 3).

Грозный

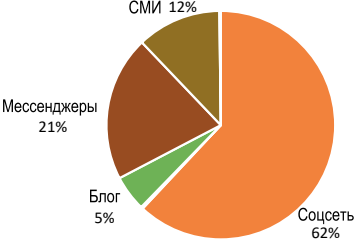


Махачкала



Минеральные Воды

2025



Тип соцмедиа:

- Соцсеть
- Форум
- Блог
- Мессенджеры
- СМИ
- Другие

Рис. 2. Типы соцмедиа, формирующих социомедийное геопространство.
Fig. 2. Types of social media forming sociomedia geospace.
Источник: составлено авторами.
Source: compiled by the authors.

Несмотря на то, что все города, отраженные в данном исследовании, являются студенческими, в социомедийном геопространстве этот факт остается не замеченным. Среди всех публикаций об этих городах, доля «студенческих» ничтожно мала (около 0,1 %), вовлеченность и СМ Индекс таких публикаций значительно ниже аналогичных показателей по другим тематикам. Сообщения о жизни студенчества в Махачкале являются самими «влиятельными» среди исследуемых городов – у них самые высокие показатели СМ Индекса и относительной вовлеченности. Показатели г. Минеральные Воды позволяют сделать вывод, что студенческим этот город можно считать условно, на самом же деле в структуре СМГ «студенческие» публикации не имеют практически никакого значения (табл. 2).

Таблица 2.

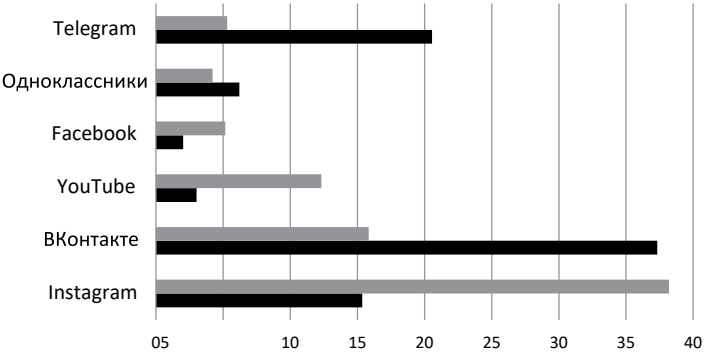
ТЕМАТИЧЕСКИЕ «СТУДЕНЧЕСКИЕ» СООБЩЕНИЯ
И ИХ ПОКАЗАТЕЛИ В СОЦИОМЕДИЙНОМ ГЕОПРОСТРАНСТВЕ
ГОРОДОВ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА В 2025 ГГ.
Table 2. Thematic «student» messages and their indicators
in the sociomedia geospace of cities in the North Caucasus in 2025

Город	Сообщения (на 1 тыс. населения)	Аудитория	Вовлечённость (на 100 тыс. аудитории)	СМ Индекс
Грозный	0,08	6 401 922	15,42	1 918
Минеральные Воды	0,13	3 336 401	1,44	143
Махачкала	0,10	2 898 315	28,19	6 609

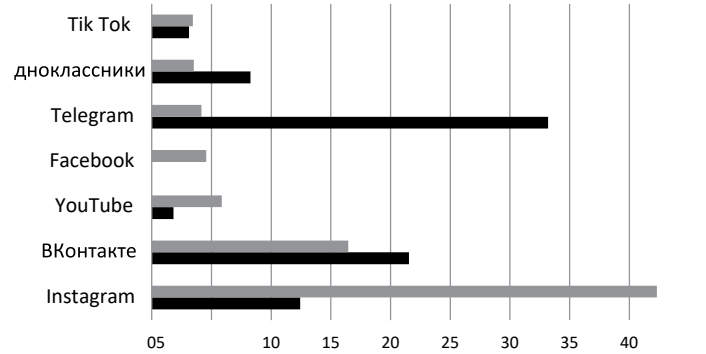
Источник: составлено авторами.
Source: compiled by the authors.

Для того чтобы понять, какие территории превалируют в информационном потоке об исследуемом городе, мы вычислили долю сообщений, приходящихся на искомый регион. В 2021 году Минеральными Водами в значительной степени интересовался только искомый регион – 45 % публикаций об этом городе было опубликовано в Ставропольском крае. Самым «федеральным» был г. Грозный – в Чеченской Республике было опубликовано только 6,1 % сообщений о нем. К 2025 году видим противоположные ре-

Грозный



Махачкала



Минеральные
Воды

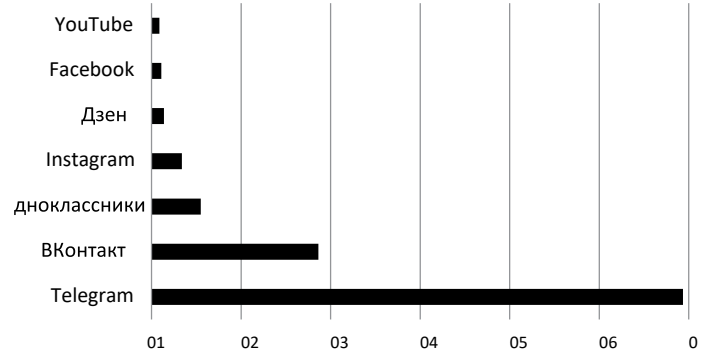


Рис. 3. Ведущие площадки формирования социомедийного геопро-
странства.
Fig. 3. Leading platforms for the formation of sociomedia geospacer.

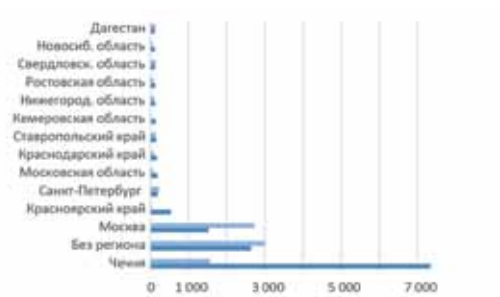
зультаты: в информационном потоке о г. Минеральные Воды только 9,5 % сообщений приходится на Ставропольский край, остальные – из других субъектов РФ, а Грозный частично утратил свою «федеральность», в пределах республики теперь публикуется треть сообщений о нем.

Среди субъектов РФ, публикующих сообщения о студенческих городах СКФО, выделяется Москва, объясняется это численностью населения и количеством пользователей соцмедиа. Лидеры второго порядка для каждого города отличаются. О Махачкале за пределами Дагестана и Москвы пишут мало, в 2025 году за исследуемый период более 500 сообщений о Махачкале написали только в следующих субъектах: Санкт-Петербург, Тамбовская область, Ставропольский край, Краснодарский край, Ростовская область, Калининградская область, Самарская область, Свердловская область. В 2021 году таких субъектов было всего два: второй по величине город в стране – Санкт-Петербург и сосед Дагестана – Ставропольский край.

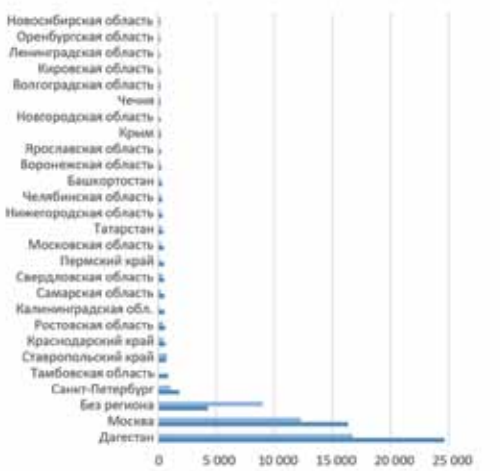
Среди регионов, пишущих о Грозном после Чечни и Москвы в 2025 году, стал лидировать в рейтинге Красноярский край (540 сообщений относительно 36 в 2021 г.). К 2025 году меньше стали публиковать о Грозном в Дагестане, а больше в Московской, Кемеровской, Нижегородской областях, а также в Ставропольском и Краснодарском краях. География публикаций о Минеральных Водах несколько уже, чем о Махачкале и Грозном, но распределяются такие сообщения чуть более равномерно. За пределами Ставропольского края и Москвы о Минводах пишут в Краснодарском крае, Башкортостане, Ростовской и Свердловской областях, Донецкой и Луганской народных республиках, Санкт-Петербурге и Севастополе.

Доля городов России в структуре информационного потока тоже несколько отличается. Если Грозный в первую очередь сам себя «презентует» на соцмедийных площадках, то Махачкала делит эту роль с Москвой, а Минводы «отдают» ее Москве и Ставрополю. Таким образом, с одной стороны хорошо, что для Махачкалы и Минеральных Вод превалирует внешний образ, и города видны в пространстве страны, а с другой стороны, если говорить

Грозный



Махачкала



Минеральные Воды

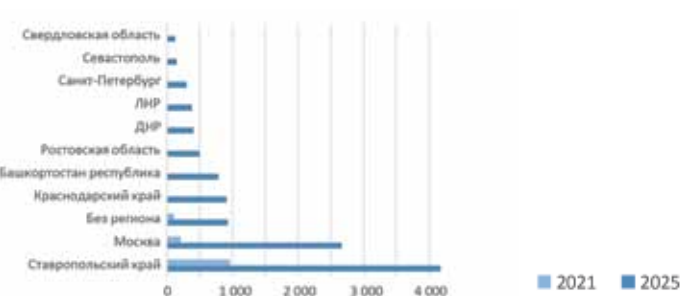


Рис. 4. Количество публикаций в социальных медиа о городах-ключях субъектах РФ в 2021, 2025 гг.
Fig. 4. The number of publications in social media about key cities of the subjects of the Russian Federation in 2021 and 2025.
Источник: составлено авторами. Source: compiled by the authors.

о выстраивании информационной политики и продвижении городов, в случае с Грозным путь будет более короткий и понятный, т.к. работать нужно будет в первую очередь с внутренним образом (рис. 5).

На мировом уровне география публикаций о студенческих городах СКФО вполне логична и объяснима. Безусловный лидер – Россия. Лидеры второго порядка – постсоветские государства и страны со значительным числом мигрантов из России в целом и СКФО в частности. К 2025 году число зарубежных публикаций несколько снизилось и значительно сократились показатели аудитории и вовлеченности (рис. 6).

Среди факторов, влияющих на СМГ исследуемых городов и изменение значений показателей с 2021 по 2025 год, главным является изменение внешне- и внутривнутриполитической ситуации в стране, как следствие:

- запрет ряда социомедийных площадок, на которых до 2022 года позиционировались и активно упоминались исследуемые города;
- изменение фокуса внимания, например, увеличение доли позитивных публикаций о Грозном и Махачкале связано с тем, что значительное количество бойцов СВО активно проявляют себя, получают награды, о чем публикуются сообщения в соцмедиа;
- возрастание внимания за пределами Ставропольского края к г. Минеральные воды частично объясняется перераспределением авиационных потоков после закрытия крупных аэропортов в Краснодаре и Ростове-на-Дону.

В некоторых случаях имеет место «эффект малых чисел», например, Минеральные Воды лидируют по числу сообщений на 1000 населения еще и потому, что численность населения этого города в разы меньше остальных.

Грозный



Красноярск Новосибирск Махачкала
Ачхой-Мартан Нижний Новгород

Махачкала



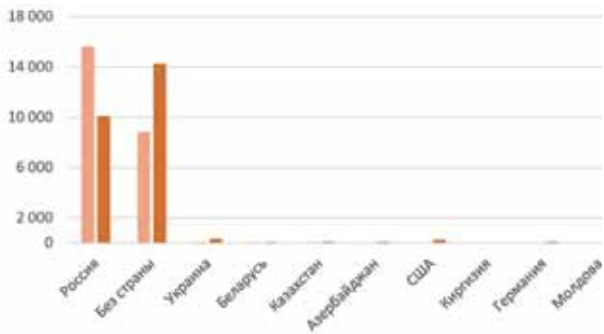
Дербент Тамбов Калининград Хасавюрт

Минеральные Воды

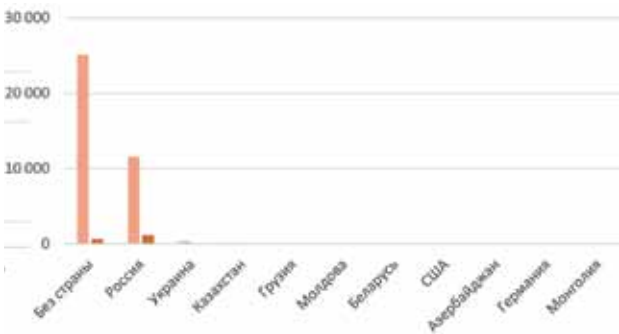


Рис. 5. Доля городов России в структуре информационного потока в социальных медиа о городах-ключях в 2025 г.
Fig. 5. The share of Russian cities in the structure of information flow in social media about key cities in 2025.
Источник: составлено авторами.
Source: compiled by the authors.

Грозный



Махачкала



Минеральные
Воды

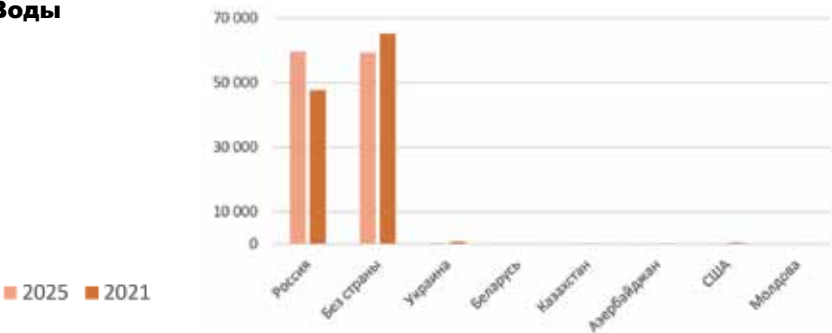


Рис. 6.

Топ-10 стран по количеству сообщений о городах-ключях в 2021, 2025 гг.

Fig. 6. Top 10 countries in terms of the number of key cities reports in 2021 and 2025.

Источник: составлено авторами.

Source: compiled by the authors.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать несколько важных выводов:

1. Социомедийное геопространство – новая категория и технология в имажинальной географии, исследование его структуры, особенностей, связей, динамики позволяет получать такие данные о территориях и городах, которые не могли быть получены традиционными социологическими методами. Исследование социомедийного геопространства территории – это работа с большими данными социальных медиа. Таким образом, анализ больших данных социальных медиа открывает новые горизонты для географических исследований.
2. Студенческие города Северного Кавказа имеют устойчивое СМГ, формируемое множеством факторов, в первую очередь социально-экономических. Для выбранных в данном исследовании городов-ключей фактор студенчества не имеет определяющего значения. В репрезентации городов Грозного, Махачкалы и Минеральных Вод их студенческая специализация остается потерянной в общем массиве информации о них.
3. Происходящие в России крупные внешне- и внутриполитические события в реальном пространстве неизбежно влекут за собой изменение и виртуального пространства страны и ее городов, как следствие трансформируется СМГ, изменяется фокус внимания, место отдельных городов внутри СМГ регионов и страны, а иногда и отношение к городам, которые на первый взгляд напрямую не вовлечены в политические процессы.

Список источников

1. Замятин Д. Н. Стратегии интерпретации историко-географических образов России. Отечественные записки. 2002. № 6. С. 105–198.

2. Замятин Д. Н. Гуманитарная география: Пространство и язык географических образов. Санкт-Петербург: Алетейя, 2003. 331 с.
3. Колосов В. А. Географические образы и геополитические представления: пути формирования и подходы к изучению. Вестник Дальневосточной государственной социально-гуманитарной академии. 2008. № 1. С. 72–91.
4. Замятина Н. Ю. Когнитивные пространственные сочетания как предмет географических исследований. Известия РАН. Сер. геогр. 2002. № 5. С. 32–37.
5. Замятина Н. Ю. Использование образов мест в преподавании страноведения и градоведения. Гуманитарная география: Научный и культурно-просветительский альманах. Вып. 1. М.: Институт наследия, 2004. С. 311–327.
6. Замятина Н. Ю., Белаш Е. Ю. Особенности географической репрезентации социокультурных регионов России в характеристиках субъектов РФ // СоцИс. 2006. № 9. С. 63–71.
7. Замятина Н. Ю. Яшунский А. Д. Миграции с Севера: социальные сети и ментальная «близость». Внеэкономические факторы пространственного развития. М.: Эслан. 2015. С. 147–173.
8. Замятина Н. Ю., Яшунский А. Д. Виртуальная география виртуального населения. Мониторинг общественного мнения // Экономические и социальные перемены. 2018. № 1. С. 117–137. DOI: 10.14515/monitoring.2018.1.07
9. Вендина О. И. Москва – образ города, не похожий на портрет // География. 2000. № 43. С. 7–10.
10. Чихичин В. В. Географический анализ образов городов Ставропольского края: дисс... канд. геогр. наук: специальность 25.00.24 «Экономическая, социальная и политическая география». Ставрополь. 2006. 149 с.
11. Митин И. И. Методика комплексной культурно-географической характеристики территории: дисс... канд. геогр. наук: специальность 25.00.24 «Экономическая, социальная и политическая география». Москва. 2007. 221 с.
12. Грибок М. В. Анализ формирования образов регионов России в федеральных информационных программах телевидения с помощью ГИС: дисс... канд. геогр. наук: специальность 25.00.24 «Экономическая, социальная и политическая география». Москва. 2009. 146 с.
13. Вольхин Д. А. Территориальная структура и трансформация имиджа Крыма (на основе изучения телевизионных

средств массовой информации России и Украины): дисс... канд. геогр. наук: специальность 25.00.24 «Экономическая, социальная и политическая география». Симферополь. 2018. 125 с.

14. Kellerman A. The Internet as Second Action Space. London and New York: Routledge, 2014. 192 p. DOI: 10.4324/9781315765105
15. Kinsley S. The matter of «virtual» geographies // Progress in Human Geography. 2013. Vol. 38(3). P. 50–89. DOI:10.1177/0309132513506270
16. Грибок М. В. О возможности использования данных о геолокациях фотографий в исследованиях туристической привлекательности придорожных ландшафтов (на примере Чуйского тракта) // ИнтерКарто/ИнтерГИС. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2018. Т. 24. Ч. 1. С. 588–595. DOI: 10.24057/2414-9179-2018-1-24-110-120.
17. Грибок М. В., Горбунова Т.Ю. Сервис Google Trends как источник данных для исследования ментальных связей между регионами России // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2019. Т. 5. № 3. С. 256–263.
18. Tikunov V.S., Belozarov V.S., Panin A.N., Antipov S.O. Geoinformation monitoring of key queries of search engines, and geotagging photos in the North-Caucasian segment of the tourist route «Great Silk Road» // Annals of GIS. V 24. 2018. P. 1–6. DOI:10.1080/19475683.2020.1743355
19. Тикунов В. С., Белозёров В. С., Антипов С. О., Супрунчук И. П. Социальные медиа как инструмент анализа посещаемости туристических объектов (на примере Ставропольского края) // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2018. № 3. С. 89–95.
20. Кудряшова Е. В., Сорокин С. Э. «Третья миссия» университетов как предмет научного анализа // Вестник Вятского государственного университета. 2020. № 2 (136). С. 17–23.
21. Медушевский Н. А. Интерпретация третьей роли университетов на современном этапе // Вестник РГГУ. Серия: Политология. История. Международные отношения. За рубежом: регионоведение. Востоковедение. 2016. № 3. С. 19–31.
22. Ave G. University Cities: A Strategic Resource of Small and Medium-Sized Cities in Europe. Cities as Multiple Landscapes. Frankfurt, New York, 2016. pp. 61–80.
23. Poelman H., Dijkstra L. Access to Universities in the

EU: A Regional and Territorial Analysis. Regional Focus: Regional and Urban Policy. [Электронный ресурс]. URL: // https://ec.euro-pa.eu/regional_policy/sources/docgener/focus/2018_12_access_universities.pdf (дата обращения: 6.11.2024).

24. Катровский А.П. Территориальная организация высшей школы России. Смоленск: Ойкумена, 2003. 198 с.
25. Ткачева Т. А. Территориальная структура образа Северного Кавказа в социальных медиа (на примере регионов Северо-Кавказского федерального округа): дис. ... канд. геогр. наук: специальность 1.6.13 «Экономическая, социальная и политическая география». Ставрополь, 2023. 195 с.

References

1. Zamyatin DN. Strategies for interpreting historical and geographical images of Russia. Domestic notes. 2002;(6):105-198. (In Russ.).
2. Zamyatin DN. Humanitarian geography: Space and language of geographical images. St. Petersburg: Aleteya; 2003. 331 p. (In Russ.).
3. Kolosov VA. Geographical images and geopolitical representations: ways of formation and approaches to study. Bulletin of the Far Eastern State Social and Humanitarian Academy. 2008;(1):72-91. (In Russ.).
4. Zamyatina NY. Cognitive spatial combinations as a subject of geographical research. Izvestiya RAS. Ser. geogr. 2002;(5):32-37. (In Russ.).
5. Zamyatina NY. The use of images of places in teaching regional studies and urban studies. Humanitarian geography: A scientific, cultural and educational almanac. Issue 1. Moscow: Institute of Heritage; 2004. p. 311-327. (In Russ.).
6. Zamyatina NYu, Belash EYu. Features of geographical representation of socio-cultural regions of Russia in the characteristics of the subjects of the Russian Federation. Socls. 2006;(9):63-71. (In Russ.).
7. Zamyatina NY, Yashunsky AD. Migration from the North: social networks and mental «proximity». Non-economic factors of spatial development. Moscow: Eslan; 2015. p. 147-173. (In Russ.).
8. Zamyatina NYu, Yashunsky AD. Virtual geography of the virtual population. Monitoring public opinion: Economic and

social changes. 2018;(1): 117-137. DOI: 10.14515/monitoring.2018.1.07 (In Russ.).

9. Vendina OI. Moscow is an image of a city that does not look like a portrait. *Geography*. 2000;(43):7-10. (In Russ.).
10. Chikhichin VV. Geographical analysis of images of cities in Stavropol Krai. Dissertation for the degree of Candidate of Geographical Sciences: specialty 25.00.24 «Economic, social and political geography». Stavropol; 2006. 149 p. (In Russ.).
11. Mitin II. Methodology of complex cultural and geographical characteristics of the territory. Dissertation for the degree of Candidate of Geographical Sciences: specialty 25.00.24 «Economic, social and political geography». Moscow; 2007. 221 p. (In Russ.).
12. Gribok MV. Analysis of the formation of images of Russian regions in federal television information programs using GIS. Dissertation for the degree of Candidate of Geographical Sciences: specialty 25.00.24 «Economic, social and political geography». Moscow; 2009. 146 p. (In Russ.).
13. Volkhin DA. Territorial structure and transformation of the image of Crimea (based on the study of the television media of Russia and Ukraine). Dissertation for the degree of Candidate of Geographical Sciences: specialty 25.00.24 «Economic, social and political geography». Simferopol; 2018. 125 p. (In Russ.).
14. Kellerman A. The Internet as Second Action Space. London and New York: Routledge; 2014. 192 p. DOI:10.4324/9781315765105
15. Kinsley S. The matter of «virtual» geographies». *Progress in Human Geography*. 2013;38(3):50-89. DOI:10.1177/0309132513506270
16. Gribok MV. On the possibility of using geolocation data from photographs in studies of the tourist attractiveness of roadside landscapes (on the example of the Chuisky tract). *InterCarto/InterGIS*. Petrozavodsk: KarSC RAS; 2018. Vol. 24. Part 1. P. 588-595. DOI: 10.24057/2414-9179-2018-1-24-110-120. (In Russ.).
17. Gribok MV, Gorbunova TY. Google Trends service as a data source for the study of mental connections between the regions of Russia. *Geopolitics and ecogeodynamics of regions*. 2019;5(3):256-263. (In Russ.).
18. Tikunov VS, Belozarov VS, Panin AN, Antipov SO. Geoinformation monitoring of key queries of search engines, and geo-

- tagging photos in the North-Caucasian segment of the tourist route «Great Silk Road». *Annals of GIS*. 2018;(24):1-6. DOI:10.1080/19475683.2020.1743355
19. Tikunov VS, Belozarov VS, Antipov SO, Suprunchuk IP. Social media as a tool for analyzing the attendance of tourist sites (on the example of the Stavropol Territory). *Bulletin of the Moscow University. Geography*. 2018;5(3):89-95. (In Russ.).
 20. Kudryashova EV, Sorokin SE. The «Third mission» of universities as a subject of scientific analysis. *Bulletin of Vyatka State University*. 2020;2 (136):17-23. (In Russ.).
 21. Medushevsky NA. Interpretation of the third role of universities at the present stage. *Bulletin of the Russian State University of Economics. Series: Political Science. History. International relations. Foreign regional studies. Oriental studies*. 2016;(3):19-31. (In Russ.).
 22. Ave G. *University Cities: A Strategic Resource of Small and Medium-Sized Cities in Europe*. Cities as Multiple Landscapes. Frankfurt, New York; 2016. p. 61-80.
 23. Poelman H, Dijkstra L. Access to Universities in the EU: A Regional and Territorial Analysis. *Regional Focus: Regional and Urban Policy*. [Electronic resource]. URL: https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/focus/2018_12_access_universities.pdf (date of access: 6.11.2024).
 24. Katrovsky AP. *Territorial organization of higher education in Russia*. Smolensk: The Ecumene; 2003. 198 p. (In Russ.).
 25. Tkacheva TA. *Territorial structure of the image of the North Caucasus in social media (on the example of the regions of the North Caucasus Federal District)*. Dissertation for the degree of Candidate of Geographical Sciences: specialty 1.6.13 «Economic, social and political geography». Stavropol; 2023. 195 p. (In Russ.).

Информация об авторах

Екатерина Ивановна Виноградова – студентка 1 курса магистратуры направления «Картография и геоинформатика», Департамент географии и геоинформатики Северо-Кавказского федерального университета. E-mail: VINOGRADOVA252003@yandex.ru

Татьяна Александровна Ткачева – кандидат географических наук, доцент департамент географии и геоинформатики Северо-Кавказского федерального университета. E-mail: tatanasurneva@yandex.ru.

Илья Павлович Супрунчук – кандидат географических наук, доцент департамент географии и геоинформатики Северо-Кавказского федерального университета. Scopus ID: 57199507380, E-mail: ilia_suprunchuk@mail.ru.

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

Information about authors

Ekaterina I. Vinogradova – 1st year Master degree student in Cartography and Geoinformatics, Department of Geography and Geoinformatics, North-Caucasus Federal University

Tatiana A. Tkacheva – Cand. Sci. (Geogr.), Associate Professor, Department of Geography and Geoinformatics, North-Caucasus Federal University.

Ilya P. Suprunchuk – Cand. Sci. (Geogr.), Associate Professor of the Department of Geography and Geoinformatics of the North-Caucasus Federal University. Scopus ID: 57199507380

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



Научная статья

УДК 314.7

<https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.4>

НОВЕЙШИЕ РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ В ГОРОДСКОЙ МЕСТНОСТИ РОССИИ

Иван Алексеевич Соловьев^{1*},
Юлия Федоровна Зольникова²,
Данил Геннадьевич Акинин³

^{1, 2, 3} Северо-Кавказский федеральный университет (д. 1, ул. Пушкина, Ставрополь, 355017, Российская Федерация)

¹ soloivan@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2150-7284>

² zolnst@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0009-8216-225X>

³ stavguide.info@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0009-7025-2303>

* Автор, ответственный за переписку

Аннотация.

Статья посвящена актуальной проблеме миграции населения как важного фактора демографического и социально-экономического развития России. В исследовании, основанном на данных официальной статистики за 2020–2024 годы, выявлены основные тенденции и факторы миграции населения в городах, а также временные и региональные особенности миграционного прироста, в т.ч. показано влияние фактора пандемии ковида 19 на изменение миграционной ситуации. Помимо традиционных (сравнительно-географического, картографического) методов исследования, в работе использовался геоинформационный инструментарий. Картографические произведения разработаны посредством геоинформационной платформы QGIS (Quantum GIS). База геоданных сформирована в программе Microsoft Excel. Статистической основой картографических материалов являются коэффициенты миграционного прироста регионов России в 2020–2024 гг., а также устойчивость миграционного прироста / убыли населения. Определены наиболее аттрактивные / неаттрактивные для мигрантов регионы России. Наиболее привлекательными для мигрантов выступают самые успешные в социально-экономическом развитии субъекты Российской Федерации – Москва и Санкт-Петербург, Московская, Ленинградская и Тюменская области, Краснодарский край и др. Основными регионами-донорами в миграционном обмене выступает большинство регионов Крайнего Севера и Дальнего Востока, а также рес-

публики СКФО. Данная тенденция будет приводить к ослаблению демографического потенциала полупериферийных и периферийных регионов России. Новейшими тенденциями региональных особенностей миграции населения выступают рост миграционной привлекательности регионов Крайнего Севера и Азиатской части России, а также значительное увеличение ареала территорий с миграционным приростом в 2023–2024 гг., что обусловлено усилением роли социально-экономического и демографического факторов развития России.

Ключевые слова: миграция населения, факторы миграции, городское население, региональные особенности, Россия

Для цитирования: Соловьев И. А., Зольникова Ю. Ф., Акинин Д. Г. Новейшие региональные особенности миграции населения в городской местности России // Наука. Инновации. Технологии. 2025. № 3. С. 97–122. <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.4>

Финансирование: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-27-00057, <https://rscf.ru/project/25-27-00057/>

Конфликт интересов: доктор географических наук, доцент Соловьев Иван Алексеевич является ответственным секретарем и членом редакционной коллегии журнала «Наука. Инновации. Технологии». Авторам неизвестно о каком-либо другом потенциальном конфликте интересов, связанном с этой рукописью.

Статья поступила в редакцию 01.05.2025;
одобрена после рецензирования 01.09.2025;
принята к публикации 19.09.2025.

1.6.13. Economic, Social, Political and Recreational Geography (Geographical Sciences)

Research article

The latest regional features of population migration in urban areas of Russia

Ivan A. Soloviev^{1*},
Julia F. Zolnikova²,
Danil G. Akinin³

^{1, 2, 3} North-Caucasus Federal University (1, Pushkin St., Stavropol, 355017, Russian Federation)

¹ soloivan@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2150-7284>

² zolnst@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0009-8216-225X>

³ stavguide.info@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0009-7025-2303>

* Corresponding author

- Abstract.** The article studies population migration as an important factor in the demographic and socio-economic development of Russia. The study is based on official statistics for 2020-2024 and specifies the main trends and factors of urban population migration, as well as temporal and regional features of migration growth, including the impact of the COVID-19 pandemic factor on the change in the migration. In addition to traditional comparative geographical and cartographic research methods, the work used geoinformation tools. Cartographic works were developed using the QGIS (Quantum GIS) geoinformation platform. The geodatabase was formed in Microsoft Excel. The statistical basis of the cartographic materials is the coefficients of migration growth of the regions of Russia in 2020-2024, as well as the stability of migration growth/decline of the population. The most attractive/unattractive regions of Russia for migrants are identified. The most appealing for migrants are the most successful in socio-economic development subjects of the Russian Federation, namely Moscow and St. Petersburg, Moscow, Leningrad and Tyumen regions, Krasnodar Krai, etc. The main donor regions in migration exchange are most of the regions of the Far North and the Far East, as well as the republics of the North Caucasus Federal District. This trend will lead to weakening of the demographic potential of semi-peripheral and peripheral regions of Russia. The latest trends in regional features of population migration are the growth of migration attractiveness of the regions of the Far North and the Asian part of Russia and a significant increase in the number of territories with migration growth in 2023-2024, which is due to the increasing role of socio-economic and demographic factors in the development of Russia.
- Keywords:** population migration, migration factors, urban population, regional characteristics, Russia
- For citation:** Soloviev IA, Zolnikova JuF, Akinin DG. The latest regional features of population migration in urban areas of Russia. Science. Innovations. Technologies. 2025;(3):97-122. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.4>
- Funding:** the study was carried out with financial support from the Russian Science Foundation within the framework of scientific project No. 25-27-00057, <https://rscf.ru/project/25-27-00057/>
- Conflict of interest:** Ivan A. Soloviev, Dr. Sci. (Geogr.), Associate Professor, is the executive secretary and member of Editorial Board of journal "Science. Innovations. Technologies". The authors are not aware of any other potential conflict of interest relating to this manuscript.

The article was submitted 01.05.2025;
approved after reviewing 01.09.2025;
accepted for publication 19.09.2025.

Введение

В связи с высокой значимостью миграции населения в социально-экономическом развитии России проведение пространственного анализа современных миграционных процессов в городской местности является одной из актуальных проблем. Необходимость данного исследования также диктуется «аномальностью» миграционных процессов первого года пандемии (2020) ковида и СВО (2022), что привело к региональным «сдвигам» миграционных потоков.

Изучаемая тематика продолжает оставаться острой и актуальной, несмотря на большое количество научных работ российских и зарубежных исследователей в этой области. Одно из значимых направлений в исследовании миграции населения – это изучение миграционных процессов в городах. По результатам большинства исследований отмечается тенденция оттока населения из периферийных регионов и малых городов в крупные административные центры, мегаполисы, крупные города и их пригороды, при этом миграции населения являются главными факторами роста населения ряда таких городов в условиях депопуляции.

Миграционные процессы в городах во многих зарубежных исследованиях рассматриваются в рамках концепции ступенчатой миграции, и крупные города выступают верхними этажами в перемещении населения. Так, Ньюболд К.Б. оценил масштабы, интенсивность и направление перемещения населения вверх и вниз по городской иерархии Канады, которая по большей части осуществляется ступенчатым образом и зависит от возраста населения [1]. Коцубо М. и Накая Т. исследуя особенности внутренней миграции в Японии выявили, что преобладала восходящая миграция – перемещение с более низких уровней городской иерархии на более высокие [2]. Подобные исследования проводились и в Китае: изучалась взаимосвязь между социально-экономическим статусом мигрантов и их географической мобильностью в рамках городской иерархии [3]; рассматривалась пространственная структура и факторы, влияющие на намерение перемещающегося из города в город населения расселиться в Китае [4]. Ридевский Г.В. отмечает, что миграция населения – главный фактор роста населения большинства городских агломераций в Беларуси. Наиболее активно в стране развива-

ется Минская городская агломерация, в которой концентрируется более половины миграционного прироста населения всех белорусских городов и районов [5].

Российские работы по исследованию миграции в городах затрагивают разные аспекты. Этой проблемой занимаются географы, социологи, экономисты, демографы, историки и другие специалисты.

В статьях Гониной Н.В., Дашинамжилова О.Б., Иванова И.С. миграция рассматривается как основной источник формирования городского населения в ряде регионов РФ во второй половине XX в. [6; 7; 11]. Гонтарь Н.В. считает, что миграционный приток – один из факторов смягчения депопуляции в Ростове-на-Дону и ряде наиболее значимых городов Ростовской области. Но в большинстве городов миграции не смогли компенсировать естественную убыль [9]. Тиникова Е.Е. на примере Республики Хакасия выявляет, что качество социальной инфраструктуры городских поселений не является доминирующим фактором миграции населения. Наиболее значимыми являются факторы материального достатка [10].

Некоторые отечественные исследования по изучению особенностей внутренней миграции были проведены на примере отдельных городов и агломераций России. В таких работах изучаются тенденции миграционных процессов, география прибытия и выбытия, структура миграционных потоков по социально-демографическим характеристикам, миграция рассматривается как фактор социально-экономического развития города и др. [11; 12; 13; 14; 15].

Значительное внимание в исследованиях последних лет уделяется миграционным процессам в городах с разной численностью населения. Крупные города, мегаполисы в таких работах выступают как территории, притягивающие мигрантов. В исследованиях отмечается, что население России стягивается из периферийных территорий и концентрируется в отдельных центрах – крупных городах и их пригородах, обеспечивая их рост и повышая долю проживающего в них населения [16; 17; 18]. В работах Петухова Н.А., Петухова Н.А. и Горидько Н.П. говорится, что города имеют большую миграционную привлекательность из-за больших возможностей для реализации трудового потенциала, особенно привлекательны крупные города; рассчитываются коэффициенты привлекатель-

ности крупных городов на основе ряда показателей [19; 20]. Вместе с тем острой остается проблема миграции населения в малых городах, которые теряют население в результате миграции. В исследованиях Бедретдиновой Е.О., Роговой А.В. и Левченко Н.В., Логиновой Л.В. выявляются причины и проблемы миграции из малых городов; анализируются факторы возвратной миграции [21; 22; 23].

Несмотря на большое количество работ по различным аспектам миграции населения в городах, картографические материалы в таких исследованиях представлены слабо. В статье Ридевского Г.В. содержится несколько карт, в т. ч. карта «Распределение городов и районов Республики Беларусь по миграционному росту и миграционной убыли населения за период 2011–2018 гг.» [5]. Картограммы, связанные с изучением миграционной привлекательности городов – административных центров РФ, разработаны в работе Петухова Н.А., в т. ч. «Распределение городов – административных центров Российской Федерации по величине коэффициента миграционного прироста на 10000 человек населения в 2015 году», «Распределение городов – административных центров Российской Федерации по величине коэффициента привлекательности города в 2015 году» [24].

Таким образом, несмотря на значительное число научных работ в данном направлении, отмечается недостаток исследований, затрагивающих новейшие тенденции региональных особенностей миграции городского населения в России.

Материалы и методы исследований

Информационной основой исследования являются данные Росстата за 2019–2024 гг., которые извлечены из статистического сборника «Численность и миграция населения Российской Федерации»¹, а также ЕМИСС².

На основе официальной оценочной статистики была создана база геоданных регионального уровня (субъекты РФ).

Статистической основой базы геоданных являются следующие расчетные показатели³:

- численность городского населения субъектов РФ в 2020–2024 гг. на начало года (тыс. чел.);
- миграционный прирост/убыль городского населения субъектов РФ в 2019–2024 гг. (чел.);

- коэффициенты миграционного прироста/убыли городского населения субъектов РФ в 2020–2024 гг. (‰);
- устойчивость миграционного прироста/убыли федеральных округов и субъектов РФ в 2020–2024 гг.

Таким образом, информационная основа позволила провести анализ миграционной ситуации в городской местности России, максимально приближенной к современности.

Для визуализации статистических данных была разработана карта России с обозначением субъектов РФ, соседних государств, островов и омывающих территорию страны морей (масштаб 1: 30 000 000).

Картографическая основа использовалась для создания картограммы по устойчивости миграционного прироста/убыли (соотношение количества лет с миграционным приростом и миграционной убылью) и коэффициентам миграционного прироста в 2020–2024 гг. (в ‰). Шкала коэффициентов миграционного прироста/убыли имеет ступенчатые интервалы значений (10,00‰ и более; 5,00–9,99‰; 1,00–4,99‰; 0,01–0,99‰; -0,01 – -0,99‰; -1,00 – -4,99‰; -5,00 – -9,99‰; -10,00‰ и менее).

Результаты исследований и их обсуждение

Новейшие тенденции миграции городского населения в России характеризуются разнонаправленной динамикой результативности (рис. 1). В последний «предковидный год» (2019) большая часть субъектов РФ испытывали миграционный прирост, что является свидетельством миграционной аттрактивности городской местности в России при протекании привычных социально-экономических процессов [16].

1. Численность и миграция населения Российской Федерации в 2020, 2021, 2022, 2023 гг. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13283> (дата обращения: 13.03.2025)
2. Миграционный прирост населения по городам с числом жителей 100 тыс. человек и более. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/36719> (дата обращения: 13.03.2025); Численность постоянного населения на 1 января. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31557> (дата обращения: 13.04.2025)
3. Отсутствуют данные по ЛНР, ДНР, Запорожской, Херсонской областям и Ингушетии.

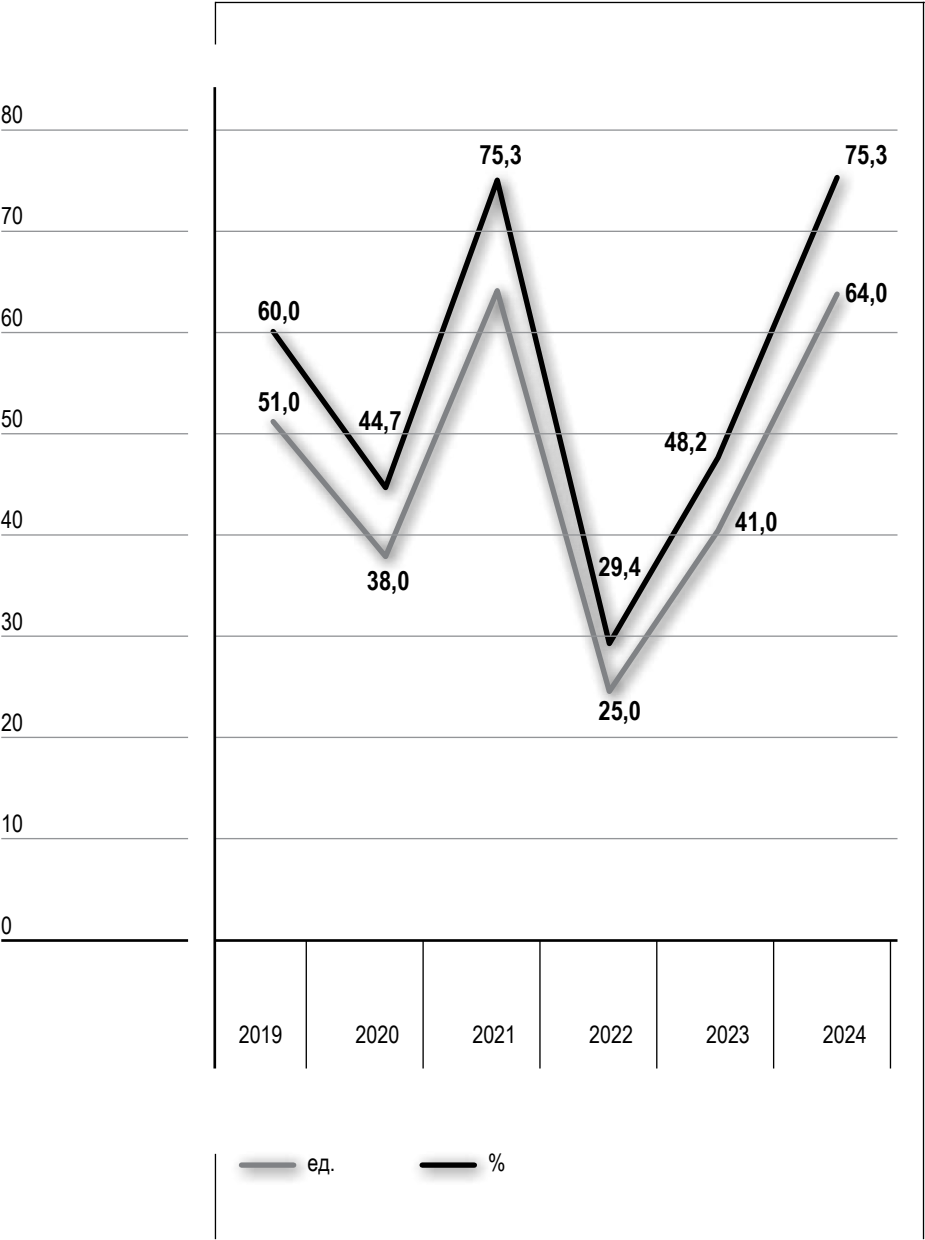


Рис. 1. Число и доля регионов России с миграционным приростом в 2019–2024 гг.
Fig. 1. Number and share of Russian regions with migration growth in 2019–2024
Источник: составлено авторами.
Source: compiled by the authors.

Пандемия ковида нарушила привычное течение миграции, приведя к резкому снижению привлекательности городского населения. В 2020 г. миграционный прирост в городской местности отмечался только в 45% регионов страны (рис. 1). Однако в следующем году, по мере постепенной адаптации к пандемии, отмечался высокий рост (на 30,6%) доли регионов России с миграционным приростом городской местности.

Следующим «аномальным» годом стал 2022 г., когда в связи с известными событиями отмечался отток населения за границу. При этом доля территорий с миграционным приростом городского населения снизилась в 2,6 раза (до 29,4%). В течение последующих лет, в условиях роста ВВП и обострения дефицита трудовых ресурсов, произошло постепенное восстановление миграционной аттрактивности городского населения регионов России, которая превысила показатель 2019 года и отмечалась на высоком уровне (рис. 1).

Важным фактором пространственной дифференциации миграционного прироста/убыли городской местности регионов России, выступает уровень социально-экономического развития (по данным рейтинга российского информационного агентства «РИА Новости»⁴). Корреляционные расчеты показали наличие прямой слабой или умеренной связи между уровнем социально-экономического развития территорий и миграционным приростом. Наименее значимая статистическая связь отмечалась в первые два года пандемии (2020–2021) и в 2023 году (рис. 2). В 2022 г. расчеты зафиксировали умеренную корреляционную связь, а в 2024 г. она достигла максимального значения.

К наиболее привлекательным для мигрантов в России относятся Северо-Западный и Южный федеральные округа, в большинстве регионов которых в 4 из 5 годов рассматриваемой пятилетки

4. Рейтинг социально-экономического положения регионов по итогам 2020 г. <https://riarating.ru/regions/20210531/630201367.html>; Рейтинг социально-экономического положения регионов по итогам 2021 г. <https://riarating.ru/infografika/20220516/630222174.html>; Рейтинг социально-экономического положения регионов по итогам 2022 г. <https://riarating.ru/infografika/20230515/630241787.html>; Рейтинг социально-экономического положения регионов по итогам 2023 г. <https://riarating.ru/infografika/20240610/630264277.html>; Рейтинг социально-экономического положения регионов по итогам 2024 г. <https://riarating.ru/infografika/20250623/630282378.html>

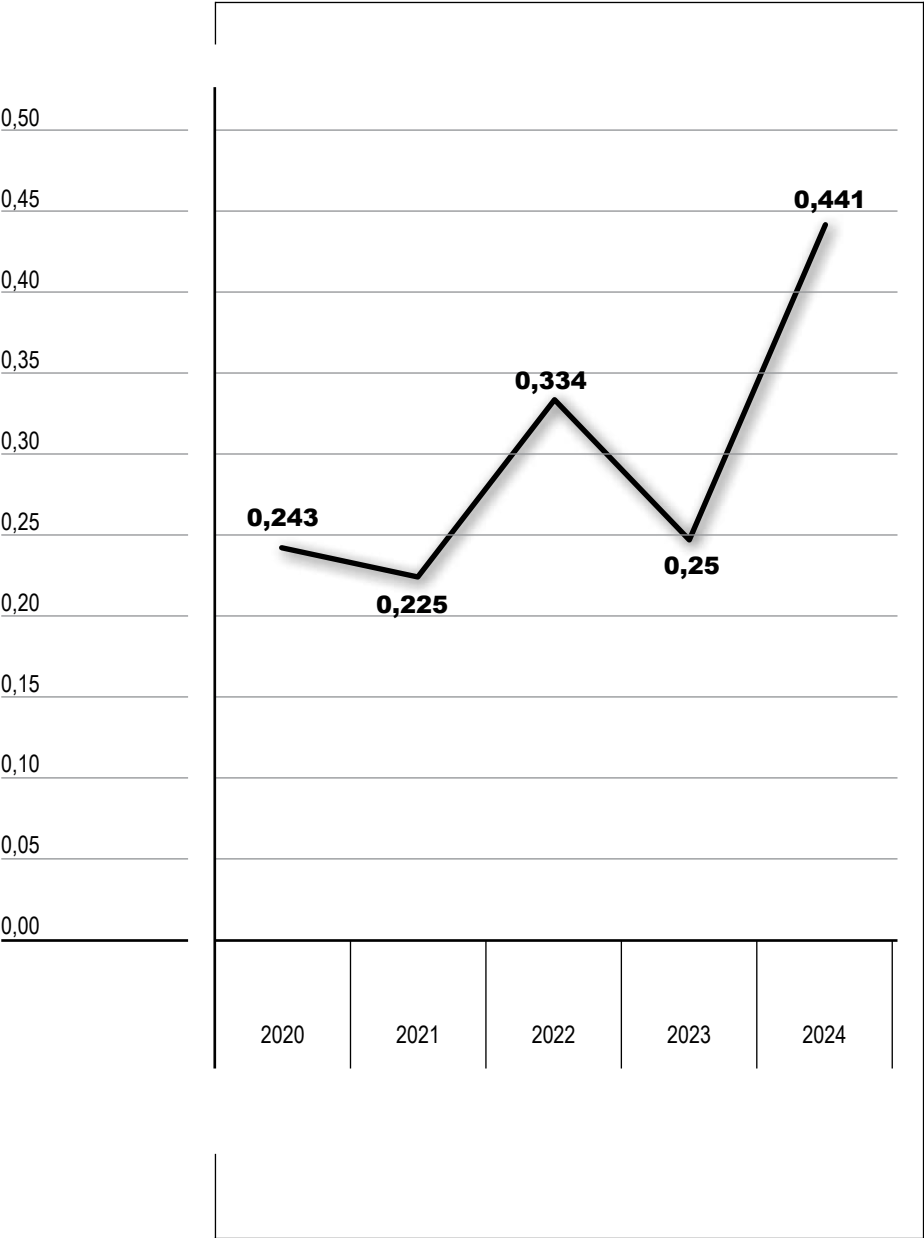


Рис. 2. Коэффициенты ранговой корреляции зависимости миграционного прироста/убыли городской местности от социально-экономического развития регионов РФ в 2020–2024 гг.

Fig. 2. Rank correlation coefficients of the dependence of migration increase/decrease urban area on the socio-economic development of the regions of the Russian Federation in 2020–2024.

Источник: составлено авторами.
Source: compiled by the authors.

Таблица 1.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СУБЪЕКТОВ С МИГРАЦИОННЫМ ПРИРОСТОМ ГОРОДСКОЙ МЕСТНОСТИ ПО ФЕДЕРАЛЬНЫМ ОКРУГАМ РФ В 2020–2024 ГГ.

Table 1. Distribution of the subjects with migration growth urban area by federal districts of the Russian Federation in 2020–2024

	2020 г.		2021 г.		2022 г.		2023 г.		2024 г.	
	Ед.	%	Ед.	%	Ед.	%	Ед.	%	Ед.	%
Северо-Западный федеральный округ	7	63,6	9	81,8	5	45,4	7	63,6	6	54,5
Южный федеральный округ	5	62,5	6	75,0	2	25,0	6	75,0	5	62,5
Уральский федеральный округ	3	50,0	5	83,3	2	33,3	4	67,6	6	100,0
Центральный федеральный округ	8	44,4	15	83,3	6	33,3	7	38,9	14	77,8
Приволжский федеральный округ	7	50,0	11	78,6	3	21,4	7	50,0	12	85,7
Сибирский федеральный округ	4	40,0	7	70,0	4	40,0	4	40,0	8	80,0
Дальневосточный федеральный округ	1	9,1	6	54,5	1	10,0	4	36,4	9	81,8
Северо-Кавказский федеральный округ	2	33,3	4	66,7	0	0,0	1	16,7	3	50,0

Источник: составлено авторами.

Source: compiled by the authors.

(2020–2024 гг.) отмечалась положительная результативность миграции городской местности. Исключение составил 2022 год (табл. 1).

Далее по привлекательности для мигрантов идет Уральский федеральный округ, для которого было характерно разнонаправлен-

ное сальдо миграции городского населения, с преобладанием регионов испытывающих миграционный прирост. Исключение составили 2020 и 2022 годы, когда этот показатель составил 50% (табл. 1).

Разнонаправленная миграционная результативность с преобладающей миграционной убылью городского населения регионов отмечалась в половине федеральных округов России (Центральном, Приволжском, Сибирском и Дальневосточном). Из них в Приволжском округе сложилась ситуация в 2020 и 2023 гг., когда была зафиксирована равная доля регионов с миграционным приростом и оттоком населения (табл. 1).

Преобладающая миграционная убыль горожан присуща только городской местности регионов Северо-Кавказского федерального округа. Исключение составил второй «пандемийный» год (2021), во время которого фиксировалась обратная миграция населения, обусловившая в более 2/3 субъектов округа миграционный прирост (табл. 1).

Сопоставление количества лет с миграционным приростом и оттоком населения позволило сгруппировать регионы России по устойчивости этого показателя в рассматриваемой пятилетке (2020–2024 гг.): 1). Устойчивый миграционный прирост (в течение всей пятилетки); 2.) Доминирование периода с миграционным приростом; 3). Доминирование периода с миграционной убылью; 6). Устойчивая миграционная убыль (в течение всей пятилетки).

В первую группу входят самые аттрактивные территории страны в миграционном отношении. Устойчивый миграционный прирост городской местности зафиксирован в 16,7% регионов страны. К ним относятся обе столицы (Москва и Санкт-Петербург), «пристоличные» регионы (Калужская, Ленинградская и Московская области), передовые субъекты РФ в социально-экономическом развитии (Новосибирская, Тюменская обл., ХМАО, Краснодарский и Красноярский края), «растущие» территории за счет внутренних демографических ресурсов (Кировская, Костромская обл. и Марий Эл) (рис. 3).

Вторую группу (преобладающий миграционный прирост) составляют регионы «второго эшелона» миграционной аттрактивности, в которых отмечался только один год с отрицательным сальдо миграции городской местности. В группу входит около трети (32,1%) регионов России. Наиболее высокие коэффициенты мигра-

ционного прироста фиксировались в отдельные годы пятилетки в Севастополе, Ненецком АО, Якутии, ЯНАО (рис. 4–8). В последних трех территориях одни из самых высоких уровней зарплат, что обуславливает тенденцию роста миграционной привлекательности регионов Крайнего Севера. Менее интенсивный миграционный прирост наблюдался в регионах основной полосы расселения, среди которых находятся возглавляемые городами-миллионерами, высокоиндустриальные Башкортостан, Ростовская и Свердловская области. К этой группе относится самый аттрактивный для мигрантов регион СКФО – Ставропольский край, что объясняется в т.ч. преобладанием русского населения и соседством к республикам Юга России, откуда продолжается отток населения.

Третью группу регионов России составляют территории со средней и низкой миграционной привлекательностью городской местности. Это наиболее представительная группа, в которую входит 45,2% субъектов РФ. Сюда относятся и некогда одни из самых аттрактивных для мигрантов приграничные регионы – Белгородская и Воронежская области, миграционная привлекательность которых ухудшилась, из-за событий на Украине (рис. 5–8). Отрицательная результативность миграции превышала положительную в следующих регионах: Белгородской, Брянской, Владимирской, Воронежской, Смоленской, Тамбовской, Тверской, Тульской, Архангельской, Псковской, Пензенской, Самарской, Саратовской, Курганской, Челябинской, Томской, Сахалинской областях, Карачаево-Черкесии, Чувашии, Мордовии, Удмуртии, Пермском, Приморском краях и др. (рис. 4). В четвертую группу входят многие регионы Крайнего Севера, что свидетельствует о заметном влиянии на миграционную картину природного фактора. Города Адыгеи теряют население в миграционном обмене с Краснодарским краем. К непривлекательным для мигрантов относится Липецкая область (рис. 4–8). В первой из них отмечается отток населения из региональной столицы в пригородные сельские территории.

Четвертая группа включает около 6% регионов России, для которых характерна устойчивая миграционная убыль населения. Как правило, это национальные автономии СКФО – Северная Осетия-Алания и Чечня, Европейского Севера – Коми, и Азиатской России – Бурятия. Исключение составляет Орловская область.

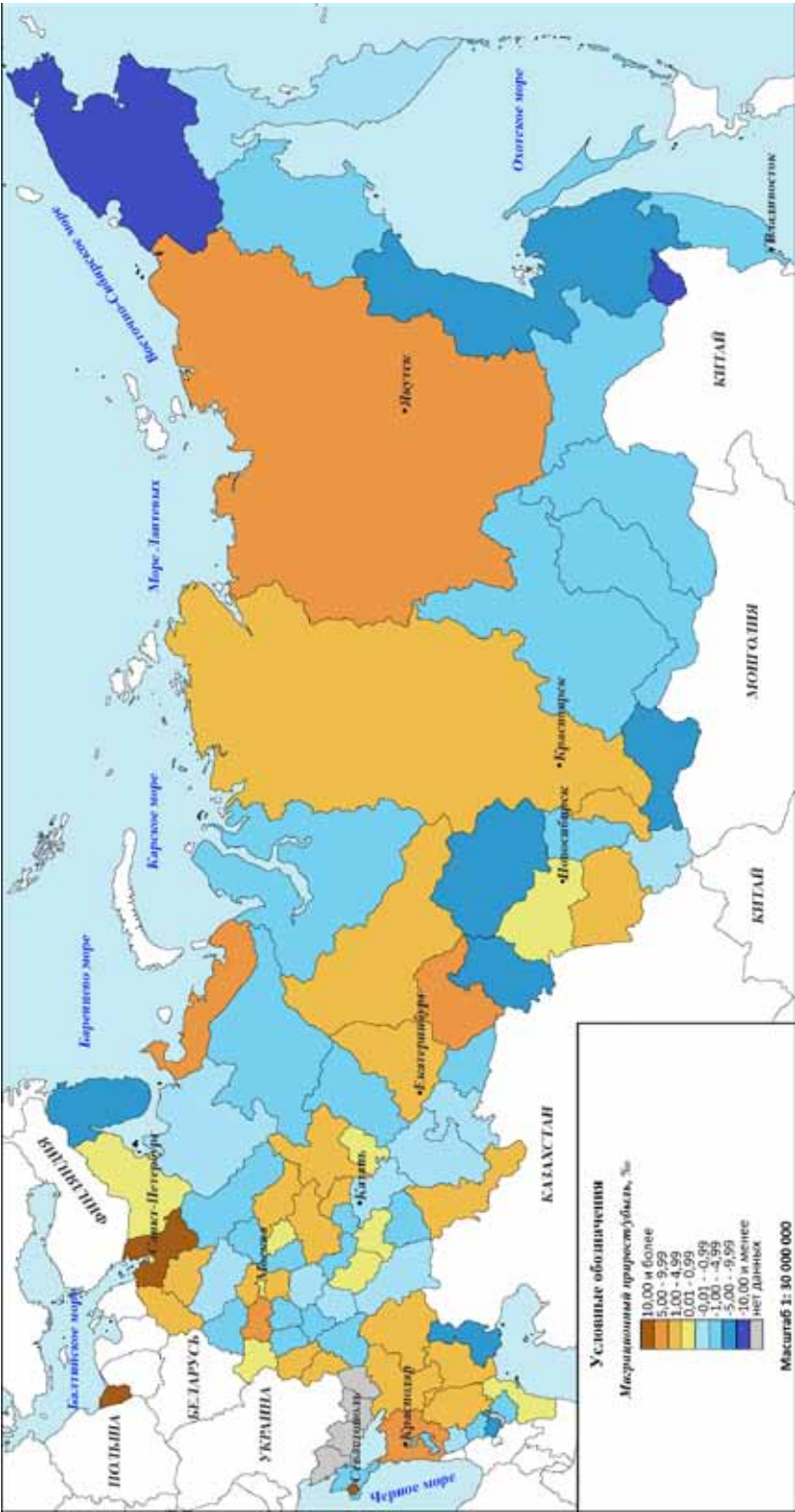


Рис. 4. Миграционный прирост городской местности регионов России в 2020 г.
Fig. 4. Migration growth of the urban population of the regions of Russia in 2020
Источник: составлено авторами. Source: compiled by the authors.

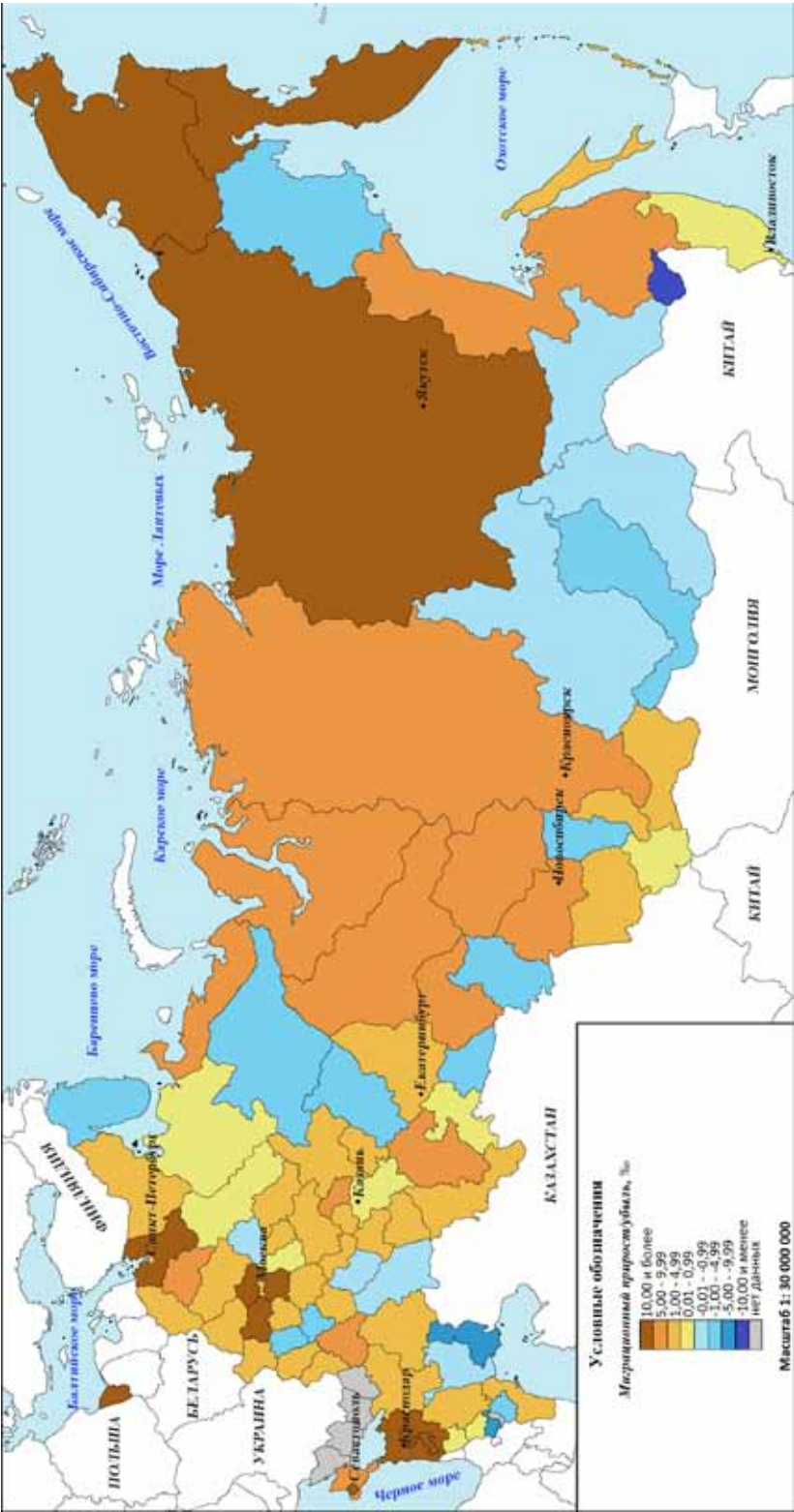


Рис. 5. Миграционный прирост городской местности регионов России в 2021 г.
Fig. 5. Migration growth of the urban population of the regions of Russia in 2021
Источник: составлено авторами. Source: compiled by the authors.

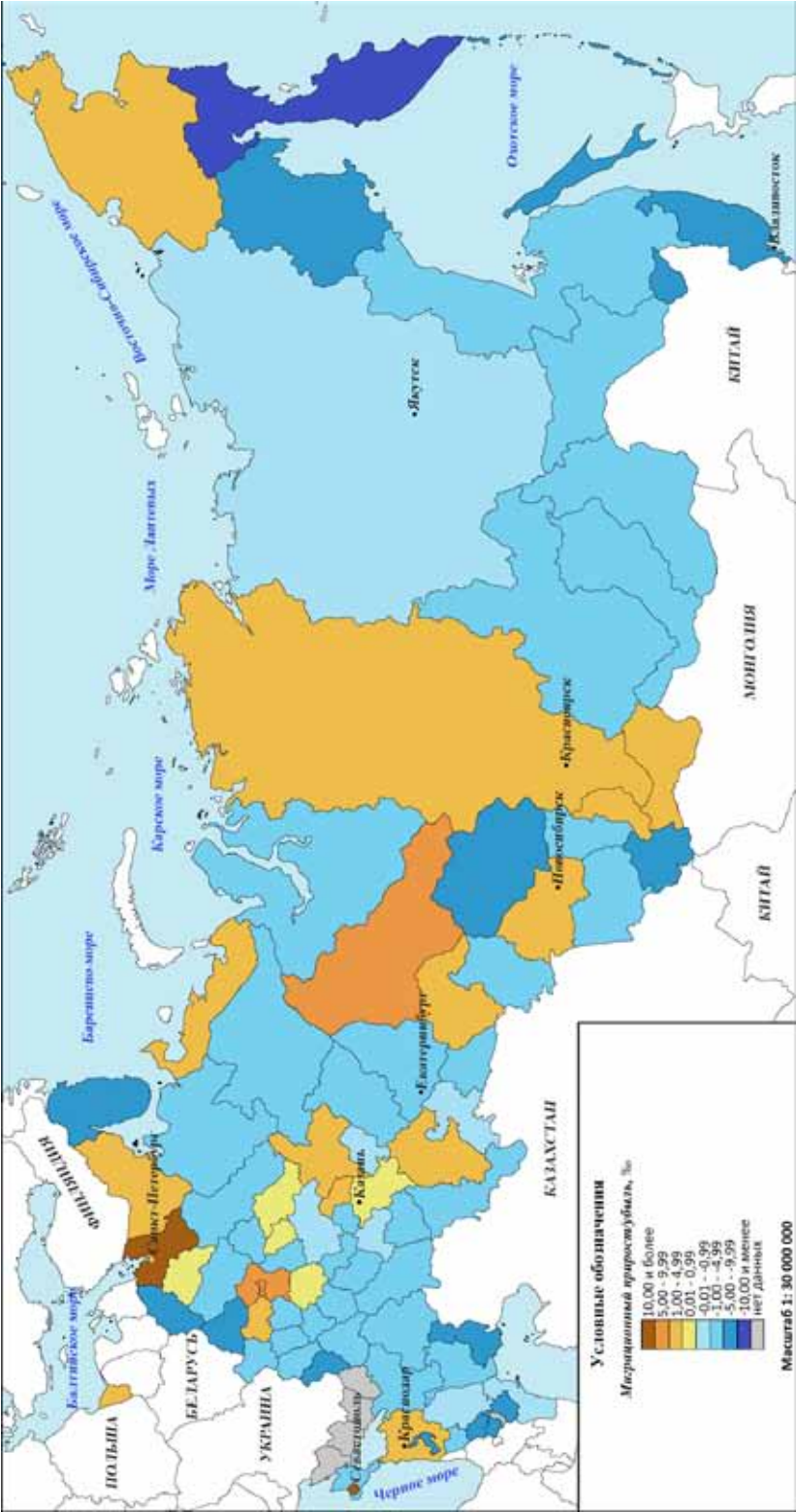


Рис. 6. Миграционный прирост городской местности регионов России в 2022 г.
Fig. 6. Migration growth of urban population of Russian regions in 2022
Источник: составлено авторами. Source: compiled by the authors.

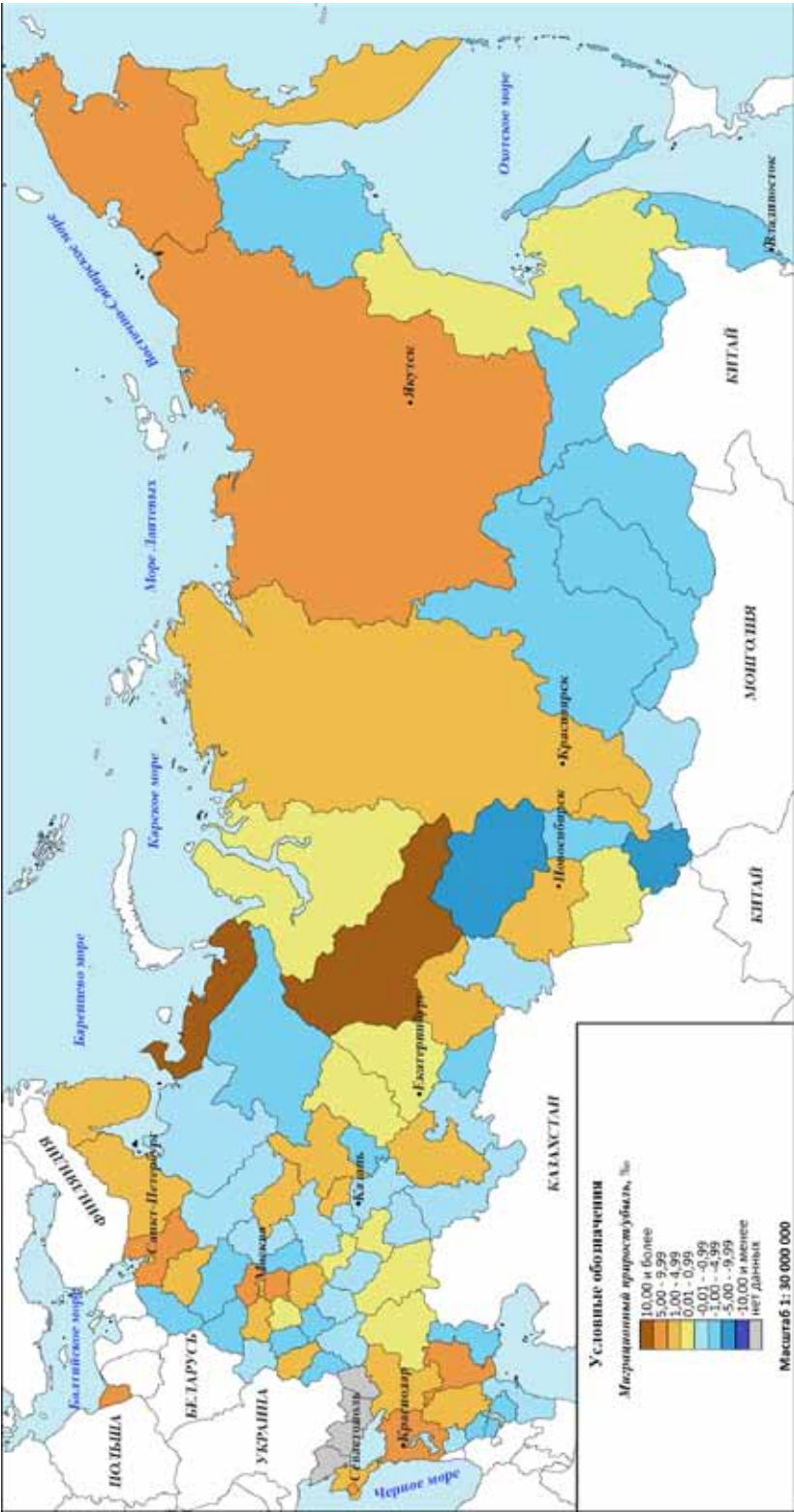


Рис. 7. Миграционный прирост городской местности регионов России в 2023 г.
Fig. 7. Migration growth of urban population of Russian regions in 2023
Источник: составлено авторами. Source: compiled by the authors.

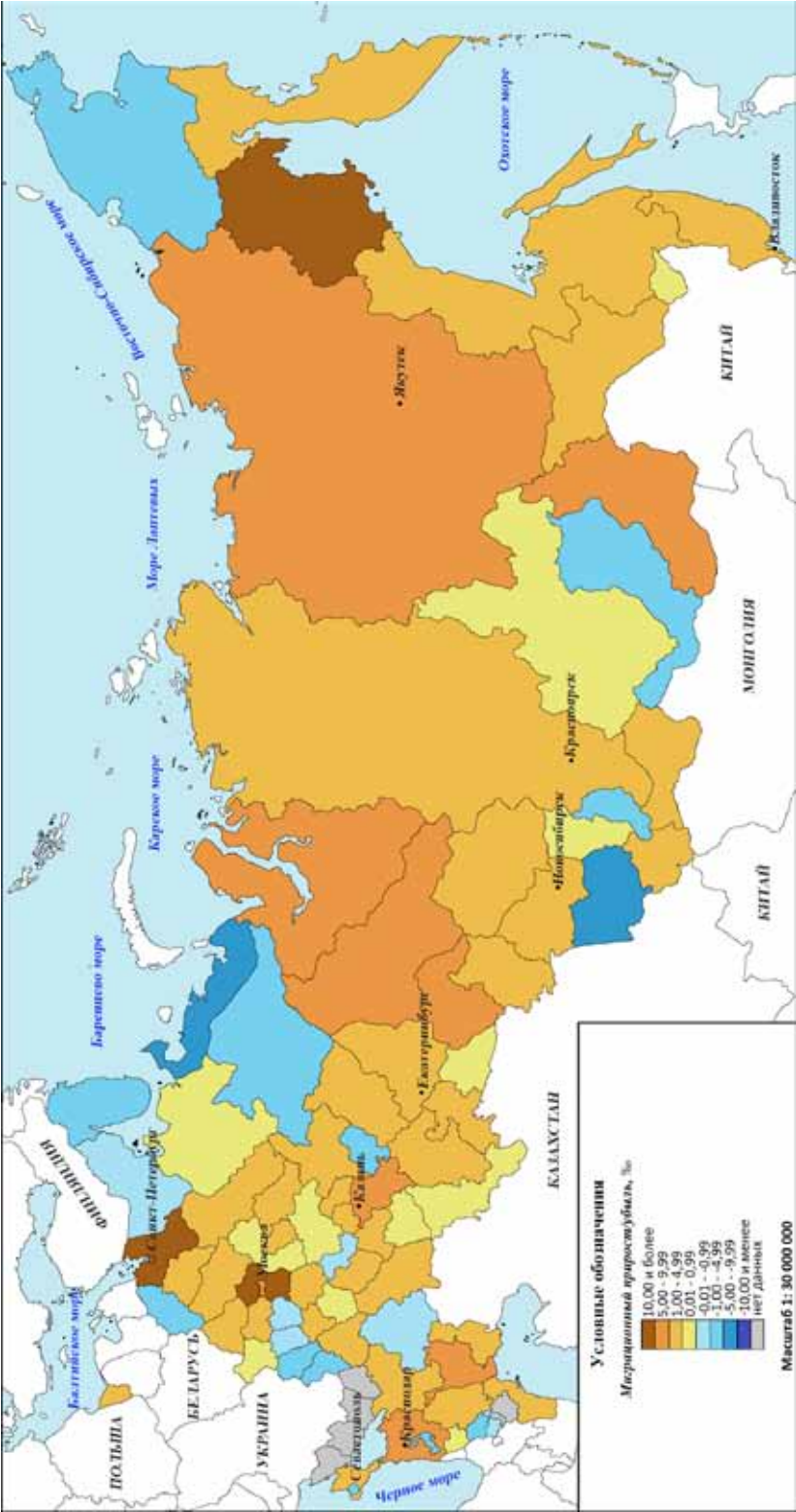


Рис. 8. Миграционный прирост городской местности регионов России в 2024 г.
Fig. 8. Migration growth of the urban population of the regions of Russia in 2024
Источник: составлено авторами. Source: compiled by the authors.

Заключение

Проведенное исследование позволило сделать следующие выводы:

1. В условиях не завершенности урбанизационных процессов наблюдается миграционная аттрактивность населения городской местности большинства регионов России.
2. Пространственную дифференциацию миграционной результативности определяет социально-экономическое развитие, пандемия, природный и демографический факторы и др. Наибольшая статистическая связь социально-экономического развития и миграционного прироста отмечалась в 2024 г., когда отмечался рост дефицита трудовых ресурсов.
3. В городской местности большинства регионов отличается миграционной привлекательностью городской местности в Северо-Западном, Южном и Уральском федеральных округах, где расположены важнейшие регионы-реципиенты для мигрантов (Санкт-Петербург, Тюменская, Калининградская и Ленинградская обл., ХМАО, Краснодарский край и Севастополь). В Центральном федеральном округе главными миграционными «магнитами» выступают Москва и «пристоличные» регионы – Московская и Калужская области. Миграционной привлекательностью выделяются в Приволжском федеральном округе – Кировская область и Марий Эл, в Северо-Кавказском федеральном округе – Ставропольский край, в Сибирском федеральном округе – Красноярский край и Новосибирская область, в Дальневосточном федеральном округе – Якутия.
4. К новейшим тенденциям региональных особенностей относится рост миграционной привлекательности городской местности регионов Крайнего Севера и Азиатской части России, чего не отмечалось (за исключением Тюменской обл.) со времен СССР. Возможно, что мы наблюдаем начало «слома» не-

гитивных тенденций обусловленных переменами 1990-х гг., которые привели к западному «дрейфу» населения в России.

5. Большая часть регионов Центрального, Сибирского, Дальневосточного и Северо-Кавказского федеральных округов имеют низкую среднюю и низкую миграционную привлекательность городской местности, что выражается в неустойчивости миграционного прироста или устойчивости оттока населения. Ареал неаттрактивных регионов входит большинство территорий Европейского Севера, нечерноземной полосы Центральной России, Центрального Черноземья, Среднего Поволжья, северокавказских республик, Юга Сибири и Дальнего Востока, что свидетельствует о важности географического положения территорий в системе «центр-периферия».

Список источников

1. Newbold K. B. Migration Up and Down Canada's Urban Hierarchy // Canadian Journal of Urban Research. 2011. No. 20 (1). P. 131–149.
2. Kotsubo M., Nakaya T. Moving up and down the urban hierarchy: Age-specific internal migration patterns in Japan based on the 2020 census. Population, Space and Place, 2024. DOI:10.1002/psp.2786. Web resource: <https://www.researchgate.net/publication/382073315> (accessed 16.03.2025)
3. Mu X., Cui C., Cui J. Migration up and down the urban hierarchy: The mediating effects of geographic mobility on migrants' homeownership, 2023. No. 29(1). DOI: 10.1002/psp.2663. Web resource: <https://www.researchgate.net/publication/370933241> (accessed 16.03.2025)
4. Wang X., Qi W., Liu S. et al. The settlement intention of urban-to-urban migrants in China: Spatial differences and driving factors // Journal of Geographical Sciences. 2022. No. 32 (12). P. 2503–2524. DOI: 10.1007/s11442-022-2058-6
5. Ридевский Г.В. Влияние агломерационных процессов на внутреннюю миграцию в Республике Беларусь // Социальные новации и социальные науки. 2024. № 1. С. 101–114. URL: <https://sns-journal.ru/ru/archive/> DOI: 10.31249/snsn/2024.01.06.
6. Гонина Н. В. Влияние миграционных процессов на формирование го-

- родского населения в Красноярском крае во второй половине 1950-х – начале 1980-х гг. // Вестник Кемеровского государственного университета. 2016. № 4. С. 28–34. DOI: 10.21603/2078-8975-2016-4-28-34
7. Дашинамжилов О. Б. Роль миграций в формировании населения городов Омской области в контексте хозяйственного освоения востока страны в 1960-е годы // Исторический курьер. 2021. № 4 (18). С. 154–162. URL: <http://istkurier.ru/data/2021/ISTKURIER-2021-4-14.pdf>
 8. Иванов И. С. Роль сельской миграции в формировании городского населения в Улан-Удэ (1950-1970-е гг.) // Вестник Бурятского университета. 2011. № 7. С. 148–151.
 9. Гонтарь Н. В. Миграционный фактор динамики городского населения Ростовской области // Социально-экономическая география: теория, методология и практика преподавания: Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Десятые Максаковские чтения». М.: Сам Полиграфист. 2024. С. 196–205.
 10. Тиникова Е. Е. Социальная инфраструктура городов Хакасии – фактор миграции населения? // Ойкумена. Регионоведческие исследования. 2023. № 4. С. 36–42. DOI: 10.24866/1998-6785/2023-4/36-42.
 11. Васильева Е. Н., Данилова Е. О. Социально-экономическая активность мигрантов в пространстве города Волгограда и Волгоградской области // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия: Проблемы социально-гуманитарного знания. 2015. Т. 21. № 7 (167). С. 62–65.
 12. Махрова А. Г., Нефедова Т. Г., Трейвиш А. И. Поляризация пространства Центрально-Российского мегалополиса и мобильность населения // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2016. № 5. С. 77–85.
 13. Фаузер В. В., Лыткина Т. С., Смирнов А. В., Фаузер Г. Н. Миграционный фактор социально-экономического развития Воркутинского городского округа – опорной зоны Российской Арктики // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. 2018. № 4. С. 66–81.
 14. Соловьев И. А., Зольникова Ю. Ф., Чихичин В. В., Овсянников Е. И. Демографические и миграционные процессы в Воронежской городской агломерации // Муниципальные образования регионов России: проблемы исследования, развития и управления: материалы V всероссийской межведомственной научно-практической конференции с международным участием. Воронеж: Издательство «Цифровая полиграфия». 2022. С. 129–137.
 15. Ахметова Г. Ф. Тренды миграции в городе Уфе: историческая ретрос-

- пектива и современность // Экономика и управление: научно-практический журнал. 2024. № 5. С. 147–154. DOI: 10.34773/EU.2024.5.25.
16. Нефедова Т. Г. Миграционная аттрактивность городов как индикатор трансформации постсоветского городского пространства России // Наука. Инновации. Технологии. 2014. №2. С. 106–135.
 17. Мкртчян Н. В., Гильманов Р. И. Крупные города России и их пригороды как центры притяжения внутренних мигрантов // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2023. № 68 (1). С. 44–63. DOI: 10.21638/spbu07.2023.103.
 18. Мкртчян Н. В. Стягивание населения России в крупные города и их пригороды // Журнал Новой экономической ассоциации. 2024. № 2 (63). С. 241–248. DOI: 10.31737/22212264_2024_2_241-248.
 19. Петухов Н. А. Преимущества крупных городов при миграции населения // Ресурсы. Информация. Снабжение. Конкуренция. 2017. № 3. С. 125–130.
 20. Петухов Н. А., Горидько Н. П. Миграционная привлекательность крупных российских городов // Ресурсы. Информация. Снабжение. Конкуренция. 2017. № 4. С. 156–165.
 21. Бедретдинова Е. О. Социально-экономические последствия миграции для развития малых городов // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2013. № 2. С. 37–42.
 22. Роговая А. В., Левченко Н. В. Образование, занятость и досуг как факторы миграции молодежи из малых городов // Ойкумена. Регионоведческие исследования. 2020. № 4. С. 23–33. DOI: 10.24866/1998-6785/2020-4/23-33.
 23. Логинова Л. В. Потенциал возвратной миграции молодых россиян в малые города. Научные исследования: проблемы и перспективы развития // Сборник статей по материалам Всероссийской национальной научно-практической конференции. Саратов, 2024. С. 119–122.
 24. Петухов Н. А. Миграционная привлекательность городов – административных центров Российской Федерации // Вестник ЮРГТУ (НПИ). 2018. № 4. С. 8–15.

References

1. Newbold KB. Migration Up and Down Canada's Urban Hierarchy. Canadian Journal of Urban Research. 2011;20(1):131-149.
2. Kotsubo M, Nakaya T. Moving up and down the urban hierarchy: Age-specific internal migration patterns in Japan based on the 2020 census. Population, Space and Place. 2024. DOI:10.1002/psp.2786. Web resource: <https://www.researchgate.net/publication/382073315> (accessed 16.03.2025)
3. Mu X, Cui C, Cui J. Migration up and down the urban hierarchy: The

- mediating effects of geographic mobility on migrants' homeownership. 2023;29(1). DOI: 10.1002/psp.2663. Web resource: <https://www.researchgate.net/publication/370933241> (accessed 16.03.2025)
4. Wang X, Qi W, Liu S et al. The settlement intention of urban-to-urban migrants in China: Spatial differences and driving factors. *Journal of Geographical Sciences*. 2022;32(12): 2503-2524. DOI: 10.1007/s11442-022-2058-6
 5. Ridevsky GV. The influence of agglomeration processes on internal migration in the Republic of Belarus. *Social innovations and social sciences*. 2024;(1): 101-114. [Available online:] <https://sns-journal.ru/ru/archive> DOI: 10.31249/snsn/2024.01.06. (in Russ.).
 6. Gonina NV. Influence of migratory processes on formation of urban population in Krasnoyarsk krai in the second half of the 1950s – early 1980s. *Bulletin of Kemerovo State University*. 2016;(4): 28-34. DOI: 10.21603/2078-8975-2016-4-28-34 (in Russ.).
 7. Dashinamzhilov OB. The Role of Migration in the Formation of Urban Populations of the Omsk region in the context of the economic development of the East of the country in the 1960s. *Historical Courier*. 2021;4(18):154-162. [Available online:] [http://istkurier.ru/data / 2021/ISTKURIER-2021-4-14.pdf](http://istkurier.ru/data/2021/ISTKURIER-2021-4-14.pdf) (in Russ.).
 8. Ivanov IS. The role of rural migration formation of the urban population in Ulan-Ude (1950-1970s). *Bulletin of the Buryat University*. 2011;(7):148-151. (in Russ.).
 9. Gontar NV. Migration factor of urban population dynamics in the Rostov region. *Socio-economic geography: theory, methodology and teaching practice: Materials of the All-Russian scientific and practical conference «The Tenth Maksakov Readings»*. Moscow: ООО «Sam Polygraphist», 2024. P. 196-205. (in Russ.).
 10. Tinikova E.E. Social infrastructure of towns in Khakassia – factor of population migration? *Ojkumena. Regional researches*. 2023;(4):36–42. DOI: 10.24866/1998-6785/2023-4/36-42. (in Russ.).
 11. Vasileva EN, Danilova EO. Social and economic activity of migrants in space of the city of Volgograd and the Volgograd region. *Proceedings of the Volgograd State Technical University. Series: Problems of social and humanitarian knowledge*. 2015;21(7):62-65. (in Russ.).
 12. Makhrova AG, Nefedova TG, Treivish AI. The Central Russian megalopolis: polarization of space and population mobility. *Moscow University Bulletin. Series 5. Geography*. 2016;(5):77-85. (in Russ.).
 13. Fauzer VV, Lytkina TS, Smirnov AV, Fauzer GN. Migration factor of socio-economic development of Vorkuta urban district as a supporting zone of the Russian Arctic. *Corporate governance and innovative economic development of the North: Bulletin of the Scientific Research Center for*

- Corporate Law, Management and Venture Capital of Syktyvkar State University. 2018;(4):66-81. (in Russ.).
14. Soloviev IA, Zolnikova JuF, Chikhichin VV, Ovsyannikov EI. Demographic and migration processes in the Voronezh urban agglomeration. Municipalities of the regions of Russia: problems of research, development and management: proceedings of the V All-Russian Interdepartmental Scientific and practical conference with international participation. Voronezh: Digital Polygraphy Publishing House; 2022. P. 129-137. (in Russ.).
 15. Akhmetova GF. Migration trends in Ufa: historical retrospect and modernity. Economics and Management: a scientific and practical journal. 2024;(5):147-154. DOI: 10.34773/EU.2024.5.25. (in Russ.).
 16. Nefedova TG. Migration attractiveness of cities as an indicator of transformation of post-Soviet urban space of Russia. Science. Innovations. Technologies. 2014;(2):106-135. (in Russ.).
 17. Mkrtchyan NV, Gilmanov RI. Big cities of Russia and their suburbs as centers of attraction of internal migrants. Vestnik of Saint Petersburg University. Earth Sciences. 2023;68(1):44-63. DOI: 10.21638/spbu07.2023.103. (in Russ.).
 18. Mkrtchyan NV. Drawing of the Russian population into large cities and their suburb. Journal of the New Economic Association. 2024;2(63):241-248. DOI: 10.31737/22212264_2024_2_241-248. (in Russ.).
 19. Petukhov NA. Advantages of large cities during population migration. RISK: Resources. Information. Supply. Competition. 2017;(3):125-130. (in Russ.).
 20. Petukhov NA, Goridko NP. Migration attractiveness of large Russian cities. Resources. Information. Supply. Competition. 2017;(4):156-165. (in Russ.).
 21. Bedretdinova EO. Social and economic consequences of migration for the development of small towns. Innovative economy: prospects for development and improvement. 2013;(2):37-42. (in Russ.).
 22. Rogovaya AV, Levchenko NV. Education, employment and leisure as factors of youth migration from small towns. Ojkumena. Regional researches. 2020;(4):23-33. DOI: 10.24866/1998-6785/2020-4/23-33. (in Russ.).
 23. Loginova LV. Potential of return migration of young Russians to small towns. Scientific research: problems and prospects of development. Collection of articles based on the materials of the All-Russian National Scientific and Practical Conference. Saratov; 2024. P. 119-122. (in Russ.).
 24. Petukhov NA. Migration attractiveness of cities – administrative centers of the Russian Federation. Bulletin of YURGTU (NPI). 2018;(4):8-15. (in Russ.).

Информация об авторах

Иван Алексеевич Соловьев – доктор географических наук, доцент, профессор департамента географии и геоинформатики факультета международных отношений Северо-Кавказского федерального университета. Scopus ID: 57192380969, Researcher ID: JGM-9872-2023.

Юлия Федоровна Зольникова – кандидат географических наук, доцент, доцент департамента географии и геоинформатики факультета международных отношений Северо-Кавказского федерального университета, Scopus ID: 57219554702.

Данил Геннадьевич Акинин – аспирант департамента географии и геоинформатики факультета международных отношений Северо-Кавказского федерального университета.

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

Information about the authors

Ivan A. Soloviev – Dr. Sci. (Geogr.), Associate Professor, Professor of the Department of Geography and Geoinformatics, Faculty of International Relations, North-Caucasus Federal University, Scopus ID: 57192380969, Researcher ID: JGM-9872-2023.

Julia F. Zolnikova – Cand. Sci. (Geogr.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Geography and Geoinformatics, Faculty of International Relations, North-Caucasus Federal University, Scopus ID: 57219554702.

Danil G. Akinin – graduate student, Department of Geography and Geoinformatics, Faculty of International Relations, North-Caucasus Federal University.

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



Научная статья

УДК 551.583

<https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.5>

ДИНАМИКА ТЕМПЕРАТУР НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ С 1500 ПО 2004 ГГ. И АНАЛИЗ ИХ АНОМАЛИЙ В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

Борис Азреталиевич Ашабоков^{1,2},
Алла Амарбиевна Ташилова^{3*},
Лара Асировна Кешева⁴,
Наталья Вячеславовна Теунова⁵

^{1,3,4,5} Высокогорный геофизический институт (д. 2, пр. Ленина, Нальчик, 360030, Российская Федерация)

² Институт информатики и проблем регионального управления КБНЦ РАН

^{1,2} ashabokov.boris@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2889-0864>

³ tashilovaa@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2368-6047>

⁴ kesheva.lara@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5132-1563>

⁵ nata0770@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1135-3587>

* Автор, ответственный за переписку

Аннотация.

Объектом исследования является изменение сезонных и годовых температур на европейской территории с 1500 по 2004 гг., полученных из открытых источников с использованием прокси-данных (1500–1900 гг.) и инструментальных данных (1900–2004 гг.), а также климатические изменения на территории Северного полушария и на юге европейской территории России (ЕТР) с 1961 по 2024 гг. по данным инструментальных измерений.

Для моделей годовых и сезонных температур на европейской территории, построенных методом синусоидальной регрессии, определены периодичности, моделирующие процесс на статистически значимом уровне. Регрессионный анализ показывает, что все тренды положительные и, несмотря на небольшие значения R^2 , значимые на 5 %-м уровне. В ряду годовых температур на европейской территории холодные экстремумы имеют место до XX столетия, а все теплые экстремумы – в XX и в начале XXI вв. В результате спектрального анализа получено, что для ряда среднегодовой температуры на европейской территории с 1500 по 2004 гг. выделены основные периоды: 30-летний и 3–4-летняя квазипериодичность. Используя вейвлет-преобразование, определены периодичности рядов в разных временных масштабах, что демонстрирует тот факт, что статистически значимые масштабы периодичностей во временном ряде 1500–2004 гг. не только присутствуют, но и эволюционируют.

Линейный тренд годовых температур Северного полушария и юга ЕТР в современный период (1961–2024 гг.)

демонстрирует устойчивый рост со скоростью $0,24\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет и $0,28\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет. В современный период как для Северного полушария, так и для юга ЕТР определяющими являются внутридекадные периодичности годовых температур (2–3–4-летние). Из модели синусоидальной регрессии следует, что периодичность в 3 года, формирующая ряд, определяется как основная уже при использовании первых трех гармоник в модели. В формировании температурного режима добавляются 9–10-летние периоды, определяемые, вероятно, известной цикличностью солнечной активности.

Ключевые слова: временной ряд температуры, аномалии, экстремумы, периоды, спектральный анализ, вейвлет-преобразование

Для цитирования: Ашабоков Б.А., Ташилова А.А., Кешева Л.А., Теунова Н.В. Динамика европейских температур с 1500 по 2004 гг. и анализ их аномалий в современный период // Наука. Инновации. Технологии. 2025. №3. С. 123-148. <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.5>

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 20.06.2025;
одобрена после рецензирования 29.08.2022;
принята к публикации 16.09.2025.

**1.6.18. Atmospheric and Climate Sciences
(Physical and Mathematical Sciences)**
Research article

**Dynamics of European temperatures from 1500
to 2004 and analysis of their anomalies
in the modern period**

**Boris A. Ashabokov^{1,2},
Alla A. Tashilova^{3*},
Lara A. Kesheva⁴,
Nataliya V. Teunova⁵**

^{1,3,4,5} High-Mountain Geophysical Institute (2, Lenin av., Nalchik, 360030, Russian Federation)

² Institute of Informatics and Regional Management Problems of the KBSC RAS

^{1,2} ashabokov.boris@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2889-0864>

³ tashilovaa@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2368-6047>

⁴ kesheva.lara@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5132-1563>

⁵ nata0770@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1135-3587>

* Corresponding author

Abstract.

The object of the study is the change in seasonal and annual temperatures in the European territory from 1500 to 2004, obtained from open sources using proxy data (1500–1900) and instrumental data (1900–2004), as well as climate changes in the Northern Hemisphere and in the south of European Russia from 1961 to 2024 according to instrumental measurements. For the models of annual and seasonal European temperatures built by the sinusoidal regression method, periodicities were determined that simulate the process at a statistically significant level. Regression analysis showed that all trends are positive and, despite small R^2 values, significant at the 5 % level. In a series of European annual temperatures, cold extremes occurred before the 20th century, and all warm extremes in the 20th and early 21st centuries. As a result of spectral analysis, it was found that for the European average annual temperature series from 1500 to 2004, the main periods were identified: 30-year and 3–4-year quasi-periodicity. Using the wavelet transform, the periodicities of the series were determined on different time scales, which demonstrated the fact that statistically significant periodicity scales in the time series of 1500–2004 are not only present but they evolve. The linear trend of annual temperatures in the Northern Hemisphere and the south of the European Russia in the modern period (1961–2024) demonstrates a steady increase at a rate of 0.24 °C/10 years and 0.28 °C/10 years. In the modern period, both for the Northern Hemisphere and for the south of the European Russia, intra-decadal periodicities of annual temperatures (2–3–4 years) are decisive. From the sinusoidal regression model, it follows that the 3-year periodicity that forms the series is defined as the main one already when using the first three harmonics in the model. In the formation of the temperature regime, 9–10-year periods are added, determined, probably, by the known cyclicity of solar activity.

Keywords: European temperatures, anomalies, extremes, periods, spectral analysis, wavelet transform

For citation: Ashabokov BA, Tashilova AA, Kesheva LA, Teunova NV. Dynamics of European temperatures from 1500 to 2004 and analysis of their anomalies in the modern period. Science. Innovations. Technologies. 2025;(3):123-148. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.5>

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

The article was submitted 20.06.2025;
approved after reviewing 29.08.2022;
accepted for publication 16.09.2025.

Введение

В последнее время крайне актуальным стал вопрос об изменениях климата как на протяжении длительных исторических периодов (сотни лет), так и за последние десятилетия. Знание климата за прошлые столетия помогает улучшить понимание естественной изменчивости климата, а также решить вопрос о том, является ли современное изменение климата беспрецедентным в долгосрочном контексте [1]. Поскольку до середины XIX века отсутствовали инструментальные измерения температуры, то использование косвенных данных (прокси-данных) для восстановления температуры и осадков прошлых столетий сформировало новую методику исследования климата. А именно, использование архивов естественного климата или, как уже упоминалось выше, прокси-данных, таких как годовые кольца деревьев, кораллы и ледяные керны, а также исторических документальных записей для реконструкции климата в прошлом как в глобальном, так и региональном масштабах [2, 3]. Например, по результатам исследования климата за несколько столетий в работе [2] сделан вывод, что потепление в Северном полушарии за последнее десятилетие, вероятно, аномально в контексте не только последних 1000 лет, но и более длительного периода. Этот вывод можно распространить по крайней мере на последние 1700 лет, если использовать данные годовых колец, но с учетом дополнительных серьезных оговорок.

Изменение климата сопровождалось сменой теплых и холодных периодов. Наступление холодного периода (снижение температуры на 2 градуса) началось с IV века нашей эры и продолжалось до VII века, после чего с X по XIII век наблюдался средневековый оптимум, когда температура на планете поднялась более чем на 1 градус. Однако с XIV по XIX век на планете вновь похолодало, наступил малый ледниковый период. И, наконец, современное потепление может быть очередным этапом в долгой истории климатических изменений, которые успешно пережило человечество [4].

Многие климатологи считают, что наблюдаемое глобальное повышение температуры является результатом совместного воздействия на климатическую систему не только антропогенных, но и естественных факторов [5]. В докладах Росгидромета [6] отмечается,

что рост среднегодовой температуры в России с середины 70-х годов XX века в два с половиной раза превосходит глобальный. Начиная с 80-х годов каждое десятилетие было теплее предыдущего, а если проанализировать 10 самых теплых лет за всю историю наблюдений, то 9 из них случились не в XX веке, а уже в XXI. За последнее десятилетие в среднем по планете потеплело на 0,17-0,18 °C, а в России – на 0,48 °C. Если же взять северные территории, то там температура поднялась на 1,2 °C.

Такой значительный рост средней температуры характерен для стран, лежащих в высоких широтах, и обусловлен так называемой арктической амплификацией (полярное усиление). В работе [7] отмечается, что полярное усиление – это явление, при котором любое изменение чистого радиационного баланса (например, усиление парникового эффекта) приводит к большему изменению температуры вблизи полюсов, чем в среднем по планете. Основными механизмами, определяющими арктическое усиление, являются различные климатические обратные связи, работающие по-разному в разных широтах, и перенос тепла к полюсу, вызванный атмосферной и океанической циркуляцией. Доиндустриальные исследования показали, что естественные физические механизмы являются ключевыми факторами, определяющими полярное усиление. Однако в нынешних климатических условиях возрастающие антропогенные воздействия суммируются с естественными и должны быть адекватно учтены.

В Ежегодном обзоре глобального климата Всемирной метеорологической организации [8] подтверждается, что 2024 год стал первым календарным годом, когда температура воздуха была более чем на 1,5 °C выше, чем в доиндустриальную эпоху, а средняя глобальная приземная температура – на $(1,55 \pm 0,13)$ °C выше средней температуры 1850–1900 годов. Это был самый теплый год за 175 лет наблюдений.

Климат на юге европейской территории России (ЕТР) отличается большой неоднородностью, но в последнее время выявляется общая тенденция: на большей части территории увеличилась засушливость. Ранее авторами были оценены скорость и масштабы как медленных изменений климата, так и его экстремальных про-

явлений на юге ЕТР в последние десятилетия [9, 10]. В работе [9] сделан вывод, что во всех климатических зонах юга России, за исключением высокогорной (по данным м/станции Терскол, 2144 м н.у.м), за последние десятилетия наблюдается статистически значимое увеличение средних годовых температур. В динамике средних сезонных температур во всех климатических зонах юга ЕТР наблюдается общая закономерность – наибольшая скорость роста имеет место в летний сезон, в том числе в высокогорной зоне, $0,32\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет (вклад тренда в объясненную дисперсию $D = 35,6\%$). Результаты исследований в [10] показывают, что в распределении экстремальных значений температуры на юге ЕТР имеются две взаимно обратные тенденции – нелинейный рост горячих экстремумов температуры, превышающих верхний порог, и снижение холодных экстремумов, определяемых ниже порогового значения.

Материалы и методы исследований

В работе [2] отмечается, что большинство попыток реконструировать температуры используют варианты методологии «реконструкция плюс инструментальное измерение», в которой прокси-данные (годовые кольца деревьев, ледяные керны или кораллы), считающиеся чувствительными к прошлым колебаниям температуры поверхности земли, стандартизируются и центрируются, а затем объединяются для формирования ряда. Затем полученный ряд масштабируется по отношению к целевому инструментальному ряду (например, ряду среднегодовой температуры Северного полушария) для получения реконструкции полушария или глобальной средней температуры.

В данном исследовании для анализа климата на европейской территории был использован временной ряд температур за 1500–2004 гг., включающий в себя как реконструкцию (1500–1900 гг.), так и инструментальные данные (1900–2004 гг.) Реконструированные годовые и сезонные температуры европейской территории получены из [11]. Инструментальные данные за 1901–2002 гг. взяты из работы [12], данные за 2003–2004 гг. – из работы [13].

Для фокусировки современных климатических изменений из длинного ряда температур Северного полушария [14] был вы-

делен современный период с 1961 по 2024 гг., кроме того, проведен анализ среднегодовых температур на юге европейской территории России (ЕТР) по данным инструментальных измерений за этот же период (данные предоставлены Северокавказским управлением гидрометеослужбы). Исследование изменений температурного режима указанных временных рядов было проведено методами статистического и регрессионного анализа, спектрального анализа и вейвлет-преобразования с помощью статистических пакетов SPSS, STATISTICA и программы Past 4.15 (<https://www.nhm.uio.no/english/research/resources/past>) [15, 16, 17].

Результаты исследований и их обсуждение

Остановимся на анализе европейских годовых и сезонных температур за 1500–2004 гг. На рисунке 1а-д представлены исходные графики сезонных и годовых температур с 1500 по 2004 гг. (синяя линия). Используя метод синусоидальной регрессии [17], были построены модели соответствующих сезонных и годовых рядов температур (рис. 1, а–д, красные линии). На графике годовых температур (рис. 1, д) для модели синусоидальной регрессии определены периодичности (годы), моделирующие процесс и подгоняющие модель под исходные данные годовых температур на статистически значимом уровне ($R^2 = 0,286$, $p < 0,05$).

Средние европейские зимние температуры (рис. 1, а) в период с 1500 по 1900 год были ниже примерно на $0,5^\circ\text{C}$ ($0,25^\circ\text{C}$ для среднегодовых температур) по сравнению с XX веком, имеются 2 холодных экстремума. Для рассматриваемого периода в ряду зимних температур отсутствуют теплые экстремумы. Самая холодная европейская зима была в 1708/1709 гг.

Из графиков (рис. 1, б, в) видно, что весенняя и осенняя температура испытали систематическое столетнее похолодание по сравнению с нынешними условиями. Самые холодные весны наблюдались во время минимума Маундера (1645–1715 гг.). Амплитуда колебаний весенней температуры ($t_{\max} - t_{\min} = 4,19^\circ\text{C}$) в мультидекадных масштабах превышает амплитуду осенних ($t_{\max} - t_{\min} = 3,02^\circ\text{C}$). Из графика видно, что десятилетие 1995–2004 гг. было самым теплым за последние 500 лет, при этом, как известно по данным инс-

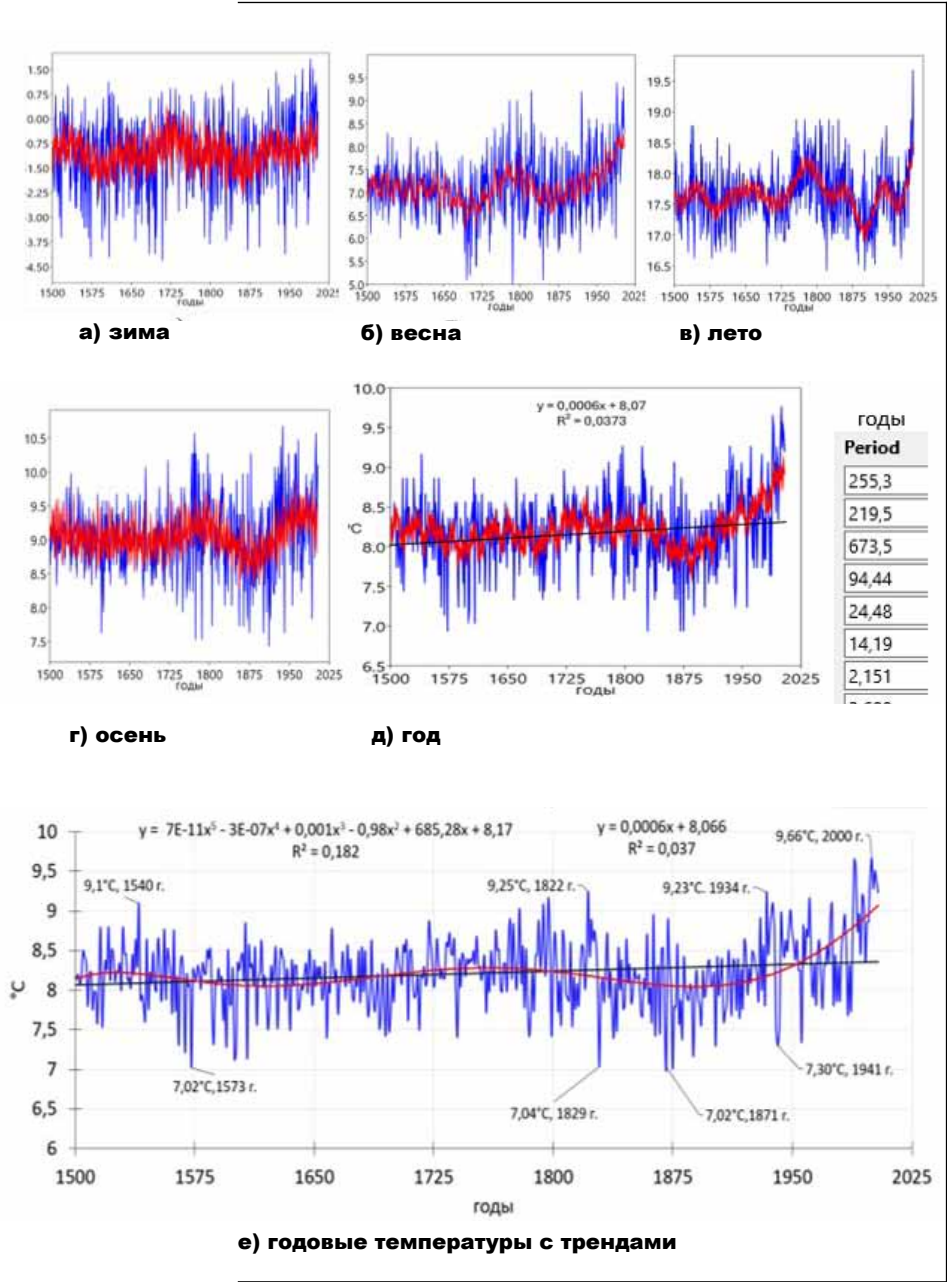


Рис. 1. Исходный ряд годовых и сезонных европейских температур (а-е, синий) с моделью синусоидальной регрессии с 8 гармониками (а-д, красный), с полиномиальным и линейным трендами (е, красный и черный), 1500–2004 гг.
Fig. 1. Original series of annual and seasonal European temperatures (a–e, blue) with an 8-harmonic sinusoidal regression model (a–d, red), with polynomial and linear trends (e, red and black), 1500–2004
Источник: составлено авторами. Source: compiled by the authors

трументальных измерений, представленных в бюллетене Всемирной метеорологической организации (ВМО) [8], температура продолжала расти и каждое последующее десятилетие становилось теплее предыдущего. Аномально теплые весны и осени в целом стали более экстремальными в XX веке, особенно в последние десятилетия (таблица 1).

График летних температур не демонстрирует систематического похолодания в масштабе столетия относительно современных условий. 2003 год был самым жарким летом для данного ряда, но по последним данным ВМО [8] самое жаркое лето пришлось на 2024 г.

Из графика годовых температур (рис. 1, *e*) видно, что самые низкие годовые температуры ($7,02^{\circ}\text{C}$) имели место в 1573 г., 1826 г., 1871 г., при этом можно заметить, что они не попадают ни в минимум Маундера (1645–1715 гг.), ни в «год без лета» после извержения вулкана Тамбора в 1815 г. В 20 веке минимальная температура была зафиксирована в 1941 году. Из четырех пиков теплых лет выделяется 2000 г. с температурой $9,66^{\circ}\text{C}$.

Статистический анализ сезонных и годовых температур на европейской территории 1500–2004 гг.

Из статистического анализа сезонных и годовых средних температур за 1500–2004 гг., результаты которого представлены в таблице 1, видно, что все сезонные значения средних температур положительные, за исключением зимнего сезона. Стандартное отклонение наибольшее в зимний сезон. Наибольший размах между максимальным и минимальным имело место также в зимний сезон ($5,89^{\circ}\text{C}$), затем в весенний, летний и осенний со значениями $4,19^{\circ}\text{C}$, $3,14^{\circ}\text{C}$ и $3,02^{\circ}\text{C}$ соответственно. Тест Колмогорова – Смирнова показал, что только зимний сезон имеет нормальную кривую распределения ($0,057 > 0,05$), остальные сезоны близки к нормальному распределению, но имеют незначительную правостороннюю асимметрию и положительный эксцесс, что характеризует распределение с большим количеством метеопараметров вблизи среднего значения, а также с большим количеством параметров, превышающих среднее значение.

Таблица 1. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЯДА ГОДОВЫХ ТЕМПЕРАТУР
НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ, 1500–2004 ГГ.
Table 1. Statistical analysis of European annual temperature series, 1500–2004

Статистики	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
1. Среднее (ст. ошибка), $\bar{x}$ (°C)	-1,04 (0,05)	7,12(0,03)	17,64 (0,02)	9,05 (0,02)	8,21 (0,02)
2. Стандартное отклон., σ (°C)	1,11	0,65	0,46	0,52	0,43
3. Минимум, min, (°C)	-4,15	5,08	16,48	7,53	7,01
4. Максимум, max (°C)	1,73	9,26	19,6	10,55	9,66
5. Размах, R (°C)	5,89	4,19	3,14	3,02	2,65
6. Асимметрия, As	-0,415	0,242	0,379	-0,032	0,093
7. Эксцесс, E	-0,12	0,718	0,436	0,398	0,65
8. Нормальность распред., $P > 0,05$	0,057 > 0,05 норм.	0,043 < 0,05 не норм.	0,046 < 0,05 не норм.	0,039 < 0,05 не норм.	0,042 < 0,05 не норм.
9. Экстремумы	Холодные экстремумы (ниже порогового значения)				
	2 экстр. ≤ -4,1°C 1608 г. (-4,14) 1709г. (-4,15)	6 экстр. ≤ 5,4°C 1695 г. (5,16) 1701 г. (5,34) 1713 г. (5,38) 1714 г. (5,44) 1785 г. (5,08) 1845 г. (5,21)	1 экстр. ≤ 16,5 °C 1902 г. (16,48)	7 экстр. ≤ 7,7 °C 1597 г. (7,65) 1774 г. (7,60) 1786 г. (7,63) 1875 г. (7,67) 1902 г. (7,72) 1912 г. (7,53) 1941 г. (7,72)	7 экстр. ≤ 7,2 °C 1573 г. (7,02) 1600 г. (7,13) 1601 г. (7,2) 1608 г. (7,13) 1889 г. (7,04) 1871 г. (7,02) 1875 г. (7,01) 1888 г. (7,16)
	Теплые экстремумы (выше порогового значения)				
		9 экстр. ≥ 8,8 1779 г. (8,88) 1794 г. (8,90) 1822 г. (9,06) *1920 г. (9,14) 1921 г. (8,76) 1989 г. (9,26) 1990 г. (8,97) 2000 г. (8,95) 2002 г. (9,21)	8 экстр. ≥ 18,8 1757 г. (18,85) 1775 г. (18,80) 1807 г. (18,79) 1826 г. (18,76) 1999 г. (18,83) 2002 г. (18,91) 2003 г. (19,62)	4 экстр. ≥ 10,4 1772 г. (10,54) 1938 г. (10,55) 1967 г. (10,44) 2000 г. (10,48)	7 экстр. ≥ 9,3 1989 г. (9,64) 1990 г. (9,54) 1999 г. (9,44) 2000 г. (9,66) 2001 г. (9,30) 2002 г. (9,51) 2003 г. (9,37)

Источник: составлено авторами / Source: compiled by the authors.

* экстремумы в XX–XI вв. выделены полужирным.

Со второй половины XX века не было ни одного сезонного экстремума меньше нижнего порога, а именно: последние холодные экстремумы были определены в летний сезон 1902 г. ($16,48^{\circ}\text{C} < 16,5^{\circ}\text{C}$), и в осенние сезоны 1902 г. ($7,72^{\circ}\text{C}$), 1912 г. ($7,53^{\circ}\text{C}$), 1941 г. ($7,72^{\circ}\text{C}$) $< 7,7^{\circ}\text{C}$. Теплых экстремумов ($\geq 18,8^{\circ}\text{C}$) в летний сезон было определено 7 значений (из них три в 21 в.). По количеству экстремумов выделяется ряд средней весенней температуры ($n=15$), из которых 6 экстремумов меньше нижнего порога ($\leq 5,4^{\circ}\text{C}$, все экстремумы с XVII по XIX вв.) и 9 экстремумов превышают верхний порог ($\geq 8,8^{\circ}\text{C}$, из них 3 экстремума в XVIII–XIX вв., 6 экстремумов в XX–XXI вв.). В осенний сезон средние температуры имели 7 экстремальных значений ниже порогового ($\leq 7,7^{\circ}\text{C}$) и 4 экстремума выше порогового ($\geq 10,4^{\circ}\text{C}$). Выделяется зимний сезон, в котором наблюдается лишь 2 экстремальных значения ниже порогового $t=-4,1^{\circ}\text{C}$. В ряду годовых средних температур наблюдалось одинаковое количество экстремальных значений как выше, так и ниже пороговых, при этом все холодные экстремумы были определены до 20 столетия, а все теплые экстремумы – в XX и в начале XXI века.

Коротко остановимся на тенденции изменения среднегодовых температур на европейской территории. На рисунке 1, *е* изображен исходный ряд годовых температур с линейным и полиномиальными трендами. Полином демонстрирует периоды смены роста и снижения температуры, максимальное из которых пришлось на период с начала XIX века и до второй половины XX века, сменившийся устойчивым ростом температуры с 70-х годов XX века. Как видно из рисунка 1, *е*, главной закономерностью межгодовой изменчивости ряда температур является четко выраженное сложное циклическое колебание (тенденция), которое описано полиномом высокой ($m=5$) степени. Одновременно с этим мы видим однонаправленный постепенный рост температуры воздуха (тренд), который легко представить в виде полинома первой степени, то есть частный случай тенденции.

Регрессионный анализ показал, что все тренды положительные и, несмотря на небольшие значения R^2 , статистически значимые на 5 %-м уровне: скорость роста годовых температур составила $0,06^{\circ}\text{C}/100$ лет ($R^2 = 3,7\%$), зимних температур $0,09^{\circ}\text{C}/100$ лет

($R^2 = 1,4\%$), весенних температур $0,087\text{ }^\circ\text{C}/100\text{ лет}$ ($R^2 = 3,8\%$), летних температур $0,03\text{ }^\circ\text{C}/100\text{ лет}$ ($R^2 = 1,0\%$), осенних температур $0,04\text{ }^\circ\text{C}/100\text{ лет}$ ($R^2 = 1,2\%$).

Спектральный анализ

Полагая, что ряд температур не является чисто случайным, в нем имеются некоторые, обычно не очень видные сразу (скрытые) закономерности, то с помощью периодограммы возможно более конкретно выделить регулярные компоненты колебательного типа. Если временной ряд имеет спектральное разложение вида:

$$X(t) = MX + a_n \cos \omega_n \tau + b_n \sin \omega_n \tau,$$

то периодограмма состоит из точек $(\omega_n, a_n^2 + b_n^2)$. Величина $(a_n^2 + b_n^2)$ – квадрат модуля характеризует мощность соответствующей гармоник.

Методом быстрого преобразования Фурье (БПФ) [16] был проведен спектральный анализ среднегодовой температуры на европейской территории, построена периодограмма (рис. 2), определены основные гармонические компоненты. С помощью БПФ было получено представление данных в частотной области и во временной. Из рисунка 2 видно, что несколько больших пиков в области некоторых частот указывают на то, что в спектральном разложении автокорреляционной функции присутствуют соответствующие гармонические компоненты, а именно: 250-летние, 504-летние, 167-летние, 30-летние и 3–4-летние циклы. Частоты и периоды, соответствующие пяти максимальным пикам периодограммы с наибольшими мощностями, представлены в таблице 2.

Из рисунка 2 видно, что функция монотонно возрастает при переходе точки с периодом $T = 167$ лет, поэтому этот период не учитывается. Далее рассматривая 504-летний диапазон, мы не можем говорить о наличии в нем циклов, период которых больше или равен половине длины ряда (следствие теоремы Котельникова), поэтому этот период также исключается. Таким образом, для ряда европейской среднегодовой температуры за период с 1500 по 2004 гг. можно выделить 30-летний период и 3-4-летнюю квазипериодичность.

Таблица 2. ПЯТЬ МАКСИМАЛЬНЫХ ПИКОВ ПЕРИОДОГРАММЫ РЯДА ГОДОВЫХ ТЕМПЕРАТУР НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ ЗА ПЕРИОД 1500–2004 ГГ.
Table 2. Five maximum peaks of the periodogram of the European annual temperature series for the period 1500-2004

Значение мощности	Частота	Период
(1) 8,308	0,0040	250 лет
(2) 1,961	0,0020	504 года
(3) 1,472	0 ,0060	166,7 лет
(4) 1,402	0,0337	29,7 лет
(5) 1,314	0,2778	3,6 года

Источник: составлено авторами.
Source: compiled by the authors

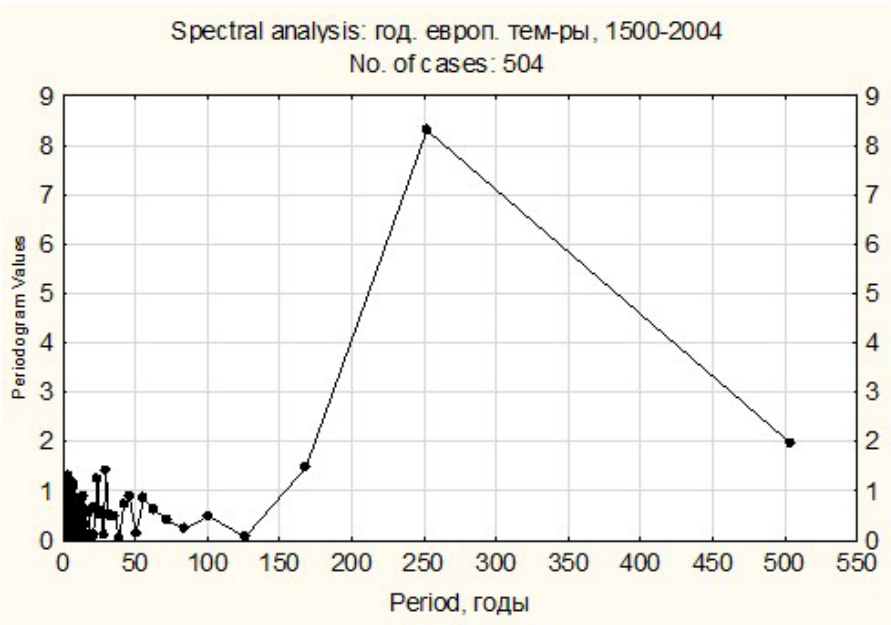


Рис. 2. Периодограмма мощности ряда европейских годовых температур за период с 1500 по 2004 гг.
Fig. 2. Periodogram of the power of the European annual temperature series for the period 1500-2004.
Источник: составлено авторами / Source: compiled by the authors.

Вейвлет-преобразование

Применим другой способ для выделения гармонических составляющих – вейвлет-преобразование, суть которого подробно описана в одной из первых работ на эту тему [18]. В работе [18] приводится сравнение преобразования Фурье и вейвлет-преобразования, в ней отмечается, что одномерное преобразование Фурье дает также одномерную информацию об относительном вкладе (амплитудах) разных временных масштабов (частот). Результатом вейвлет-преобразования одномерного ряда является двумерный массив амплитуд вейвлет-преобразования – значений коэффициентов $W(a,b)$. Распределение этих значений в пространстве (a,b) – (временной масштаб, временная локализация) дает информацию об эволюции относительного вклада компонент разного масштаба во времени и называется спектром коэффициентов вейвлет-преобразования. Таким образом, используя вейвлет-преобразование можно получить частотно-временное представление данных, то есть результаты вейвлет-анализа позволяют не только выделить основные периодичности масштабов, но и получить дополнительную информацию о временных интервалах проявления компонент различного масштаба и частоты.

Для обнаружения периодичности временных рядов в разных масштабах (в малых, средних и больших масштабах одновременно) с помощью вейвлет-преобразования была использована программа Past 4.15 [17].

На рисунке 3 представлена скалограмма коэффициентов вейвлет-преобразования в диапазоне масштабов, охватывающем практически все крупномасштабные детали процесса. В отличие от «объемного» спектрального анализа, вейвлет-преобразование в виде скалограммы демонстрирует видимые изменения силы и частоты сигнала с течением времени. Уровень значимости, соответствующий $p = 0,05$, можно изобразить в виде контура.

На рисунке 3 вертикальная ось (Y) на графике представляет собой логарифмическую шкалу размеров ($\log_2$), здесь же параллельно приведена шкала периодичностей в годах. Верхняя часть рисунка представляет собой подробный, мелкозернистый вид, в то время как нижняя часть представляет собой сглаженный обзор более дли-

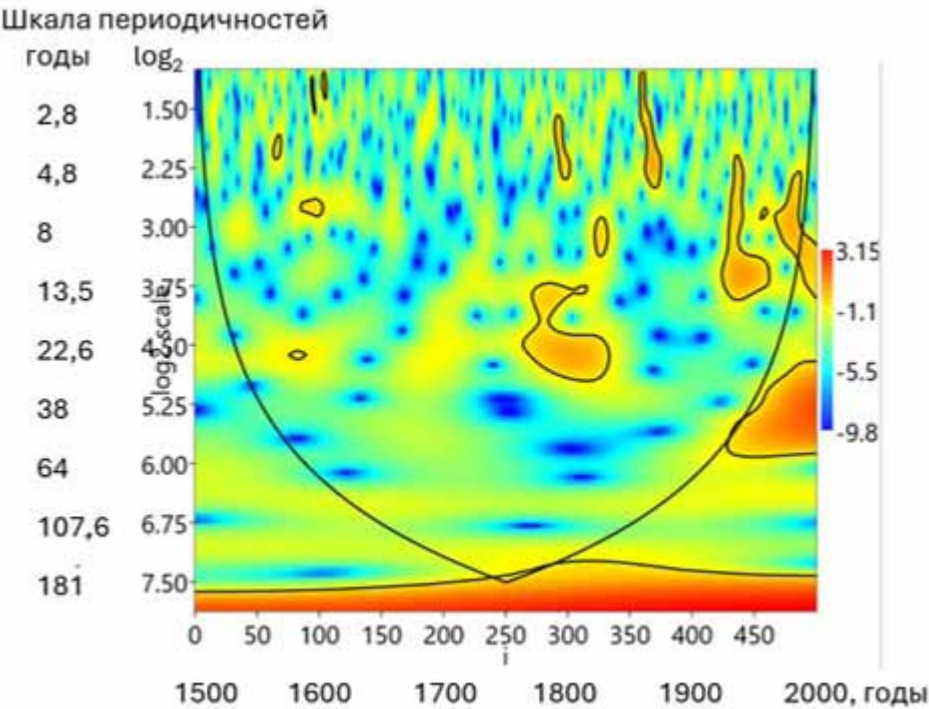


Рис. 3. Скалограмма коэффициентов вейвлет-преобразования ряда европейской годовой температуры, 1500–2004 гг.
Fig. 3. Scalogram of the wavelet transform coefficients of the European annual temperature series, 1500-2004

Источник: составлено авторами.
Source: compiled by the authors.

тельных тенденций. Мощность сигнала показана в оттенках цветов (от темно-синего до оранжевого) справа от рисунка. По оси X на графике представлена длина временного ряда (505 точек), ниже – соответствие последовательности точек годам (от 1500 до 2004 гг.).

На рисунке 3 видно, что статистически значимые масштабы периодичностей в этом временном ряде не только присутствуют, но и эволюционируют. Так, например, периодичности с масштабами колебаний в 3–5 лет имеют место на протяжении всего исследуемого периода с 1500 по 2004 гг., а периодичности в 13,5–23 лет формировались в период с 1750 по 1850 гг. С 1900 года сформировались периодичности в 5–13 лет и в более поздний период с середины XX века – периоды от 30 до 60 лет. Крупномасштабный период в 181 год характерен для всего изучаемого интервала.

Анализ аномалий годовых температур Северного полушария и юга ЕТР в современный период 1961–2024 гг.

Как известно, с середины XX столетия началось существенное потепление глобального климата, при этом в Северном полушарии (СП) темпы и скорость роста приземной температуры существенно опережали этот процесс в Южном полушарии. Основной причиной такого различия явилось неравномерное распределение суши, большее количество которой приходится на Северное полушарие, а также антропогенный фактор, влияние которого более заметен в Северном полушарии.

Для визуального представления о поведении температуры относительно климатической нормы (среднего за 1961–1990 гг.), дающей представление о теплых и холодных периодах температурного режима, исследуем аномалии (отклонения от нормы – осредненного значения за 1961–1990 гг.) среднегодовых температур Северного полушария и годовых температур юга ЕТР с 1961 по 2024 гг. (рис. 4). Из рисунка 4 видно, что в современный период тренд температур Северного полушария демонстрирует устойчивый рост, скорость роста температур составляет $0,24\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$, вклад тренда в объясненную дисперсию $R^2 = 89\%$. С середины 80-х годов отсутствуют отрицательные аномалии годовых температур Северного полуша-

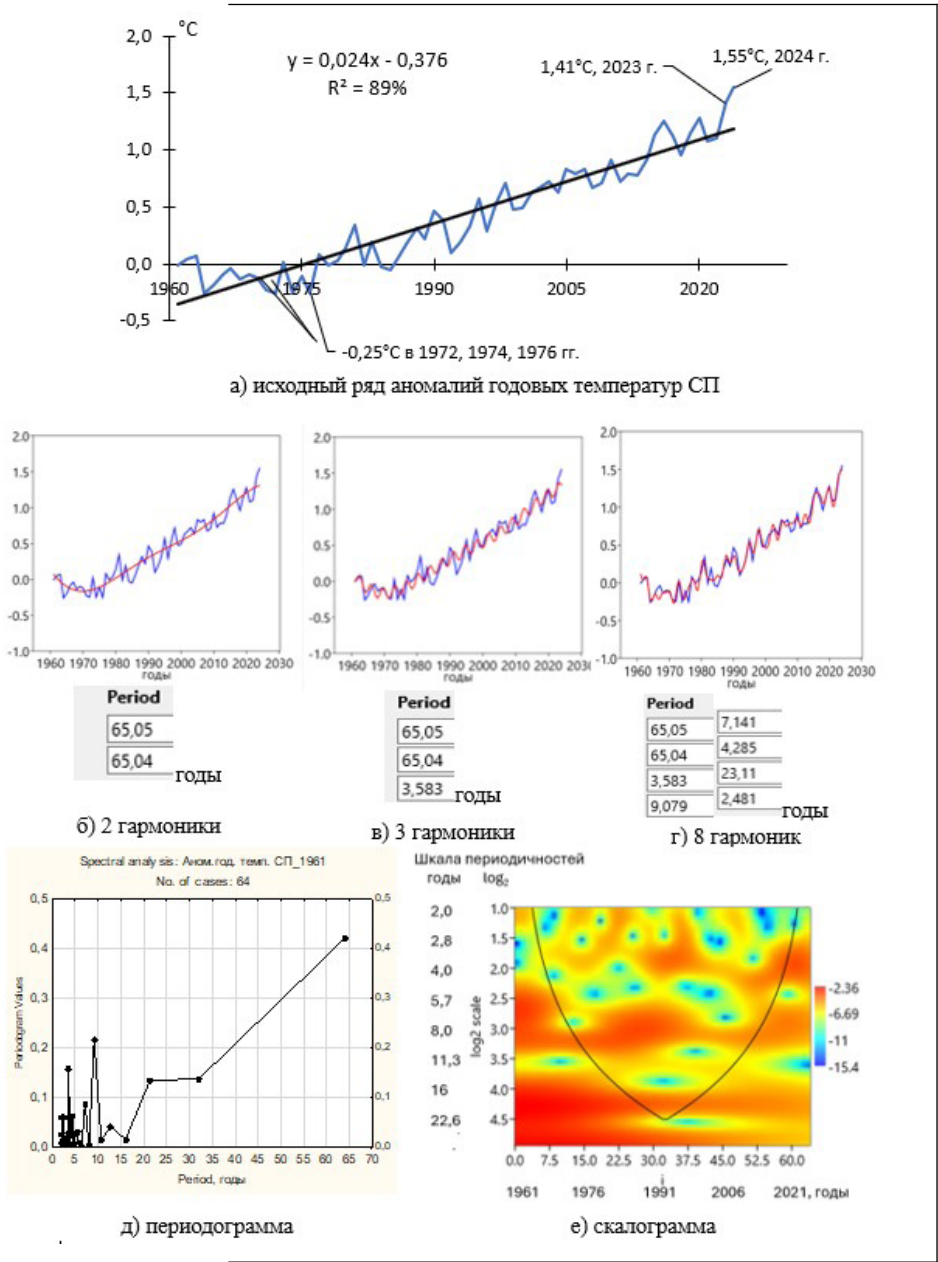


Рис. 4.

Исходный ряд аномалий (отн. 1961–1990 гг.) среднегодовых температур в Северном полушарии (а, синий) с линейным трендом, моделью синусоидальной регрессии (б–г, красный), периодограммой (д), скалограммой (е), 1961–2024 гг. Fig. 4. Original series of anomalies (relative to 1961–1990) of average annual temperatures in the Northern Hemisphere (a, blue) with a linear trend, a sinusoidal regression model (b–d, red), a periodogram (e), a scalogram (e), 1961–2024.

Источник: составлено авторами / Source: compiled by the authors.

рия. Максимальные положительные аномалии были зафиксированы в 2023 г. (+1,41 °C) и в 2024 г. (+1,55 °C). Наибольшие отрицательные аномалии (-0,25 °C) – в 1972, 1974 и 1976 гг.

Из рисунка 4, б видно, что модель синусоидальной регрессии при использовании двух гармоник в начале временного ряда (60–70-е гг.) демонстрирует снижение температуры, а с начала 70-х гг. – их устойчивое повышение. При трех гармониках (рис. 4, в) в модели выделяются в основном короткие внутридекадные периоды (3–4-летние). При увеличении количества гармоник до восьми добавляются 7–9-летние периоды и 23-летние (мультидекадные) периоды.

В таблице 3 представлены 5 пиков с наибольшими мощностями и соответствующими им периодами. Из периодограммы (рис. 4, д) видно, что из пяти пиков с наибольшими мощностями необходимо исключить пик с периодом, совпадающим с длиной ряда (64 года), а также пики, где функция монотонно возрастает (32 года и 21 год), остаются два пика с периодами 9 лет и 3,6 года, являющимися основными периодами в модели и формирующими поведение исходного ряда.

Таблица 3.

ПЯТЬ МАКСИМАЛЬНЫХ ПИКОВ ПЕРИОДОГРАММЫ РЯДА АНОМАЛИЙ СРЕДНЕГОДОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В СЕВЕРНОМ ПОЛУШАРИИ, 1961–2024 ГГ.
Table 3. Five maximum peaks of the periodogram of the series of annual mean temperature anomalies in the Northern Hemisphere, 19612024

Значение мощности	Частота	Период
(1) 0,4213	0,0156	64 года
(2) 0,2175	0,1094	9 лет
(3) 0,1582	0,2813	3,6 года
(4) 0,1385	0,0313	32 года
(5) 0,1356	0,046	21 год

Источник: составлено авторами.
Source: compiled by the authors.

На рисунке 5 представлен ход аномалии среднегодовой температуры на юге европейской территории России (ЕТР) с линейным трендом. Скорость роста годовой температуры на юге ЕТР составила $0,28\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет со вкладом тренда в объясненную дисперсию $R^2 = 37\%$, линейный тренд статистически значим на 5%-м уровне. С 2000 года все аномалии годовых температур положительны, за исключением 2003 г. и 2011 г., где отрицательные аномалии имели всего лишь сотые ($-0,08\text{ }^{\circ}\text{C}$) и десятые ($-0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$) доли градуса. Самые холодные годы на юге ЕТР – это 1976 г. ($-1,08\text{ }^{\circ}\text{C}$) и 1993 г. ($-1,22\text{ }^{\circ}\text{C}$). Максимальная отрицательная аномалия, имевшая место в 1993 г., явилась следствием статистически значимого отклика температуры приземного слоя Северного полушария на извержение вулканического аэрозоля в стратосферу (вулкан Пинатубо, Филиппины, 1991 г.), о чем подробно описано в работе [9]. Самые жаркие годы на юге ЕТР – это 2010 г. с превышением температуры относительно климатической нормы на $+2,29\text{ }^{\circ}\text{C}$ и 2024 г. с превышением относительно нормы на $+2,13\text{ }^{\circ}\text{C}$.

При использовании двух гармоник (рис. 5, б) имеем одинаковый вид модели синусоидальной регрессии – нелинейный тренд, демонстрирующий понижение температуры до середины 70-х гг. прошлого столетия и затем ее монотонный рост. Используя три гармоники в модели, добавляются короткие (внутридекадные) 5-летние периоды пульсации температур на фоне основного их роста с середины 70-х годов. И, наконец, 8 гармоник наиболее точно ($R^2 = 85\%$) описывают исходный ряд с учетом амплитуд температур, добавляются как внутридекадные периоды (2–4-летние), так и более длительные 10-летние периоды.

В таблицу 4 внесены пять наиболее мощных пика, соответствующих периодам: 64 года, 4,92 года (~ 5 лет), 4 года, 2,2 года и 2,9 лет (~ 2 и 3 года), эти пики определяются на периодограмме (рис. 5д). За исключением периода в 64 года, совпадающего с длиной ряда, остальные периодичности (5 лет, 4 года, 2 и 3 года) определяют и формируют режим среднегодовой температуры на юге ЕТР за последние десятилетия.

Определим их временную масштабность на скалограмме, построенной с помощью вейвлет-преобразования (рис. 5, е). Из рисунка 5, е видно, что 23-летняя периодичность, которая имела место на

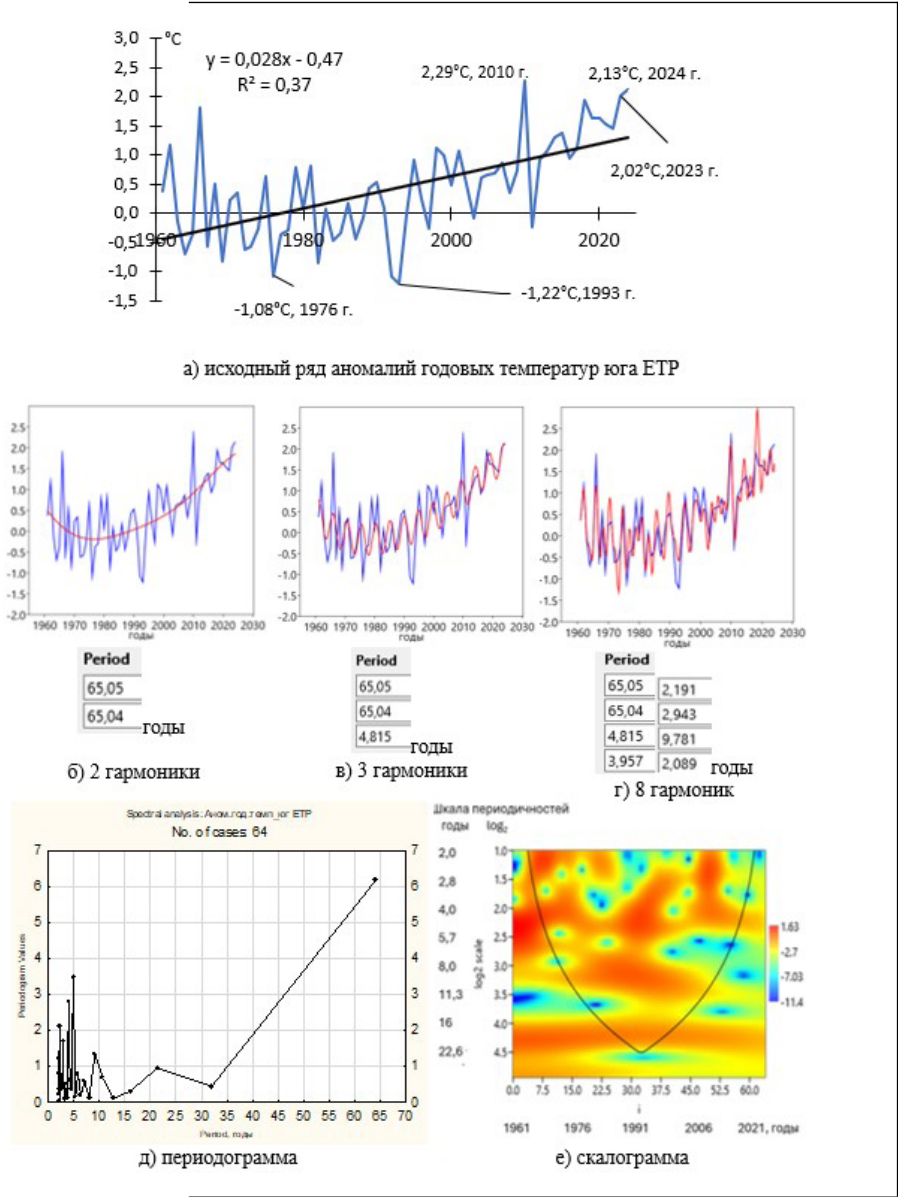


Рис. 5. Исходный ряд аномалий (отн.1961–1990 гг.) среднегодовых температур на юге ЕТР (а, синий) с линейным трендом, с моделью синусоидальной регрессии (б–г, красный), периодограммой (д), скалограммой (е), 1961–2024 гг.

Fig. 5. The original series of anomalies (relative to 1961–1990) of average annual temperatures in the south of the European Russia (a, blue) with a linear trend, with a sinusoidal regression model (b–d, red), periodogram (d), scalogram (e), 1961–2024

Источник: составлено авторами.
Source: compiled by the authors

Таблица 4.

ПЯТЬ МАКСИМАЛЬНЫХ ПИКОВ ПЕРИОДОГРАММЫ
РЯДА АНОМАЛИЙ СРЕДНЕГОДОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ
НА ЮГЕ ЕТР, 1961–2024 гг.
Table 4. Five maximum peaks of the periodogram of the series
of anomalies of average annual temperature in the south
of the European Russia, 1961–2024

Значение мощности	Частота	Период
(1) 6,165	0,0156	64 года
(2) 3,451	0,2031	4,92 года
(2) 2,796	0,2500	4 года
(3) 2,115	0,4531	2,2 года
(4) 1,695	0,3438	2,9 года

Источник: составлено авторами.
Source: compiled by the authors.

всем исследуемом временном интервале 1961–2024 гг., не входит в пятерку периодов с максимальными мощностями сигнала (рис. 5, д). Так же, как в случае с предыдущими рядами выделяются внутривекальные 2–3–4-летние периодичности, которые были определяющими для юга России в периоды с начала 60-х гг. до 80-х гг. и с начала 90-х гг. до 2000-х гг.

Такая трансформация статистически значимых периодичностей, происходящая во второй половине XX века может быть объяснена сменой роли глобальных климатообразующих факторов, как естественного, так и антропогенного происхождения, что требует дальнейшего изучения.

Заключение

Анализ крупномасштабных временных рядов температур показал, что все тренды сезонных и годовых температур на европейской территории (1500–2004 гг.) положительные и статистически значимые на 5 %-м уровне. За весь исследованный период (505 лет) в ряду годовых средних температур наблюдалось одинаковое количество экстремальных значений как выше, так и ниже пороговых, при этом все холодные экстремумы были определены до XX столетия, а все теплые экстремумы – в XX и в начале XXI века. Со второй половины XX века не было ни одного холодного экстремума в рядах сезонных температур.

Были выделены наиболее значимые периоды, формирующие режим ряда среднегодовой температуры на европейской территории за период с 1500 по 2004 гг., 30-летний период и 3–4-летняя квазипериодичность. Вейвлет-преобразование позволило определить периодичности временных рядов в разных масштабах, а именно, периодичности с масштабами колебаний в 3–5 лет были определены для всего исследуемого периода с 1500 по 2004 гг., а периодичности в 13,5–23 лет формировались в период с 1750 по 1850 гг. С 1900 года сформировались периодичности в 5–13 лет и в более поздний период с середины 20-го века – периоды от 30 до 60 лет.

С 1961 по 2024 гг. (современный период) тренд температур Северного полушария демонстрирует их устойчивый рост, скорость роста температур составляет $0,24\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$ с высоким вкладом тренда в объясненную дисперсию ($R^2 = 89\%$). С середины 80-х годов отсутствуют отрицательные аномалии годовых температур Северного полушария. Скорость роста годовой температуры на юге ЕТР составила $0,28\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$ со вкладом тренда в объясненную дисперсию $R^2 = 37\%$, линейный тренд ряда годовых температур юга ЕТР статистически значим на 5% -м уровне. С 2000 года все аномалии годовых температур положительны.

В современный период как для Северного полушария, так и для юга ЕТР определяющими являются внутридекадные периодичности (2–3–4-летние). Из модели синусоидальной регрессии видно, что периодичность в 3 года, формирующая ряд, определяется как основная уже при использовании первых трех гармоник в модели. Далее по вкладу в формирование температурного режима добавляются 9–10 летние периоды, определяемые, вероятно, известной цикличностью солнечной активности.

Для выявления роли глобальных природных процессов в трансформации временных периодичностей наблюдаемого потепления в регионе в дальнейшем необходимо будет провести корреляционный анализ между вейвлет-спектрами среднегодовых температур Северного полушария и юга ЕТР и вейвлет-спектрами таких индексов атмосферной циркуляции, как индекс Северо-Атлантического колебания и индекс Восточная Атлантика/Западная Россия, как это было сделано для отдельных климатических зон юга ЕТР в работе [19].

Список источников

1. Folland CK et al. Observed climate variability and change. Climate Change 2001: The Scientific Basis, eds Houghton JT, et al. Cambridge, Cambridge Univ Press, UK, 2001. P. 99–181.
2. Michael E. Mann, Zhihua Zhang, Malcolm K. Hughes, Raymond S. Bradley, Sonya K. Miller, Scott Rutherford, Fenbiao Ni. Proxy-based reconstructions of hemispheric and global surface temperature variations over the past two millennia // PNAS. 2008. Vol. 105 (36). P. 13252–13257.
3. Luterbacher J et al. Reconstruction of sea level pressure fields over the Eastern North Atlantic and Europe back to 1500 // Clim Dyn. 2002. No. 18. P. 545–561.
4. Борисенков Е. П., Песецкий В. М. Экстремальные природные явления в русских летописях XI–XVII вв. Ленинград: Гидрометеиздат, 1983. 240 с.
5. Клименко В. В., Микушина О. В. Необычная динамика глобальной температуры в начале XXI в.: естественные факторы против антропогенных // История и современность. 2011. № 2. С. 1–11.
6. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2024 год. Москва, 2025. 135 с.
7. Латонин М. М., Башмачников И. Л., Бобылёв Л. П. Явление арктического усиления и его движущие механизмы // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2020. Т. 13. № 3. С. 3–19.
8. Глобальное обновление климатических данных ВМО от ежегодного до десятилетнего периода (2025–2029). URL: <https://wmo.int/files/wmo-global-annual-decadal-climate-update-2025-2029>
9. Пространственно-временное изменение климата юга европейской территории России, оценка его последствий, методы и модели адаптации АПК / Б. А. Ашабоков, Л. М. Федченко, А. А. Ташилова, Л. А. Кешева, Н. В. Теунова. Нальчик: Изд-во «Фрегат». 2020. 476 с.
10. Климатические изменения средних значений и экстремумов приповерхностной температуры воздуха на юге европейской территории России / Ашабоков Б. А., Ташилова А. А., Кешева Л. А., Теунова Н. В., Таубекова З. А. // Фундаментальная и прикладная климатология. 2017. № 1. С. 5–19.
11. Luterbacher J., Dietrich D., Xoplaki E., Grosjean M., Wanner H. European seasonal and annual temperature variability, trends and extremes since 1500. Science, 2004. Vol. 303, P. 1499–1503.
12. Hansen J., Ruedy R., Sato M., Imhoff M., et al. A closer look at United States and global surface temperature change. 2 of 9 30/09/2007 19:38J. Geophys. Res., 2001. V. 106. No. 23, P. 947–963.
13. Mitchell T., Jones P. D. An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high-resolution grids. Int. J. Climatol., 2005. No. 25. P. 693–712.
14. Temperature. URL: www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature (дата обращения 27.04.2025)

15. Бьюлс А., Цефель П. SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей. СПб.: ДиаСофтЮП, 2002. 608 с.
16. Боровиков В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере. СПб.: Питер, 2003. 688 с.
17. Hammer, Ø., Harper, D.A.T., and P. D. Ryan, PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontologia Electronica*. 2001. V. 4. No.1. P. 9.
18. Астафьева Н. М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения, *Успехи физических наук*. 1996. Т. 166. № 11. С. 1145–1170.
19. Отклик температурного режима юга России на основные крупномасштабные атмосферные циркуляции Северного полушария / А. А. Ташилова, Б. А. Ашабоков, Л. А. Кешева, Н. В. Теунова // *Материалы III Всероссийской научно-практической конференции «Современные тенденции и перспективы развития гидрометеорологии в России»*. Иркутск, 2020. С. 114–119.

References

1. Folland CK, et al. Observed climate variability and change. *Climate Change 2001: The Scientific Basis*, eds Houghton JT, et al. Cambridge, UK, Cambridge Univ Press; 2001. p. 99-181.
2. Michael E. Mann, Zhihua Zhang, Malcolm K. Hughes, Raymond S. Bradley, Sonya K. Miller, Scott Rutherford, and Fenbiao Ni. Proxy-based reconstructions of hemispheric and global surface temperature variations over the past two millennia. *PNAS*. 2008;105(36): 13252-13257.
3. Luterbacher J, et al. Reconstruction of sea level pressure fields over the Eastern North Atlantic and Europe back to 1500. *Clim Dyn*. 2002;(18):545-561.
4. Borisenkov EP, Pesetskiy VM. Extreme natural phenomena in Russian chronicles of the 11th-17th centuries. Leningrad: Hydrometeoizdat; 1983. 240 p. (In Russ.).
5. Klimenko VV, Mikushina OV. Unusual dynamics of global temperature at the beginning of the 21st century: natural factors versus anthropogenic ones. *History and Modernity*. 2011;(2): 1-11. (In Russ.).
6. Report on the features of the climate in the territory of the Russian Federation for 2024. Moscow, 2025. 135 p. (In Russ.).
7. Latonin MM, Bashmachnikov IL, Bobylev LP. The phenomenon of Arctic amplification and its driving mechanisms. *Fundamental and Applied Hydrophysics*. 2020;13(3): 3-19. (In Russ.).
8. WMO Global Annual to Decadal Climate Update (2025-2029). URL: <https://wmo.int/files/wmo-global-annual-decadal-climate-update-2025-2029>
9. Ashabokov BA, Fedchenko LM, Tashilova AA, Kesheva LA, Teunova NV. Spatio-temporal climate change in the south of European Russia, assessment of its consequences, methods and models of adaptation of the agro-

- industrial complex. Nalchik: Fregat Publishing House; 2020. 476 p. (In Russ.).
10. Ashabokov BA, Tashilova AA, Kesheva LA, Teunova NV, Taubekova ZA. Climatic changes in average values and extremes of surface air temperature in the south of European Russia. *Fundamental and Applied Climatology*. 2017;(1): 5-19.
 11. Luterbacher J, Dietrich D, Xoplaki E, Grosjean M, Wanner H. European seasonal and annual temperature variability, trends and extremes since 1500. *Science*. 2004;(303): 1499-1503. (In Russ.).
 12. Hansen J, Ruedy R, Sato M, Imhoff M et al. A closer look at United States and global surface temperature change. 2 of 9 30/09/2007 19:38 *Geophys. Res.* 2001;106(23): 947-963.
 13. Mitchell T, Jones PD. An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high-resolution grids. *Int. Climatol.* 2005;(25): 693-712.
 14. Temperature. URL: www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature (date of access 27/04/2025)
 15. Builul A, Tsefel P. SPSS: the art of information processing. Analysis of statistical data and restoration of hidden patterns. SPb.: DiaSoftUP; 2002. 608 p. (In Russ.).
 16. Borovikov V. Statistica. The art of data analysis on a computer. 2003. SPb.: Piter; 2003. 688 p. (In Russ.).
 17. Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001;4(1): 9.
 18. Astafieva NM. Wavelet analysis: fundamentals of theory and application examples. *Advances in physical sciences*. 1996;166(11): 1145-1170. (In Russ.).
 19. Ashabokov BA, Tashilova AA, Kesheva LA, Teunova NV. Response of the temperature regime of the south of Russia to the main large-scale atmospheric circulations of the Northern Hemisphere. *Proceedings of the III All-Russian scientific and practical conference "Modern trends and prospects for the development of hydrometeorology in Russia"*. Irkutsk, 2020. P. 114–119. (In Russ.).

Информация об авторах

Борис Азреталиевич Ашабоков – доктор физико-математических наук, профессор, 1) заведующий отделом физики облаков Высокогорного геофизического института; 2) заведующий отделом Института информатики и проблем регионального управления КБНЦ РАН. Scopus ID: 6505916110, Researcher ID: K-4299-2015

Алла Амарбиевна Ташилова – доктор физико-математических наук, доцент, ВНС лаборатории микрофизики облаков Высокогор-

ного геофизического института, Scopus ID: 57191577384, Researcher ID: K-4321-2015

Лара Асировна Кешева – кандидат физико-математических наук, СМС лаборатории атмосферных конвективных явлений Высокогорного геофизического института, Scopus ID: 57191577471, Researcher ID: K-4261-2015

Наталья Вячеславовна Теунова – кандидат физико-математических наук, СМС лаборатории микрофизики облаков Высокогорного геофизического института, Scopus ID: 57191571952, Researcher ID: K-4312-2015

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации статьи.

Information about the authors

Boris A. Ashabokov – Dr. Sci. (Phys. and Math.), professor, 1) Head of the Department of Cloud Physics, High Mountain Geophysical Institute; 2) Head of Department at the Institute of Informatics and Regional Management Problems, KBSC RAS Scopus ID: 6505916110, Researcher ID: K-4299-2015

Alla A. Tashilova – Dr. Sci. (Phys. and Math.), associate professor, Leading Researcher at the Laboratory of Cloud Microphysics High Mountain Geophysical Institute. Scopus ID: 57191577384, Researcher ID: K-4321-2015

Lara A. Kesheva – Cand. Sci. (Phys. and Math.), Senior Researcher at the Laboratory of Atmospheric Convective Phenomena High Mountain Geophysical Institute. Scopus ID: 57191577471, Researcher ID: K-4261-2015

Nataliya V. Teunova – Cand. Sci. (Phys. and Math.), Senior Researcher at the Laboratory of Cloud Microphysics High Mountain Geophysical Institute. Scopus ID: 57191571952, Researcher ID: K-4312-2015

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



Научная статья

УДК 551.515.9

<https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.6>

ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УЩЕРБА ОТ ГРАДА НА ТЕРРИТОРИИ ЮГА РОССИИ

Кайсын Борисович Лиев¹,
Станислав Александрович Куцев²,
Ахмат Хисаевич Гергоков^{3*}

^{1,2,3} Высокогорный геофизический институт (д. 2, пр. Ленина, Нальчик, 360030, Российская Федерация)

¹ buffy_li@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6940-9977>

² stasuk6@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3380-4959>

³ ahmat-0007@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1964-2199>

* Автор, ответственный за переписку

Аннотация.

Сельское хозяйство в России сталкивается с различными климатическими катаклизмами (засухи, наводнения, заморозки, град), одним из наиболее разрушительных является град. Градобитие может нанести серьезный ущерб сельскохозяйственным культурам, что в свою очередь негативно сказывается на экономике. В связи с этим, военизированные службы по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы активно работают над защитой сельскохозяйственных угодий от этого природного явления. Бывают случаи, когда предотвратить выпадения града не представляется возможным из-за объективных причин и тогда необходимо оценить, какой ущерб нанесен сельскохозяйственным культурам. В статье представлена дистанционная комбинированная методика оценки ущерба сельскохозяйственным культурам от града на территории Краснодарского края с использованием нормализованного относительного индекса растительности (NDVI) [1]. Для анализа были использованы спутниковые снимки сельскохозяйственных посевов, расположенных на территории Краснодарского края, полученные до выпадения града, и данные мультиспектральной съёмки, выполненной с помощью беспилотного воздушного судна (БАС) Geoscan Gemini, после того как град нанес ущерб сельскохозяйственным

культурам. Сравнительный анализ значений NDVI до и после града позволил количественно оценить степень повреждения посевов. Методика была апробирована на культурах – пшенице, ячмене и сахарной свёкле – после градобития 12 июня 2025 года. Установлено, что снижение NDVI более чем на 30 % в большинстве случаев соответствует полной гибели урожая. Разработанный подход может быть использован для оперативной оценки ущерба сельскому хозяйству, агрометеорологического мониторинга и принятия решений в области страхования сельского хозяйства и управления посевами.

Ключевые слова: град, NDVI, мониторинг посевов, БАС, Geoscan Gemini, дистанционное зондирование, точное земледелие, мультиспектральная съёмка, Краснодарский край

Для цитирования: Лиев К.Б., Куцев С.А., Гергоков А.Х., Дистанционные методы определения ущерба от града на территории Юга России // Наука. Инновации. Технологии. 2025. № 3. С.149-164. <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.6>

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 03.06.2025;
одобрена после рецензирования 10.09.2025;
принята к публикации 22.09.2025.

1.6.18. Atmospheric and climate sciences (Physical and Mathematical Sciences) Research article

Remote sensing methods for hail damage assessment in the South of Russia

**Kaisyn B. Liev¹,
Stanislav A. Kuschev²,
Akhnat H. Gergokov³ ***

^{1,2,3} Highland Geophysical Institute (2, Lenin Avenue, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, 360030, Russian Federation)

¹ buffy_li@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6940-9977>

² stasuk6@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3380-4959>

³ ahmat-0007@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1964-2199>

* Corresponding author

Abstract.

Agriculture in Russia is facing various climatic cataclysms (droughts, floods, frosts, and hailstorms), with hailstorms being one of the most destructive. Hailstorms can cause significant damage to crops, which can have a negative impact on the economy. As a result, military-style services are actively working to protect agricultural land from this natural phenomenon. There are cases when it is not possible to prevent hailstorms, due to objective reasons, and then it is necessary to assess the damage caused to crops. The article presents a combined remote sensing method for assessment of hail damage to crops in the Krasnodar Krai using the normalized difference vegetation index (NDVI) [1]. Satellite images of agricultural crops located in the Krasnodar Krai, taken before the hailstorm, and multispectral images taken by the Geoscan Gemini UAV after the hailstorm caused damage to the crops were used for the analysis. A comparative analysis of the NDVI values before and after the hailstorm allowed for quantitative assessment of the damage to the crops. The methodology was tested on wheat, barley, and sugar beet crops after the hailstorm on June 12, 2025. It has been established that a decrease in NDVI by more than 30% in most cases corresponds to a complete loss of the crop. The developed approach can be used for prompt assessment of agricultural damage, agrometeorological monitoring and decision-making in the field of agricultural insurance and crop management.

Keywords:

hail damage, NDVI, crop monitoring, UAV, Geoscan Gemini, remote sensing, precision agriculture, multispectral imaging, Krasnodar region

For citation:

Liev KB, Kushev SA, Gergokov AH. Remote sensing methods for hail damage assessment in the south of Russia. Science. Innovations. Technologies. 2025;(3):149-164. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.6>

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

The article was submitted 03.06.2025;
approved after reviewing 10.09.2025;
accepted for publication 22.09.2025.

Введение

Ежегодно сельское хозяйство Краснодарского края сталкивается с различными климатическими катаклизмами, одним из которых является град. Градобитие может нанести серьезный ущерб сельскохозяйственным культурам, что в свою очередь негативно сказывается на экономике. В связи с этим, военизированные службы по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы активно работают над защитой сельскохозяйственных угодий от этого природного явления.

По данным из различных источников, в год страховые выплаты за утрату сельхоз культур из-за града составляют 1012 млн. рублей. Компенсации выплачиваются по договорам с господдержкой в четырех регионах Южного и Северо-Кавказского федеральных округов. Ущерб от градобития фиксируется с апреля по сентябрь, страдают посевы всех сельскохозяйственных культур [2].

Наибольшие выплаты по риску от града выплачиваются сельхозпроизводителям Краснодарского края так, как самые интенсивные градовые процессы в Российской Федерации происходят именно в данном регионе [3]. В Ставропольском крае, Кабардино-Балкарии и Карачаево-Черкесии также происходят выплаты сельхозпроизводителям, но в меньшей степени [4].

Встаёт вопрос об определении ущерба, причиненного от града той или иной сельскохозяйственной культуре. Существуют руководящие документы о порядке определения ущерба сельскохозяйственных культур, но данный документ регламентирует наземные исследования и подсчёт побитых растений на квадратный метр и в дальнейшем распределяется на всё поле, подвергшееся градобитию [5]. Но мы знаем, что град выпадает не равномерно [6], часто полосами или пятнами, в некоторых местах одного и того же поля возможна различная концентрация градин и тем самым различная кинетическая энергия, от которой напрямую и зависит ущерб. В современных реалиях нам на помощь приходят новые технологии: спутники и беспилотные авиационные системы (БАС).

Целью данной работы является определение возможности обследования полей после градобития [7] комбинированным дистанционным методом с использованием спутников и БАС.

Материалы и методы исследований

При поиске и анализе существующего программного обеспечения с использованием спутников, мы пришли к выводу, что самым оптимальным является приложение OneSoil [8, 9]. Это платформа, которая помогает эффективно управлять полями. Платформа объединяет мобильное приложение, веб-приложение и инструменты для точного земледелия, доступ к которым можно получить по подписке. Вместе они помогают отслеживать изменения на полях, планировать сельскохозяйственные работы, повышать урожайность поля и экономить ресурсы. Данное программное обеспечение многофункционально, но нас заинтересовало то, что в нём возможно определять индекс NDVI [10, 11]. Данная программа использует спутниковое обеспечение за контролем полей.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – нормализованный относительный индекс растительности, позволяющий оценивать развитие биомассы растений во время вегетации [12, 13]. Это числовой показатель качества и количества растительности на участке поля. Он рассчитывается по спутниковым снимкам и зависит от того, как растения отражают и поглощают световые волны разной длины:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED},$$

где NIR – отражение в ближней инфракрасной области спектра;

RED – отражение в красной области спектра.

Согласно этой формуле, плотность растительности (NDVI) в определенной точке изображения равна разнице интенсивностей отраженного света в красном и инфракрасном диапазоне, деленной на сумму их интенсивностей.

Перечислим некоторые задачи, которые решает NDVI в сельском хозяйстве:

- выявление проблем на полях, а именно, NDVI позволяет обнаруживать болезни, вредителей, грибки,

- засуху и принимать меры до значительного ухудшения состояния посевов;
- прогноз урожайности;
- оценка засоренности полей.

Нами предлагается дополнить данные задачи, ещё и анализом сельскохозяйственных полей после градобития. Если растение подверглось градобитию и естественно его биомасса уменьшилась, а также произошло засыхание, что влияет на его влагосодержание и тем самым изменится индекс NDVI в меньшую сторону, и чем меньше упадёт значение индекса, тем больше пострадало растение [14].

Но есть и проблемы в спутниковом способе определения индекса, так как спутник не всегда находится в одной и той же точке, и снимки интересующей нас местности с него приходят раз в пять дней, а если в данный период была облачная погода, то и снимков естественно мы не увидим. Для этого нами и предлагается использовать комбинированный метод определения индекса NDVI с помощью БАС.

В рамках госзаказа нашим институтом было приобретено БАС Gemini с мультиспектральной камерой, которая позволят рассчитывать индекс NDVI (рис. 1).

Данный комплекс оснащен мультиспектральной камерой разработки Geoscan Pollux, которая снимает сразу в пяти диапазонах: видимых (R, G, B), дальнем красном и ближнем ИК, что позволяет создавать индексные карты вегетации (SAVI, NDVI, NDRE, LAI и др.) по материалам одного полета [15]. Материалы съемки могут быть также использованы для построения цифровых моделей местности, композитных растровых изображений и псевдоцветных комбинаций, позволяющих достичь цветового разделения культурных растений и сорняков. Данные, полученные после полета, были обработаны с помощью ПО Agisoft Metashape Professional – это программное обеспечение, максимально раскрывающее возможности фотограмметрии.



Рис. 1.

БАС Gemini.

Fig. 1. UAS Gemini.

Источник: составлено авторами.

Source: compiled by the authors.

Результаты исследований и их обсуждение

Так как Высокогорный Геофизический институт является научно-методическим руководителем противоградовых работ, то нами анализируются причины крупного градобития на защищаемой территории. В рамках анализа градобития 12 июня 2025 года на защищаемой территории Краснодарской военизированной службы нами был протестирован БАС и спутниковое приложение OneSoil. Для комбинированного метода определения ущерба были выбраны три культуры, подвергшиеся градобитию, это – пшеница, ячмень и свёкла. Был произведен выезд на поля, побитые градом, собран фотоматериал и посчитан процент поврежденных растений (рис. 2). После произведенного обхода определены границы побитого поля и с помощью программы для управления беспилотником Geoscan planner построены полетные задания и произведена съемка с БПЛА.

Для начала нами были найдены ближайшие снимки полей со спутника до градобития, чтобы оценить индекс NDVI до ущерба и так же нами был определён индекс с помощью данных БПЛА после ущерба. На рисунке 3 показаны снимки со спутника 10 июня 2025 года в цветах NDVI индекса. Средние значения индекса до градобития 10 июня 2025 года составили для пшеницы 0,81, для ячменя 0,8 и для свёклы 0,64.

С помощью беспилотного воздушного судна нами были измерены средние индексы NDVI для тех же полей после градобития 19 июня 2025 года (рис. 4).

Средние значения индекса после градобития 19 июня 2025 года составили для пшеницы 0,6, для ячменя 0,38 и для свёклы 0,51. С помощью спутниковых снимков мы проанализировали, что в дальнейшем после 19 июня падения индекса не наблюдалось. Тем самым падение индекса составило для пшеницы 26%, для ячменя 52,5% и для свёклы 20,3%. По наземным измерениям поле пшеницы пострадало на 80%, ячменя на 100% и свёкла пострадала на 30% (табл. 1). Ввиду того, что пшеница и ячмень не восстановятся, так как они были на стадии вызревания, ущерб по данным наземных измерений показывает полное уничтожение посева. Ущерб свёклы достаточно сильный, но она восстановится и даст урожай, хотя урожайность снизится.



Рис. 2.

Побитые сельскохозяйственные культуры пшеница, ячмень, свёкла (слева направо) 12.06.25.

Fig. 2 Broken crops include wheat, barley, and beets (from left to right) 12.06.25.

Источник: составлено авторами.

Source: compiled by the authors.

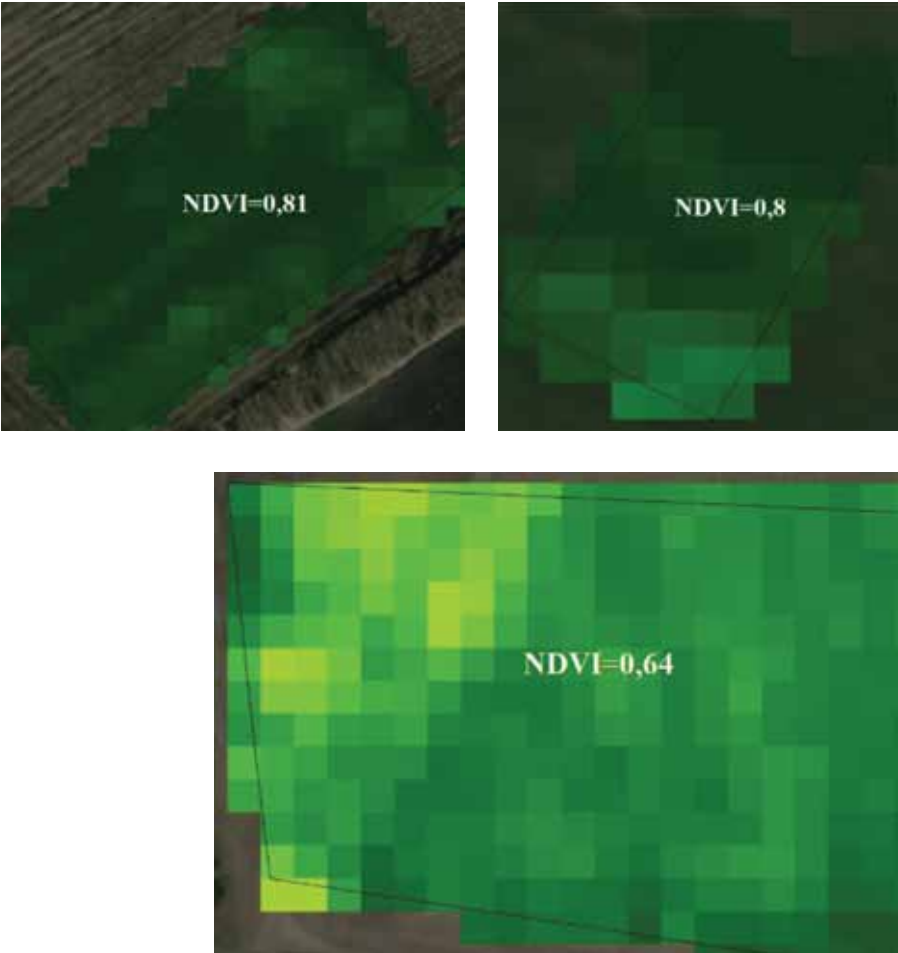


Рис. 3. Сельскохозяйственные культуры в цветах индекса NDVI до градобития: пшеница, ячмень, свёкла (слева направо) 10.06.25. (измерено с помощью спутника).
Fig. 3. Agricultural crops in the colors of the NDVI index before hailstorms: wheat, barley, and beets (from left to right) 10.06.25 (measured using a satellite)
Источник: составлено авторами.
Source: compiled by the authors.

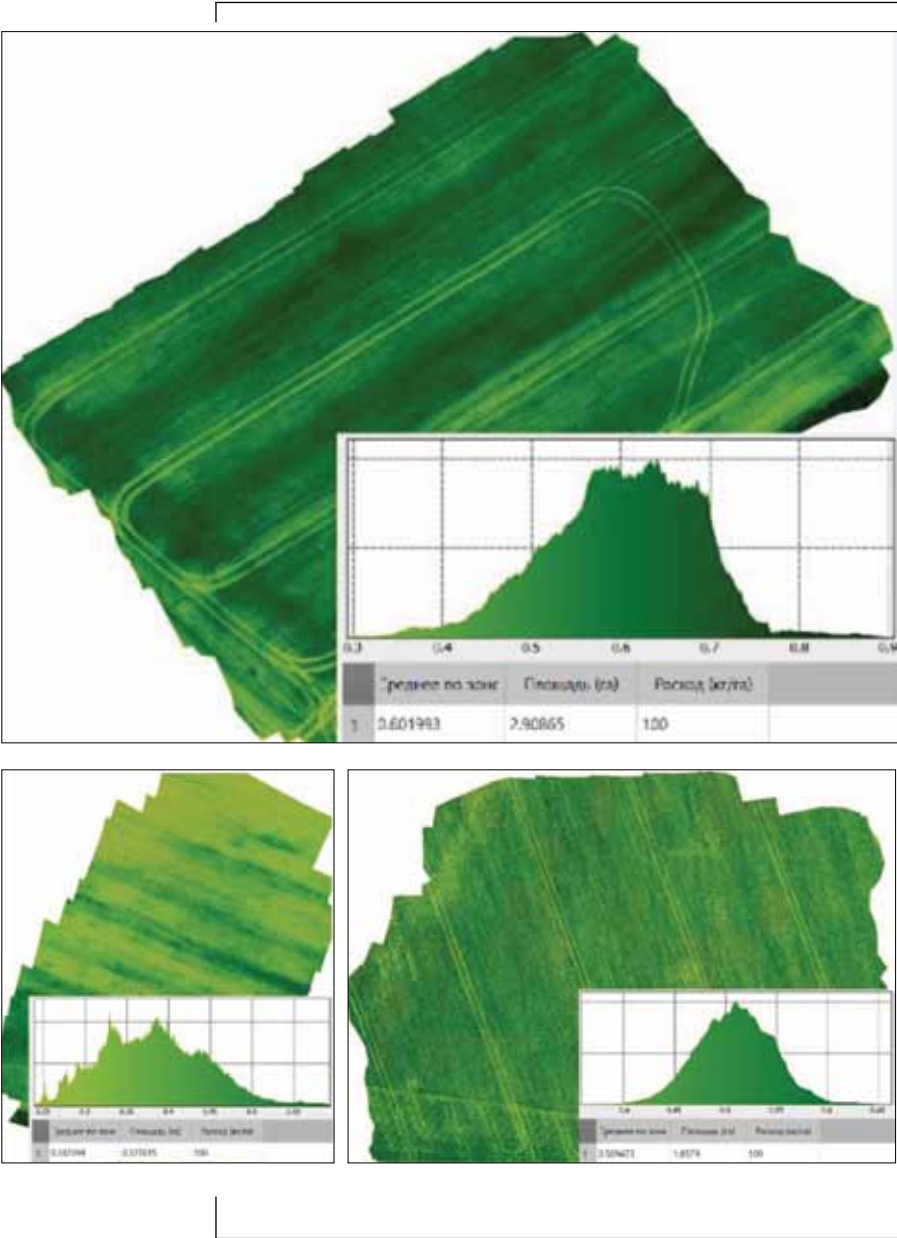


Рис. 4. Сельскохозяйственные культуры в цветах индекса NDVI после градобития: пшеница, ячмень, свёкла (слева направо) 19.06.25. (измерено с помощью БАС).
Fig. 4. Agricultural crops in the colors of the NDVI index before hailstorms, wheat, barley, and beets (from left to right) 10.06.25 (measured using a satellite UAS)
Источник: составлено авторами.
Source: compiled by the authors.

Таблица 1. СРАВНЕНИЕ УЩЕРБА СЕЛЬХОЗ КУЛЬТУРАМ
Table 1. Comparison of damage to agricultural crops

Культура	NDVI до	NDVI после	Δ NDVI (%)	Ущерб по осмотру (%)
Пшеница	0,81	0,60	-26,0 %	80 %
Ячмень	0,80	0,38	-52,5 %	100 %
Свёкла	0,64	0,51	-20,3 %	30 %

Источник: составлено авторами.
Source: compiled by the authors.

Заключение

На основании проделанной работы можно сделать выводы, что впервые на защищаемой территории Краснодарского края проведено исследование по сопоставлению индекса NDVI до и после градобития с результатами наземных обследований, что позволило сделать предположение о практическом пороге гибели урожая. Применённый дистанционный комбинированный метод оценки ущерба от града на основе анализа индекса NDVI до и после события показал высокую эффективность и применимость для оперативного мониторинга состояния сельскохозяйственных культур. Исходя из нашего анализа можно сделать вывод, что при падении индекса NDVI больше 30% ущерб сельскохозяйственному растению будет 100%. Методика прошла успешную апробацию на пшенице, ячмене и сахарной свёкле и может быть адаптирована для других культур и регионов. Полученные результаты демонстрируют перспективность интеграции данного подхода в системы агрострахования и принятия управленческих решений в сельском хозяйстве. В дальнейшем требуется расширение выборки по различным климатическим зонам, а также уточнение пороговых значений NDVI для разных фаз вегетации и культур.

Список источников

1. Икенов И. А. Информационная система оценки состояния растительности на сельскохозяйственных полях // Вестник науки: международный научный журнал. 2019. № 5. С. 485–491.

2. Лиев, К. Б., Куцев С. А. Экономическая эффективность противоградовой защиты // Безопасность жизнедеятельности. 2022. № 10(262). С. 49–52.
3. Аппаева Ж. Ю. Анализ результатов противоградовых работ в краснодарском крае за последние 20 лет // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. 2024. № 613. С. 118–187.
4. Суспицына Ю. В. Распределение синоптических данных для дней с градом в центральной части северного Кавказа // // Безопасность жизнедеятельности. 2025. № 1 (289). С. 48–52.
5. Лиев К. Б., Куцев С. А. Современные методы обследования повреждений сельскохозяйственных растений от града // Геология, география и глобальная энергия. 2025. № 1 (96). С. 47–53.
6. Радиолокационные характеристики конвективных облаков разных регионов при переходе в грозовую стадию / А. А. Синькевич, В. Б. Попов, А. М. Абшаев, В. А. Вое, S. D. Pawar, Ю. П. Михайловский, М. Л. Торопова, V. Gopalakrishnan, Ж. М. Геккиева // Оптика атмосферы и океана. 2020. Т. 33. № 12 (383). С. 932-936.
7. Лиев К. Б., Куцев С. А. Град в центральной части Северного Кавказа // Труды Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова. 2023. № 609. С. 156–164.
8. Харченко В. Е., Щербаков В. А., Щербаков Д. А. Возможности применения геоинформационных технологий в агрономической практике. // Аграрная наука в обеспечении продовольственной безопасности и развитии сельских территорий: сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Луганск, 2025. С. 86–87.
9. Позяев В. Н. Информационные технологии в растениеводстве // Информационные технологии и прикладная математика: сборник статей участников Всероссийской научно-практической конференции / Отв. редактор А. А. Статув. Арзамас, 2022. С. 168–173.
10. Полухина В. С., Шеуджен З. Р. Инвентаризация земель с применением геоинформационных технологий // International Agricultural Journal. 2025. Т. 68. № 2. С. 566-579.
11. Оценка значений NDVI и QY для скрининга коллекции сои на засухоустойчивость / С. В. Дидоренко, А. А. Амангелдиева, Р. С. Ержебаева, А. И. Абугалиева // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. 2020. № 3 (106). С. 104–117.

12. Динамический мониторинг NDVI в агрономических испытаниях агрокультур с использованием беспилотного летательного аппарата / М.Д. Кусаинова, Т.Б. Таменов, М.Р. Тойшиманов, Э.Б. Сыздык, Г. Искакова, Н.Д/ Нургали // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. 2023. № 2 (117). С. 148–161.
13. Сысоева Т. Г., Ковалевская Н. М., Хворова Л. А. Анализ состояния растительности, как показателя изменения климата, на основе индекса NDVI и спутниковых данных. // Сборник трудов Всероссийской конференции по математике «МАК-2016»: материалы молодежной прикладной IT школы «Математическое моделирование в экологии, агроэкологии и природопользовании». 2016. С. 224–227.
14. Что такое индекс NDVI и как он делает жизнь фермера проще. [Электронный ресурс]. URL: <https://blog.onesoil.ai/ru/what-is-ndvi> (дата обращения 22.06.2025).
15. Геоскан Gemini Мультиспектр. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.geoscan.ru/ru/products/gemini-m> (дата обращения 22.06.2025)

References

1. Ikenov IA. Information system for assessing the state of vegetation in agricultural fields. International scientific journal «VESTNIK NAUKI». 2019; (5): 485-491. (In Russ.).
2. Liev KB, Kushchev SA. Economic efficiency of anti-hail protection. Safety of life. 2022;10(262): 49-52. (In Russ.).
3. Appaeva ZhY. Analysis of the results of anti-hail work in the Krasnodar Territory over the past 20 years. Proceedings of the Main Geophysical Observatory named after A.I. Voeikov. 2024;(613):118-187. (In Russ.).
4. Suspitsyna YuV. Distribution of synoptic data for days with hail in the central part of the North Caucasus. Safety of life. 2025;1(289): 48-52. (In Russ.).
5. Liev KB, Kushchev SA. Modern methods of examining damage to agricultural plants from hail. Geology, Geography and Global energy. 2025;1(96):47-53. (In Russ.).
6. Sinkevich AA, Popov VB, Abshaev AM, Boe BA, Pawar SD, Mikhailovsky YuP, Toropova ML, Gopalakrishnan V, Gekkieva ZhM. Radar characteristics of convective clouds in different regions during the transition to the thunderstorm stage. Op-

- tics of the atmosphere and ocean. 2020;12(383):932-936. (In Russ.).
7. Liev KB, Kushchev SA. Hail in the central part of the North Caucasus. Proceedings of the Main Geophysical Observatory named after A.I. Voeikov. 2023;(609): 156-164. (In Russ.).
 8. Kharchenko VE, Shcherbakov VA, Shcherbakov DA. Possibilities of using geoinformation technologies in agronomic practice. Agricultural science in ensuring food security and rural development. Collection of materials of the VI International Scientific and Practical Conference. Lugansk; 2025. P. 86-87. (In Russ.).
 9. Pozyaev VN. Information technologies in crop production. Information Technology and Applied Mathematics. Collection of articles by participants of the All-Russian scientific and practical conference. Editor-in-chief A.A. Statuev. Arzamas; 2022. P.168-173. (In Russ.).
 10. Polukhina VS, Sheudzhen ZR. Land inventory using geoinformation technologies. International Agricultural Journal. 2025;68(2):566-579. (In Russ.).
 11. Didorenko SV, Amangeldieva AA, Yerzhebayeva RS, Abugaliev AI. Evaluation of NDVI and QY values for screening soybean collections for drought resistance. Bulletin of Science of the Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin. 2020;3(106): 104-117. (In Russ.).
 12. Kusainova MD, Tamenov TB, Toishimanov MR, Syzdyk EB, Iskakova G, Nurgali ND. Dynamic monitoring of NDVI in agronomic tests of agricultural crops using an unmanned aerial vehicle. Bulletin of Science of the Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin. 2023;2(117): 148-161. (In Russ.).
 13. Sysoeva TG, Kovalevskaya NM, Khvorova LA. Analysis of vegetation status as an indicator of climate change based on the NDVI index and satellite data. Proceedings of the All-Russian Conference on Mathematics «MAC-2016». Materials of the youth applied IT school «Mathematical modeling in ecology, agroecology and environmental management». 2016; 224-227. (In Russ.).
 14. What is the NDVI index and how it makes a farmer's life easier. Available from: <https://blog.onesoil.ai/ru/what-is-ndvi> [Accessed 22 June 2025]. (In Russ.).
 15. Gemini Multispectrum Geoscan. Available from: <https://www.geoscan.ru/ru/products/gemini-m> [Accessed 22 June 2025]/ (In Russ.).

Информация об авторах

Кайсын Борисович Лиев – заведующий отделом активных воздействий, ФГБУ «Высокогорный геофизический институт».

Станислав Александрович Кушев – младший научный сотрудник, ФГБУ «Высокогорный геофизический институт».

Ахмат Хисаевич Гергоков – заведующий лабораторией технологии воздействия, ФГБУ «Высокогорный геофизический институт».

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

Information about the authors

Kaisyn B. Liev – Acting Head of the Department of Active Influences, Highland Geophysical Institute.

Stanislav A. Kushev – Junior Researcher, Highland Geophysical Institute.

Akhmat H. Gergokov – Head of the Impact Technology Laboratory, Highland Geophysical Institute.

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



Научная статья
УДК 622.279
<https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.7>

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АЭРОГЕЛЯ ДЛЯ ИСКЛЮЧЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ В СИСТЕМЕ СБОРА И ПОДГОТОВКИ СКВАЖИННОЙ ПРОДУКЦИИ

Александр Валентинович Назаренко

Северо-Кавказский федеральный университет (д. 1, ул. Пушкина,
Ставрополь, 355017, Российская Федерация)
science789654@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0008-9059-2770>

Аннотация.

Постепенно добыча газа в России переходит в районы со все более тяжелыми климатическими условиями, что требует от инженеров и ученых постоянного совершенствования технологий, в том числе с поиском практического применения инновационных материалов. В статье рассматриваются основные актуальные методы борьбы с гидратообразованием, а также перспективы применения инновационного материала – аэрогеля в этом направлении. Аэрогель – это уникальный, легкий и экологичный материал, обладающий сверхнизкой теплопроводностью, что делает его привлекательным для использования в инженерных сетях с целью поддержания стабильной температуры перекачиваемого агента. Ключевой задачей исследования является минимизация и исключение падения температуры в процессе транспортировки газа, как ключевого фактора образования кристаллов гидратов. В ходе работы были описаны и проанализированы основные свойства аэрогеля, а также возможность и опыт применения материала в нефтегазовой отрасли для борьбы с гидратообразованием. В статье рассматривается расчет эффективности применения аэрогеля в качестве изоляции газопровода относительно основных конкурентов на рынке, показаны значения потерь температуры в ходе транспортировки газа при использовании различных типов изоляции. Приведенные данные демонстрируют эффективность теплоизолирующих свойств аэрогеля, а также подтверждают возможность его использования в нефтегазовой сфере. Ключевым недостатком материала

ла является относительно высокая стоимость производства, что влияет на экономическую целесообразность применения. На сегодняшний день ведется активная работа по удешевлению, масштабированию и оптимизации производства аэрогеля по всему миру. Для ликвидации возможности гидратообразования недостаточно использования только эффективного теплоизолятора. Необходимо применять комплексный подход, основанный на поддержании определенных термобарических условий в трубопроводе.

Ключевые слова: аэрогель, теплоизоляция, гидраты

Для цитирования: Назаренко А.В. Перспективы применения аэрогеля для исключения возможности гидратообразования в системе сбора и подготовки скважинной продукции // Наука. Инновации. Технологии. 2025. № 3. С. 165–184. <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.7>

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 11.06.2025;
одобрена после рецензирования 11.09.2025;
принята к публикации 20.09.2025.

2.8.4 Development and Operation of Oil and Gas Fields (Technical Sciences)

Research article

Prospects of using aerogel to eliminate the possibility of hydrate formation in the system of collection and preparation of borehole products

Aleksandr V. Nazarenko

North-Caucasus Federal University (1, Pushkin St., Stavropol,
355017, Russian Federation)

science789654@mail.ru;

<https://orcid.org/0009-0008-9059-2770>

Abstract.

Gradually, gas production in Russia is moving to locations with increasingly harsh climatic conditions, which requires en-

gineers and scientists to constantly improve technologies and find practical applications for innovative materials. The article discusses the main current methods of fighting hydrate formation, as well as the prospects for using aerogel in this area. Aerogel is a unique, lightweight and environmentally friendly material with ultra-low thermal conductivity, which makes it attractive for use in utility networks in order to maintain stable temperature of the pumped agent. The key objective of the study is to minimize and eliminate temperature drops during gas transportation, as a key factor in the formation of hydrate crystals. The basic properties of aerogel are described and analyzed, as well as the possibility and experience of using the material in the oil and gas industry to tackle hydrate formation. The article considers the calculation of the effectiveness of using aerogel as insulation of a gas pipeline relative to the main competitors in the market, and shows the values of temperature losses during gas transportation when using various types of insulation. These data demonstrate the effectiveness of the thermal insulation properties of aerogel, and also confirm the possibility of its use in the oil and gas industry. The key disadvantage of the material is the relatively high cost of production, which affects the economic feasibility of the application. To date, active work is underway to reduce the cost, scale and optimize aerogel production worldwide. To eliminate the possibility of hydrate formation, it is not enough to use only an effective heat insulator. It is necessary to apply an integrated approach based on maintaining certain thermobaric conditions in the pipeline.

Keywords: aerogel, thermal insulation, hydrates

For citation: Nazarenko A.V. Prospects of using aerogel to eliminate the possibility of hydrate formation in the system of collection and preparation of borehole products Science. Innovations. Technologies. 2025;(3):165-184 (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.7>

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

The article was submitted 11.06.2025;
approved after reviewing 11.09.2025;
accepted for publication 20.09.2025.

Введение

Основной причиной дефицита и эффективности использования ресурсов для выработки азрогеля является рост стоимости добычи энергоресурсов, а также мировые экологические проблемы. Российские нефтегазовые компании, определяя свою дальнейшую стратегию развития, постепенно начинают осваивать месторождения во все более тяжелых климатических условиях. Многие традиционные технологии являются недостаточно результативными.

Материалы и методы исследований

В качестве информационных источников была использована литература и статьи, описывающие условия образования гидратов, существующие методы борьбы, а также свойства азрогеля.

Результаты исследований и их обсуждение

Одна из главных трудностей при транспортировке природного газа связана с образованием газогидратов. Эти твердые соединения формируются при определенных значениях температуры и давления из воды и легких газов, таких как этан и пропан. Образование гидратов снижает производительность скважин, трубопроводов и прочих инженерных сооружений. Гидраты не возникают из тяжелых углеводородов $C5+$ (за исключением неопентана).

Гидратные кристаллы способны формироваться также из благородных газов вроде гелия, неона и водорода, однако это возможно лишь при чрезвычайно высоком давлении. Формула, характеризующую гидраты, записывают следующим образом: $M \cdot nH_2O$, где M обозначает молекулу газа («гостевую»), а n показывает число молекул воды, приходящихся на каждую молекулу газа. Величина n варьируется от 6 до 17 и определяется условиями формирования гидрата.

Изучение газовых гидратов проводилось еще в середине прошлого столетия. На сегодняшний день для изучения внутренней структуры гидратов применяют самые современные методы, такие как нейтронография и ядерный магнитный резонанс [1, 2].

Условия формирования гидратов зависят от термодинамических параметров и состава газа. Влажность, давление и температура в газопроводе – основные факторы, влияющие на гидратообразование, значение которых необходимо поддерживать в определенных диапазонах, для обеспечения бесперебойной работы газопровода [3, 4, 5].

Методы борьбы с образованием гидратов подразделяются на три группы:

- Технологические подходы заключаются в поддержании условий эксплуатации газовых месторождений, предотвращающих формирование гидратов;
- Химические способы предполагают применение специальных добавок и реагентов, снижающих вероятность появления гидратов;
- Физические методы охватывают механические воздействия и тепловое влияние на систему для предотвращения гидратообразования.

Один из способов предотвратить образование гидратов — нагрев газа в специальном теплообменнике с повышением температуры потока выше уровня, необходимого для возникновения гидратов. Однако такой метод недостаточно эффективен. При низкой температуре внешней среды и значительной протяженности трубопроводной сети интенсивно происходят процессы теплообмена между газом, стенками трубы и окружающим пространством, приводящие к охлаждению газа и уменьшению полезного эффекта нагрева. Более того, повышенная температура газа отрицательно влияет на работу компрессорных станций, вызывая увеличение вязкости транспортируемого флюида.

Следующим популярным способом борьбы с гидратами является метод снижения давления в трубопроводе. Снижение давления осуществляется при помощи продувочных свеч и используется только при ликвидации уже образовавшихся пробок.

Одним из самых эффективных способов борьбы с гидратообразованием является осушка газа. Существует две разновидности осушки газа:

1. Абсорбционная;
2. Адсорбционная.

Абсорбционная осушка базируется на применении жидких абсорбентов. Самыми распространенными являются диэтиленгликоль (ДЭГ) и триэтиленгликоль (ТЭГ).

ДЭГ и ТЭГ применяются в специальных установках осушки газа. Основными элементами установки являются абсорбер, выпарная колонна, сепараторы, теплообменники, выпариватель и насосы. В дополнение предусматривается вспомогательное оборудование для корректной работы установки. Абсорберы стекают по тарелкам захватывают влагу из газа и направляются на регенерацию. Весь цикл является замкнутым. Данные установки используют для подготовки газа перед подачей в магистральный газопровод. Весь процесс происходит при повышенном давлении и пониженной температуре. Выбор между абсорбентами происходит на основании требований к осушаемому газу, технического оснащения предприятия и экономической целесообразности.

Принцип адсорбционной сушки базируется на применении твердых сорбирующих материалов, среди которых наиболее популярны силикагель, цеолиты и боксит. Данные адсорбенты входят в состав специализированных установок, основными узлами которых выступают сепарационные устройства, адсорберы и теплообменники. Функционирование установки предполагает прохождение влажного газа последовательно через несколько слоёв поглотительного материала. Завершив процесс осушения, адсорбер проходит стадию восстановления активности путем регенерации. Данный цикл осуществляется при увеличенном давлении и пониженном температурном режиме.

Стоит отметить, что процесс абсорбционной и адсорбционной осушки сопряжен с большими капитальными вложениями в строительства комплекса по осушке и подготовки газа к транспортировке. При этом комплексы располагаются на значительном расстоянии от кустовых площадок и скважин.

Применение ингибиторов и ПАВ (поверхностно-активные вещества) является наиболее доступным и распространенным ме-

тодом предотвращения гидратообразования. ПАВ создают пленку на стенках кристаллов гидратов, не давая образовывать большие структуры, а ингибиторы, снижая парциальное давление паров воды, понижают температуру гидратообразования [3, 4, 5].

Существует большое разнообразие ингибиторов. Все ингибиторы подразделяются на одноцелевые и многоцелевые. Одноцелевые используются исключительно для предупреждения гидратообразования, а многоцелевые могут нести в себе дополнительные функции (антикоррозионные свойства).

Ингибиторы также делятся на смесевые и индивидуальные. Индивидуальные используются сами по себе, а смесевые представляют собой смесь из нескольких веществ.

Одним из самых популярных ингибиторов в российской промышленности на сегодняшний день являются метанол. Метанол позволяет добиваться значительного снижения температуры гидратообразования по сравнению с конкурентами, обладает хорошими реологическими свойствами, низкой стоимостью производства, выдерживает низкие температуры хранения и практически не оказывает коррозионного влияния на оборудование. Ключевыми недостатками данного вещества являются токсичность и высокая упругость паров. Нефтегазовые компании активно ищут альтернативу использованию метанола по причине токсичности реагента и начинают использовать гликоли, не смотря на меньшую эффективность, что создает определенные проблемы при эксплуатации газового промысла [7, 8, 9].

Целесообразность использования ингибитора определяется следующими факторами:

1. Географические и логистические условия местности, где ведется добыча нефти или газа;
2. Безопасность для экологии и отсутствие вреда здоровью человека при использовании конкретных химических веществ;
3. Потребляемое количество ингибитора и возможность обеспечить хранение достаточных запасов на производственном участке.

При применении ингибитора необходимо учитывать, что гидродинамические условия в трубопроводе изменчивы, что может приводить к скоплению ингибитора на отдельных участках с повышенным гидравлическим сопротивлением. В дополнение часть ингибитора при выносе жидкости со скважины разбавляется водой, что также необходимо учитывать в расчетах. Поэтому на практике количество подаваемого ингибитора превышает расчетное на 10–20 процентов. Большинство месторождений располагается в труднодоступной местности со сверхнизкими температурами, что делает затруднительным доставку и соблюдение условий хранения веществ на локациях. Необходимо также учитывать большое влияние человеческого фактора на производстве при работе с токсичными материалами.

Для того чтобы предотвратить образование кристаллов путем уменьшения колебаний температуры газа, на всем протяжении линии транспортировки также применяют множество видов и комбинаций изоляции (краски, эмали, полиэтилен, пенополиуретан). При этом не обеспечивается стабильная температура на всем участке газопровода. Примером может служить скважины сеноманской залежи Ямбургского месторождения, где температура газа на устье составляет плюс 10–20 градусов Цельсия, а температура газа, поступающего на пункт подготовки находится в пределах от 0 до плюс 20 градусов Цельсия, а в холодные периоды достигает и отрицательных значений вплоть до минус 25 градусов Цельсия. На температурный режим работы газопроводов оказывает влияние колебания температуры окружающей среды, что приводит к работе шлейфов в гидратном режиме. Подземная прокладка трубопроводов частично ликвидирует колебания температур, но не предотвращает образование гидратов в связи с наличием сложных участков прокладки, проходящих над землей. Из-за недостаточного давления на завершающих стадиях эксплуатации месторождения в этих участках появляются условия для образования газогидратов.

Несмотря на большое разнообразие способов борьбы с гидратообразованием, имеющих определенные недостатки, проблема остается актуальной. Поэтому поиск оптимальных, экологически безопасных и эффективных методов транспортировки газа является приоритетной задачей, стоящей при эксплуатации месторождений крайнего севера.

Для поиска инновационных решений и преодоления возникающих технических сложностей в промышленности всё активнее внедряются технологии наноуровня. Основная задача наноиндустрии заключается в разработке материалов, обладающих структурой с компонентами величиной от одного до ста нанометров.

Для решения проблемы гидратообразования предлагается использовать инновационный материал аэрогель. Аэрогель – это продукт области нанотехнологий, который состоит на 99 % из воздуха, что определяет его ключевые свойства, перечисляемы ниже.

1. *Сверхнизкая теплопроводность.* Большая часть воздуха в материале находится в неподвижном состоянии за счет маленького размера пор, не позволяющему газу осуществлять миграцию. Коэффициент теплопроводности аэрогеля может достигать 0,016 Вт/м·К, что подтверждает самую высокую эффективность по данному показателю в мире. На рисунке 1 приведена сравнительная диаграмма коэффициента теплопроводности аэрогеля относительно основных конкурентов.
2. *Гидрофобность.* Изоляционные материалы из аэрогеля обладают гидрофобными свойствами, что позволяет допустить использование во влажных средах с минимизацией рисков коррозионного разрушения оборудования.
3. *Легкость.* Пористая структура позволяет минимизировать влияние материала на вес промышленной конструкции. Плотность аэрогелей в зависимости от разновидности варьируются от 0,16 кг/м³ до 150 кг/м³.
4. *Экологичность и долговечность материала.* Высокие эксплуатационные характеристики позволяют использовать аэрогель в суровых климатических условиях без вреда окружающей среде, при этом уменьшая периоды ремонтных работ.
5. *Негорючесть.* Аэрогелевые материалы демонстрируют высокую огнестойкость, эффективно препятствуя распространению пламени, что особенно ак-

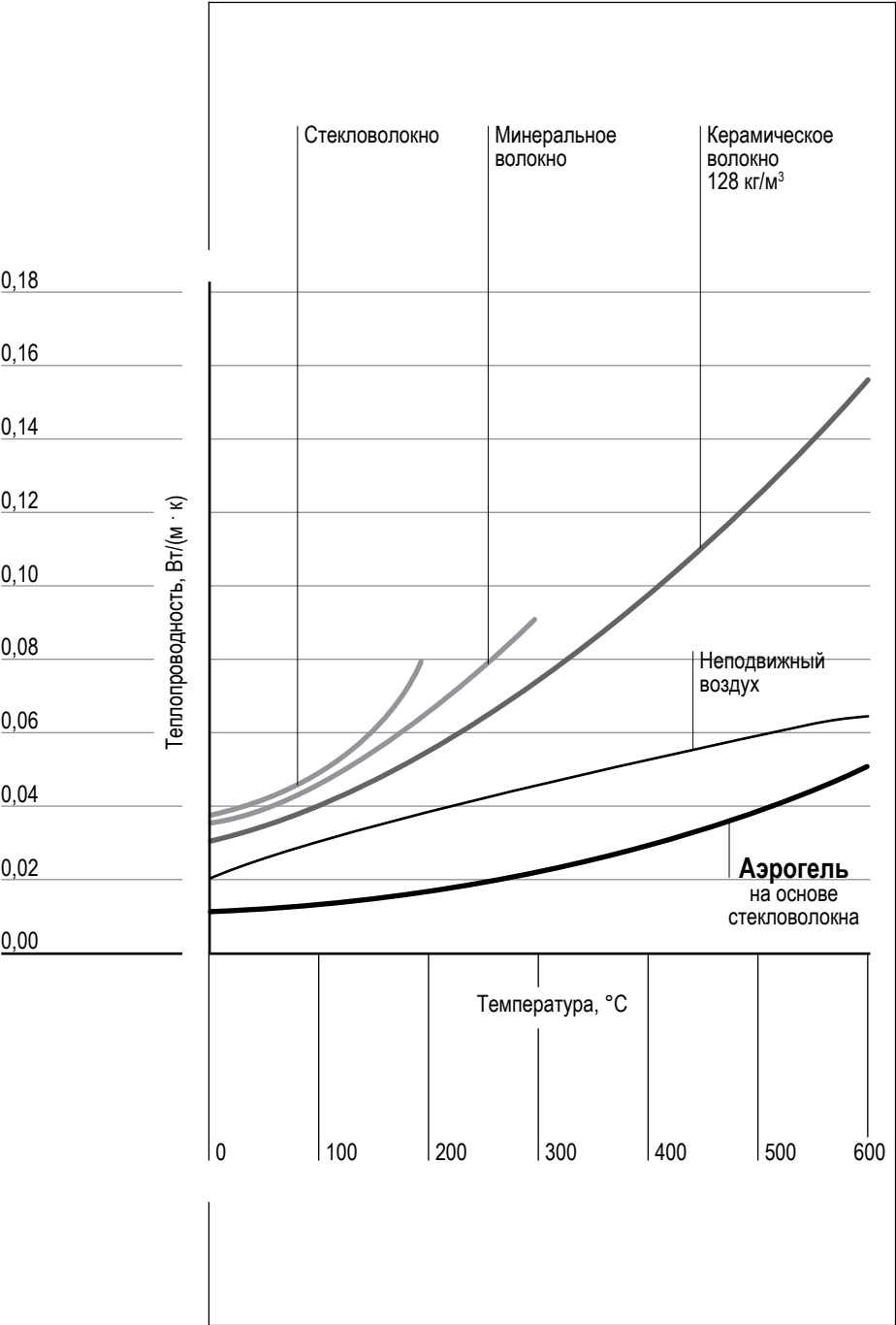


Рис. 1. Сравнительная диаграмма теплопроводности.
Fig. 1. Comparative diagram of thermal conductivity.
Источник: Составлено по данным [13].
Source: compiled according to data [13].

туально для объектов повышенной опасности. Под влиянием повышенных температур аэрогели сохраняют стабильность, не выделяют вредных дымов и токсинов, гарантируя безопасность конструкции и оборудования. Для сравнения, традиционные утеплители типа минеральной ваты теряют теплоизолирующие свойства уже при температуре свыше $+150^{\circ}\text{C}$, одновременно высвобождая опасные химические вещества.

6. *Высокая прочность.* Аэрогель выдерживает нагрузку, превосходящую его собственную массу в 2000 раз. Ранее считалось, что аэрогель отличается хрупкостью, пока не появились новые разновидности, созданные на основе графена и углеродных нанотрубок. Современный аэрогелевый материал характеризуется высокой гибкостью и стойкостью к разнообразным механическим воздействиям.
7. *Долговечность.* Основные свойства изоляция из аэрогеля сохраняет на протяжении длительного времени (расчетно-экспериментальная гарантия около 100 лет). Эластичность, прочность, негорючесть позволяет сократить эксплуатационные и ремонтные издержки. Материал хорошо себя показывает при циклическом температурном режиме [13, 14, 15].

Основными недостатками материалов из аэрогеля является стоимость производства. На данный момент ведется активная работа отечественными и зарубежными компаниями по оптимизации процесса.

Теплоизоляция из аэрогеля производится в виде рулонов, что не создает сложностей в перевозке, монтаже и хранении. Пример приведен на рисунке 2.

В ходе исследований был проведен анализ эффективности применения аэрогеля в качестве изоляции газопровода относительно основных конкурентов на рынке. За расчетную основу была принята термогидродинамическая модель однофазного движения газа из СТО Газпром 2-3.5-051-2006 [16]:

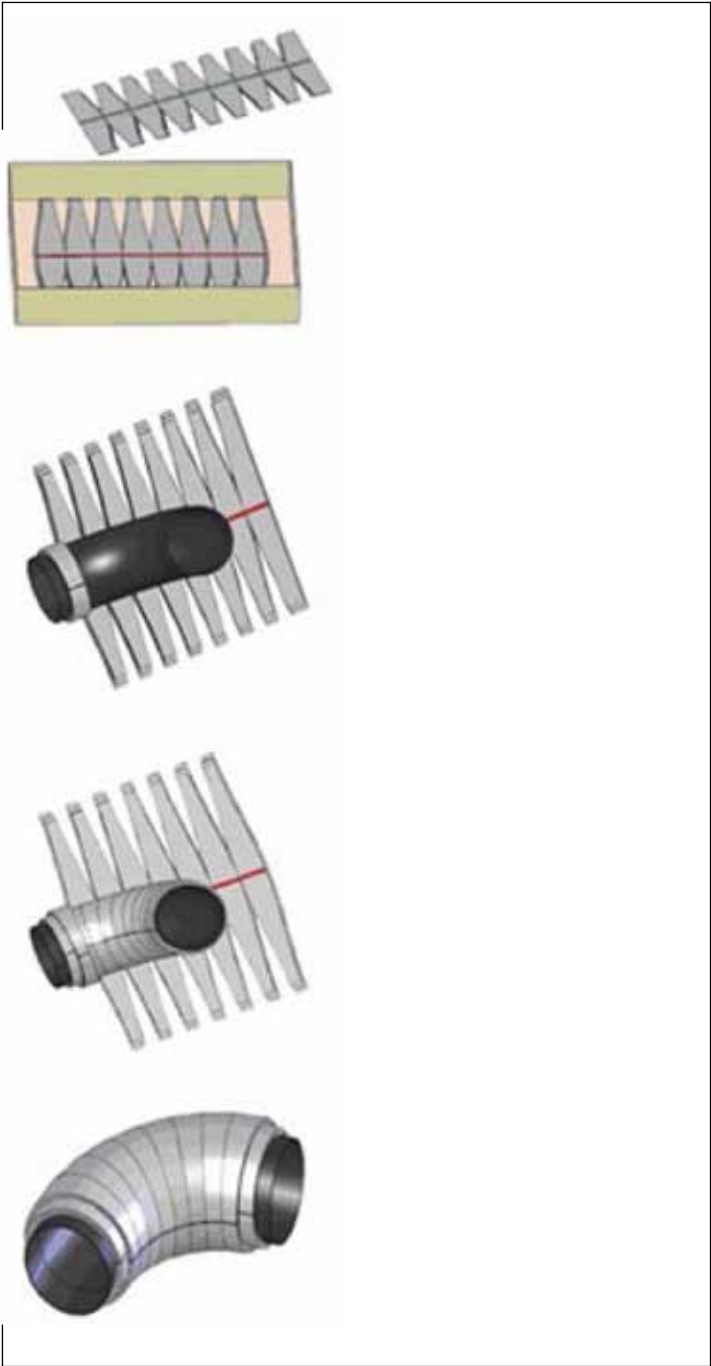


Рис. 2.

Схема монтажа изоляции из аэрогеля

Fig. 2 Aerogel insulation installation scheme

Источник: Составлено по данным [13].

Source: compiled according to data [13].

$$T = T_0 + (T_n + T_0) e^{-ax} - D_j \frac{P_n^2 - P_k^2}{2aLP_{cp}} (1 - e^{-ax}) \quad (1)$$

где

$$a = 225,5 \cdot \frac{K_{cp} \cdot d_n}{q \cdot \Delta \cdot C_p \cdot 10^6} \quad (2)$$

- T_0 — расчетная температура окружающей среды, К;
 T_n — температура газа в начале участка трубопровода, К;
 P_{cp} — среднее давление газа на участке трубопровода, МПа;
 P_n, P_k — соответственно, начальное и конечное абсолютные давления газа на участке трубопровода, МПа;
 d_n — наружный диаметр трубопровода, мм;
 K_{cp} — средний на участке трубопровода общий коэффициент теплопередачи от газа в атмосферу, Вт/м² К;
 C_p — средняя изобарная теплоемкость газа, кДж/кг К;
 D_i — среднее на участке трубопровода значение коэффициента Джоуля-Томсона, К/МПа;
 L — протяженность участка трубопровода, км;
 q — производительность трубопровода, млн м³/сут;
 x — дистанция от начала трубопровода до рассматриваемой точки, км;
 Δ — плотность газа относительно воздуха.

В ходе исследования были просчитаны потери температуры в ходе транспортировки газа при использовании различных типов изоляции. На рисунке 3 представлен график, из которого видно, что при прочих равных условиях между коэффициентом теплопроводности материала и изменением температуры в процессе транспортировки наблюдается практически прямая зависимость.

Аналогичные расчеты были проведены при отсутствии перепада давления при перекачке. Результаты приведены на рисунке 4.

Из графиков видно, что на снижение температуры в процессе перекачки оказывает влияние не только теплопроводность материала, но и наличие перепада давления между начальной и конечной точкой. Следует обратить внимание, что при минимальном перепаде давления и при минимальной возможной теплопроводности материала изоляции (аэрогель) изменение температуры практически

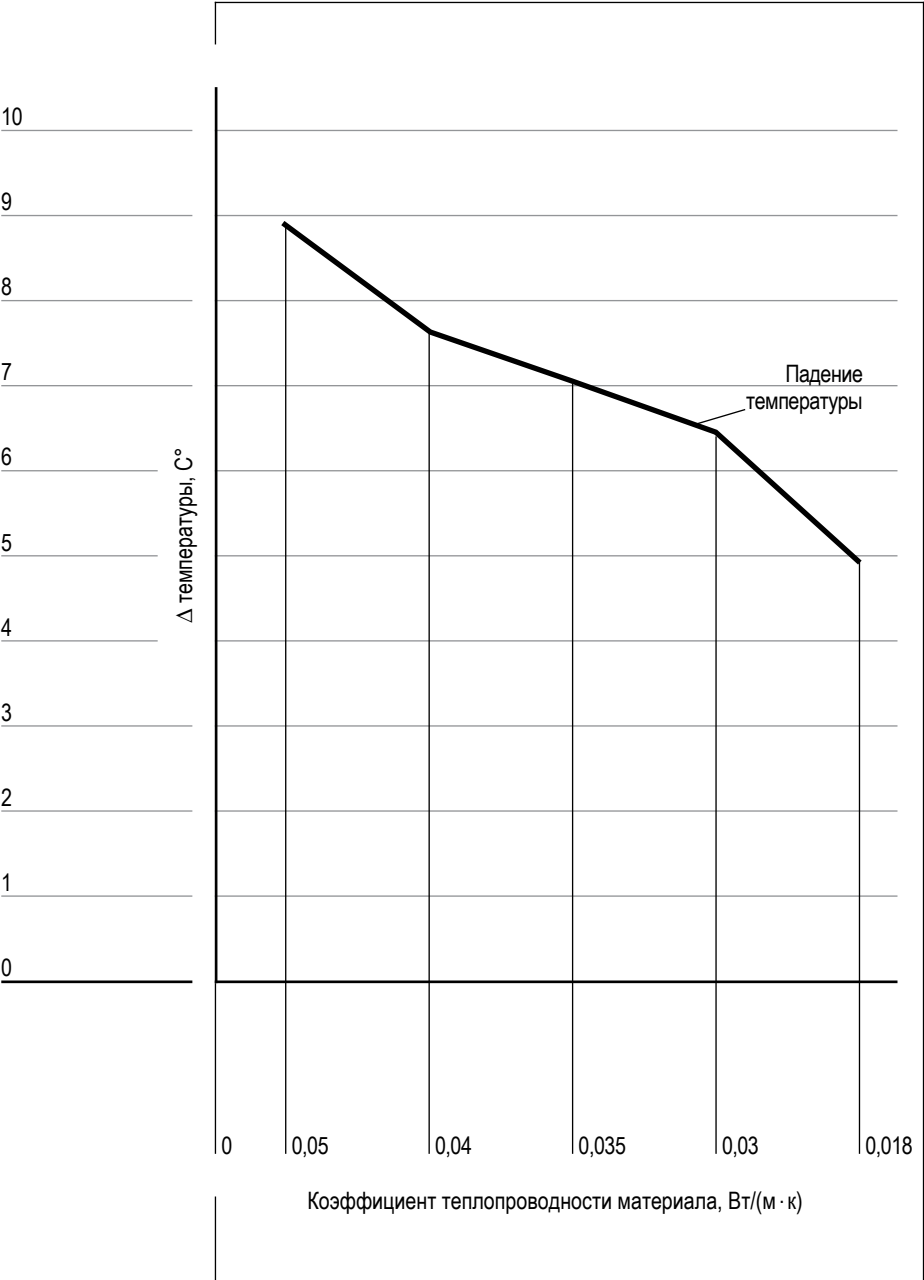


Рис. 3. Падение температуры газа в процессе транспортировки в зависимости от теплопроводности материала изоляции.
Fig. 3. The drop in gas temperature during transportation depending on thermal conductivity of the insulation material.

Источник: Составлено авторами.
Source: compiled by the author.

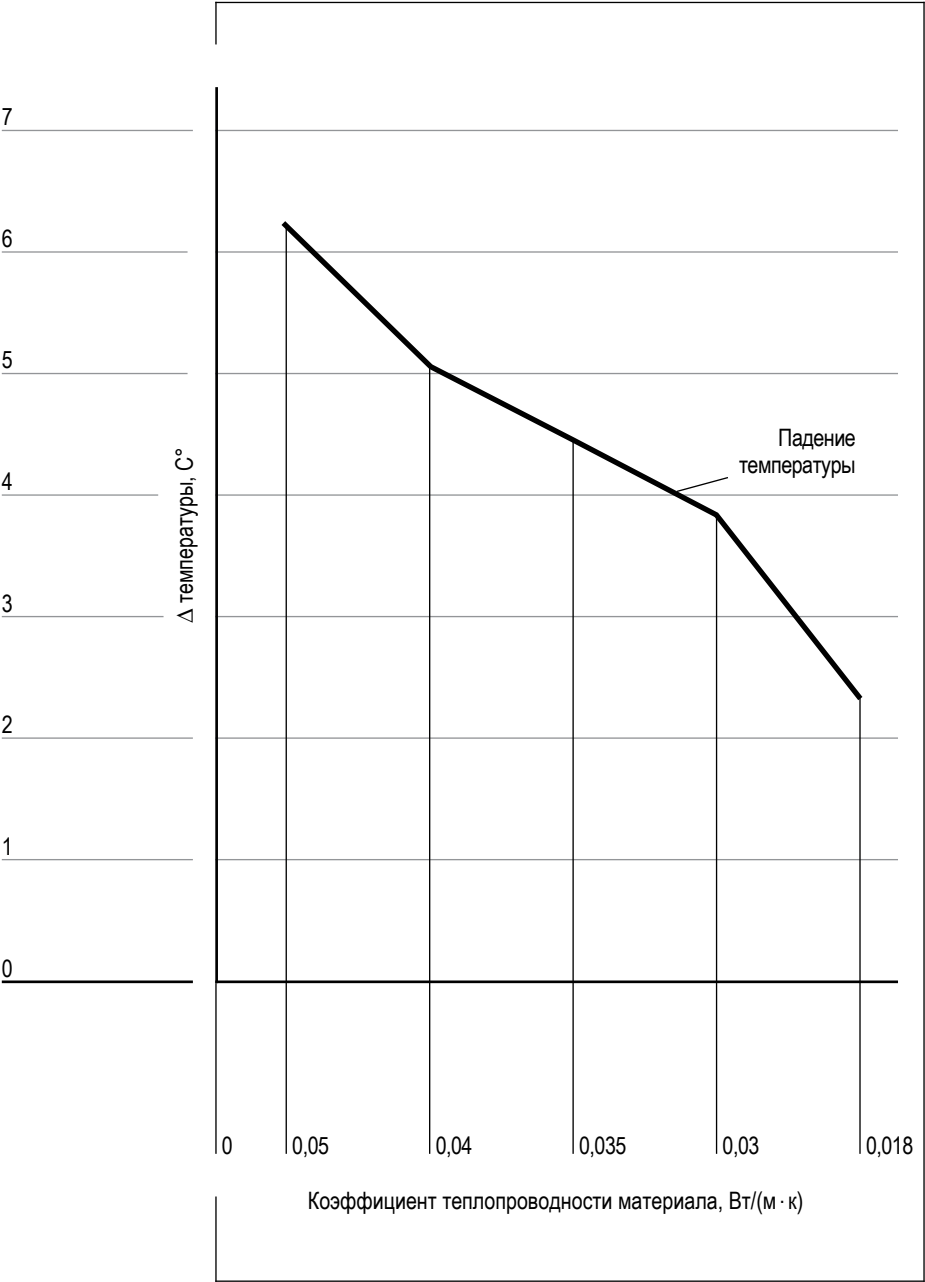


Рис. 4. Падение температуры в зависимости от теплопроводности материала изоляции при отсутствии перепада давления при перекачке.

Fig. 4. Temperature drop depending on thermal conductivity of the insulation material in the absence of pressure drop during pumping.

Источник: Составлено авторами.

Source: compiled by the author.

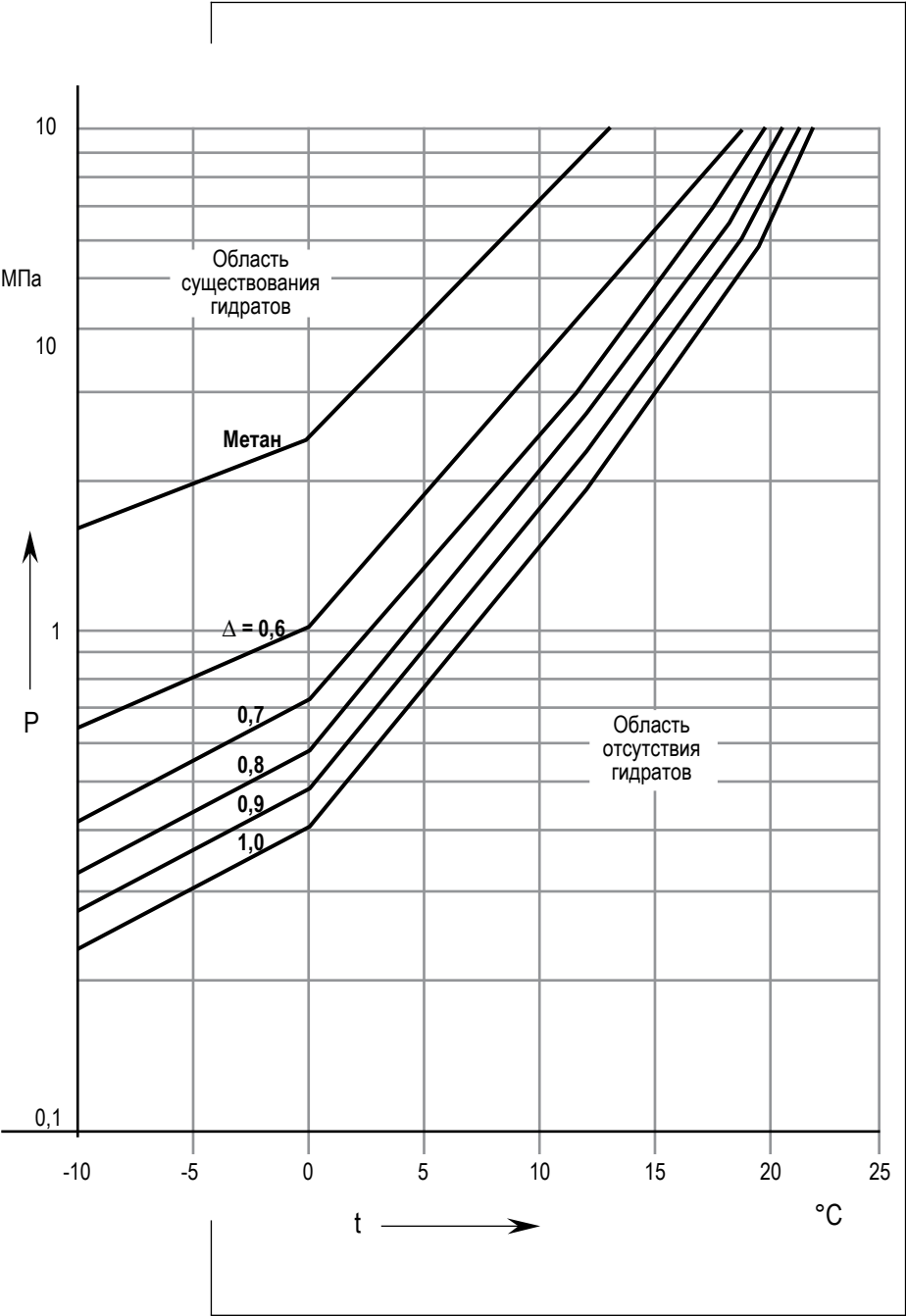


Рис. 5. Диаграмма условий образования гидратов.
Fig. 5. Diagram of hydrate formation conditions.

Источник: Составлено по данным [17].
Source: compiled according to data [17].

отсутствует (около 2 градуса Цельсия), тем самым, предотвращая возможность гидратообразования.

Условия гидратообразования определяют по специальным диаграммам. Пример такой диаграммы приведен на рисунке 5.

Из диаграммы видно, что поддержание температуры на уровне 10 градусов Цельсия в процессе транспортировки позволяет практически полностью исключить возможность образования гидратов в трубопроводе. В качестве ориентира принимаем метан, так как он является основным компонентом природного газа (90 % в составе).

Использование аэрогеля на предприятии ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» для теплоизоляции паропровода продемонстрировало значительное преимущество перед традиционной изоляцией из минеральной ваты. Толщина слоя аэрогеля оказалась вдвое меньше, сохраняя тот же уровень эффективности утепления. Дополнительно водоотталкивающие свойства аэрогелевого материала обеспечивают дополнительную защиту от коррозии.

Еще один удачный пример использования аэрогелевых утеплителей демонстрирует опыт компрессорной станции «Северная», принадлежащей ПАО «Газпром» [4]. Здесь теплоизоляционные покрытия успешно справились с решением производственных вопросов, связанных с шумовым загрязнением и теплопотерями в ходе эксплуатации технологического оборудования.

Заключение

Анализ перспектив применения аэрогеля для предотвращения гидратообразования в системах сбора и подготовки скважинной продукции показал, что данный материал обладает всеми необходимыми свойствами для применения в нефтегазовой отрасли. Уникальная низкая теплопроводность позволяет подобрать необходимые параметры давления и температуры для исключения образования гидратов в процессе транспортировки газа, а также уменьшить геометрические размеры промышленных сооружений за счет меньшего диаметра изоляции.

Несмотря на все преимущества изоляции из аэрогеля, дороговизна и сложность изготовления ставит под вопрос экономическую целесообразность применения при эксплуатации месторожде-

ний. На данный момент происходит процесс поиска оптимизации производства аэрогеля по всему миру. Вопрос становится все более актуальным в связи началом эпохи освоения ресурсов, находящихся за полярным кругом.

Список источников

1. Баталин О. Ю., Захаров М. Ю. Совершенствование методов расчета условий гидратообразования. М.: ВНИИЭГАЗпрома, 1988. 142 с.
2. Бык С. Ш., Макогон Ю. Ф., Фомина В. И. Газовые гидраты. М.: Химия, 1980. 296 с.
3. Истомин В. А. Предупреждение и ликвидация газовых гидратов в системах сбора и промысловой обработки газа и нефти. Москва: ВНИИЭ-газпром, 2000. 213 с.
4. Истомин В.А., Квон В. Г. Предупреждение и ликвидация газовых гидратов в системах добычи газа. М.: ИРЦ Газпром, 2004. 506 с.
5. Макогон Ю. Ф., Саркисянц Г.А. Предупреждение образования гидратов при добыче и транспорте газа. М.: Недра, 2005. 186 с.
6. Бухгалтер Э. Б. Метанол и его использование в газовой промышленности. М.: Недра, 1986. 238 с.
7. Дегтярёв Б. В., Лутошкин Г. С., Бухгалтер Э. Б. Борьба с гидратами при эксплуатации газовых скважин в районах Севера (практическое руководство). М.: Недра, 1969. 119 с.
8. Попов В. И., Хорошилов В. А. Осушка газа. М.: Недра, 1972. 112 с.
9. Тройникова А. А. и др. Экспериментальные исследования ингибиторов гидратообразования на основе хлоридов двухвалентных металлов // Вести газовой науки. 2017. №. 2 (30). С. 104–109.
10. Carroll J. Natural gas hydrates: a guide for engineers // Gulf Professional Publishing, 2020. 338 p.
11. Bai D. et al. The effect of aqueous NaCl solution on methane hydrate nucleation and growth // Fluid Phase Equilibria. 2019. Т. 487. С. 76–82.
12. Du J. et al. Experiments and prediction of phase equilibrium conditions for methane hydrate formation in the NaCl, CaCl₂, MgCl₂ electrolyte solutions // Fluid Phase Equilibria. 2019. Т. 479. С. 1–8.
13. Васильева И. Л., Немова Д. В. Перспективы применения аэрогелей в строительстве // Alfabuild. 2018. № 4(6). С. 135–145
14. Якубовский Ю. Е., Лобач И. А. Использование аэрогеля в качестве теплоизоляционного материала магистральных трубопроводов // Проблемы функционирования систем транспорта. Сборник трудов конференции. 2010. С. 379–380.
15. Меньшутина Н. В., Катаевич А. М., Лебедев А. Е. Наноструктуриро-

- ванные материалы на основе диоксида кремния: аэрогель, ксерогель, криогель // Естественные и технические науки. 2013. № 2. С. 374–376.
16. СТО Газпром 2-3.5-051-2006 «Нормы технологического проектирования магистральных газопроводов». ИРЦ Газпром: ВНИИГАЗ, 2006. 196 с.
 17. Сарданашвили С. А. Расчетные методы и алгоритмы (трубопроводный транспорт газа). Москва: «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005. 577 с.
 18. Бушманова А.В., Виденков Н.В., Доброгорская Л.В., Семенов К.В., Федотов В.В. Инновационные материалы на основе аэрогеля в строительстве // *Alfabuild*. 2017. №1 (1). С. 89–98.
 19. Михайлов И. М. Аэрогель в гражданском строительстве. Применение и перспективы развития // Международные научно-практические конференции. М. Изд-во: ИП Коротких А.А., 2018. С.397–404.
 20. Блинцова А.С. Теплоизоляция на основе наноматериала Аэрогель // Вопросы науки. 2015. С. 24–27.
 21. *Interplanetary Dust*. Springer / E. Grun [et al.] // *Astronomy and Astrophysics Library*. 2001. P. 804.
 22. Pierre A. C., Pajonk G. M. Chemistry of Aerogels and Their Applications // *Chemical Reviews*. 2002. V. 102. No. 11. P. 4243–4266.

References

1. Batalin OY, Zakharov MY. Improvement of methods for calculating hydrate formation conditions. Moscow: Vniiegazprom; 1988. 142 p. (In Russ.).
2. Byk SSh, Makogon YuF, Fomina VI. Gas hydrates. M.: Khimiya; 1980. 296 p. (In Russ.).
3. Istomin VA. Prevention and elimination of gas hydrates in gas and oil collection and field treatment systems. Moscow: VNIIEgazprom; 2000. 213 p. (In Russ.).
4. Istomin VA, Kvon VG. Prevention and elimination of gas hydrates in gas production systems. M. : IRTS Gazprom; 2004. 506 p. (In Russ.).
5. Makogon, YuF., Sarkisyants GA. Prevention of hydrate formation during gas production and transport. M.: Nedra; 2005. 186 p. (In Russ.).
6. Bygalter AB. Methanol and its use in the gas industry. Germany; 1986. 238 p. (In Russ.).
7. Degtyarev BV, Lutoshkin GS, Buchgalter EB. Control of hydrates during the operation of gas wells in the North (practical guide). M.: Nedra; 1969. 119 p. (In Russ.).
8. Popov VI, Gorokhilov VA. Gas exploration. Moscow: Nauka; 1972. 112 p. (In Russ.).
9. Troinikova AA, et al. Experimental studies of hydrate formation inhibitors based on divalent metal chlorides. *Vesti gazovoi nauki*. 2017;2(30):104-109. (In Russ.).

10. Carroll J. Natural gas hydrates: a guide for engineers. Gulf Professional Publishing; 2020. 338 p.
11. Bai D. et al. The effect of an aqueous NaCl solution on the nucleation and growth of methane hydrate. Equilibrium of the liquid phase. 2019;(487):76-82.
12. Du J. et al. Experiments and prediction of phase equilibrium conditions for the formation of methane hydrate in solutions of electrolytes NaCl, CaCl₂, MgCl₂. Fluid phase equilibria. 2019;(479):1-8.
13. Vasileva IL, Nemova DV. Prospects for the use of aerogels in construction. Alfabuild. 2018;4(6):135-145 (In Russ.).
14. Yakubovsky YuE, Lobach IA. The use of aerogel as a thermal insulation material for main pipelines. Proceedings of the conference "Problems of functioning of transport systems". 2010. P. 379-380 (In Russ.).
15. Menshutina NV, Katalevich AM, Lebedev AE. Nanostructured materials based on silicon dioxide: aerogel, xerogel, cryogel. Natural and technical sciences. 2013;(2):374-376. (In Russ.).
16. STO Gazprom 2-3.5-051-2006 "Standards of technological design of main gas pipelines". IRC Gazprom: VNIIGAZ; 2006. 196 p. (In Russ.).
17. Sardanashvili SA. Calculation methods and algorithms (pipeline gas transport). Moscow: "Oil and Gas" Gubkin Russian State University of Oil and Gas; 2005. 577 p. (In Russ.).
18. Bushmanova AV, Videnkov NV, Dobrogorskaya LV, Semenov KV, Fedotov VV. Innovative materials based on aerogel in construction. Alfabuild. 2017;1(1):89-98. (In Russ.).
19. Mikhailov IM. Aerogel in the civil state. Application and development prospects. International scientific and practical conferences. Moscow: Publishing house: IP Korotkov AA; 2018. P. 397-404. (In Russ.).
20. Blindova AS. Isolation based on aerogel nanomaterial. Questions of science. 2015. P. 24-27. (In Russ.).
21. Interplanetary dust. Springer E. Grun [et al.]. Library of Astronomy and Astrophysics; 2001. P. 804.
22. Pierre AC, Pajonk GM. Chemistry of Aerogels and Their Applications. Chemical Reviews. 2002;102(11):4243-4266.

Информация об авторе

Александр Валентинович Назаренко – аспирант Северо-Кавказского федерального университета

Information about the author

Aleksandr V. Nazarenko – postgraduate student, North-Caucasus Federal University



Научная статья
УДК 622.276.4
<https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.8>

ОЦЕНКА ПРИЁМНОСТИ НАГНЕТАТЕЛЬНЫХ СКВАЖИН С ТЕХНОЛОГИЕЙ ОДНОВРЕМЕННО-РАЗДЕЛЬНОЙ ЗАКАЧКИ В ЦЕЛЯХ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ППД

Иосиф Васильевич Суди^{1*},
Максим Викторович Зуев²,
Надежда Александровна Чихарева³,
Ольга Алексеевна Вагнер⁴

- 1, 2, 3, 4 Тюменский нефтяной научный центр, (д. 79/1, ул. Осипенко,
г. Тюмень, 625002, Российская Федерация)
1 IV_Sudi2@tnnc.rosneft.ru; <https://orcid.org/0009-0003-6625-0483>
2 mvzuev-tnk@tnnc.rosneft.ru; <https://orcid.org/0009-0005-2884-4859>
3 NA_Chikhareva@tnnc.rosneft.ru; <https://orcid.org/0009-0007-6720-4429>
4 oavagner2@tnnc.rosneft.ru; <https://orcid.org/0009-0003-5750-4074>
* Автор, ответственный за переписку

Аннотация.

Скважинные системы одновременно-раздельной эксплуатации/закачки (ОРЭ/ОРЗ) в последнее время зарекомендовали себя в качестве полезного инструмента для решения различного рода задач по повышению нефтеотдачи пласта, контролю за выработкой месторождения, снижению капитальных затрат, в том числе в условиях ограниченных возможностей для бурения (морские платформы, удалённые месторождения) и т.д. Компоновки ОРЭ/ОРЗ предназначены для одновременной эксплуатации отдельных объектов разработки через один ствол скважины, что позволяет инженерам осуществлять регулирование добычи и закачки. Современные решения подобных систем предоставляют возможности более детального контроля за разработкой с помощью оснащения различного типа датчиками и автономными устройствами контроля притока (АУКП). Однако при использовании компоновки с ОРЗ, в частности, на нагнетательных скважинах, зачастую система оснащается одним общим расходомером на устье скважины, в связи с чем отсутствует понимание о закачке в пределах отдельного интервала. Данные особенности накладывают ограничения на возможности контроля закачки и поддержания уровня необходимой компенсации для отдельных объектов. В данной работе представлен подход к оценке приёмистости на скважинах с технологией одновременно-раздельной

закачки. Алгоритм основан на анализе фактических показателей с датчиков давления, расчёты выполняются с применением уравнения определения расхода жидкости по перепаду давления на штуцере. Основная неопределённость при выполнении расчётов заключается в корректности входного параметра – коэффициента расхода, оценке которого посвящена значительная часть работы. По результатам анализа выявлены корреляции коэффициента расхода с показателями приёмистости, площади сечения штуцера, потерь давления в результате трения. На основе полученных корреляций произведен расчёт общей приёмистости в скважине, после чего выполнена оценка приёмистости в интервалах закачки.

Ключевые слова: одновременно-раздельная закачка, приёмистость, устройство контроля притока, система поддержания пластового давления, нагнетательная скважина, перепад давления, диаметр, штуцер, трение

Для цитирования: Оценка приёмистости в нагнетательных скважинах с технологией одновременно-раздельной закачки в целях оптимизации системы ППД / Суды И. В., Зуев М. В., Чихарева Н. А., Вагнер О. А. // Наука. Инновации. Технологии. 2025. № 3. С. 185–214. <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.8>

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 04.06.2025;
одобрена после рецензирования 29.08.2025;
принята к публикации 20.09.2025.

2.8.4. Oil and Gas Field Development and Operation (Technical Sciences) Research article

Estimating injectivity in wells with dual injection systems to optimize reservoir pressure maintenance

Iosif V. Sudi^{1*},
Maxim V. Zuev²,
Nadezhda A. Chikhareva³,
Olga A. Vagner⁴

^{1, 2, 3, 4} Tyumen Petroleum Research Center, (79/1, Osipenko St., Tyumen, 625002, Russian Federation)

¹ IV_Sudi2@tnnc.rosneft.ru; <https://orcid.org/0009-0003-6625-0483>

² mvzuev-tnk@tnnc.rosneft.ru; <https://orcid.org/0009-0005-2884-4859>

³ NA_Chikhareva@tnnc.rosneft.ru; <https://orcid.org/0009-0007-6720-4429>

⁴ oavagner2@tnnc.rosneft.ru; <https://orcid.org/0009-0003-5750-4074>

* Corresponding author

Abstract.

Downhole systems of dual completion / injection have recently proven to be a useful tool for solving various types of tasks to increase oil recovery, monitor field development, reduce capital costs, including within the conditions of limited drilling opportunities (offshore platforms, remote fields), etc.

The assemblies of dual completion / injection systems are designed for simultaneous operation separate development targets through a single borehole, which allows engineers to regulate production and injection. The up-to-date solutions for such systems ensure a more detailed monitoring of the development by equipping various types of sensors and autonomous inflow control devices. However, in case of the dual injection assembly, in particular in injection wells, the system is often equipped with one common flowmeter at a wellhead, and therefore there is no understanding of injection within a separate interval. These features impose restrictions on the processes of injection monitoring and maintaining the level of required compensation for certain targets.

This paper presents an approach to assessing the injectivity of wells equipped with the dual completions technology. The algorithm is based on the analysis of actual readings from pressure sensors, calculations are performed using the equation for determining the fluid rate based on the pressure drop in the choke. The main uncertainty in the estimates lies in the correctness of the input parameter of the flow coefficient, the assessment of which is the subject of a significant part of the study. Based on the analysis, correlations were found between the rate factor and the injectivity indicators, the choke cross-sectional area, and pressure friction losses. Based on the resulting correlations, the total injectivity in the well was estimated, as well as the injectivity in the injection intervals.

Keywords:

dual injection systems, injectivity, optimization, reservoir pressure maintenance, injection well, pressure drop, diameter, choke, friction.

For citation:

Sudi I.V, Zuev M.V, Chikhareva N.A, Vagner O.A. Estimating injectivity in wells with dual injection systems to optimize reservoir pressure maintenance. Science. Innovations. Technologies. 2025;(3):185-214. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.8>

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

The article was submitted 04.06.2025;
approved after reviewing 29.08.2025;
accepted for publication 20.09.2025.

Проблематика

Понимание реальной приёмистости на объектах ОРЗ является важным элементом для решения задач по оптимизации системы поддержания пластового давления (ППД), адаптации гидродинамических и интегрированных моделей, мониторингу энергетического состояния отдельных объектов, оценке уровня компенсации и т.д. Отсутствие достоверного распределения закачки по объектам может негативным образом повлиять на достоверность работы моделей, что, в свою очередь, приведет к принятию неверных решений как по оптимизации действующей системы ППД, так и по организации новой.

При отсутствии отдельных расходомеров в интервалах ОРЗ распределение закачки производится преимущественно аналитическим способом на основе данных, полученных при раздельной работе одного из интервалов ОРЗ, после чего на основе полученной продуктивности интервала рассчитывается доля второго интервала в последующие периоды одновременной их работы. Однако процессы, происходящие в нагнетательных скважинах в ходе их работы, накладывают ряд определённых сложностей, провоцирующих значительное снижение достоверности подобных расчётов. В относительно стабильных системах с ОРЗ подобная аналитика вполне применима, однако, система скважина-пласт в случае нагнетательной скважины не всегда характеризуется линейным и прогнозируемым поведением, особенно при осуществлении постоянного регулирования режима работы скважины путем изменения диаметра рабочего штуцера [1].

Физические особенности процесса закачки воды

При закачке воды в нагнетательную скважину работа производится при высоких устьевых и забойных давлениях, что способствует проявлению негативного влияния сил трения, возникновению турбулентных течений, образованию трещин авто-ГРП и других факторов, влияющих на приёмистость скважины. В скважинах с ОРЗ подобное поведение проецируется на работу всех интервалов, в связи с чем прогнозировать поведение показателей закачки становится еще более проблематичным.

Существует множество различных формул для определения расхода жидкости в трубопроводе, однако, при выполнении реальных расчётов возникают различного рода трудности в виде неопределённостей некоторых параметров или отсутствие учёта выше описанных особенностей процесса закачки [2].

1. Формула Пуазейля.

Устанавливает зависимость объёмного расхода вязкой несжимаемой жидкости через цилиндрическую трубу от разности давлений, геометрических параметров трубы и вязкости жидкости. Применимость закон получил в процессах оптимизации потока жидкости в трубопроводах и водопроводных системах [3]:

$$Q = \frac{\pi d^4 \times \Delta P}{8 \times \eta \times L} \quad (1)$$

где Q – расход жидкости;
 L – длина трубы;
 η – динамическая вязкость воды;
 P – разность давлений на концах трубы;
 d – внутренний диаметр трубы.

В связи с тем, что условия применимости закона ограничиваются ламинарным течением в горизонтальном трубопроводе и несжимаемой жидкостью, результаты расчётов на примере фактических данных на скважинах показали низкий уровень сходимости с показателями расходомера (в 10 раз ниже). При применении в расчётах для реальной скважины в качестве разности давлений на концах трубы использована разность между приведенным на глубину устьевым давлением и фактическим забойным давлением (рис. 1).

На рисунке 1 сравнения расчёта с реальными данными наблюдается сходимость основных трендов, однако, при увеличении расхода возрастает степень расхождения, предположительно связанная с возникновением дополнительных потерь на трение.

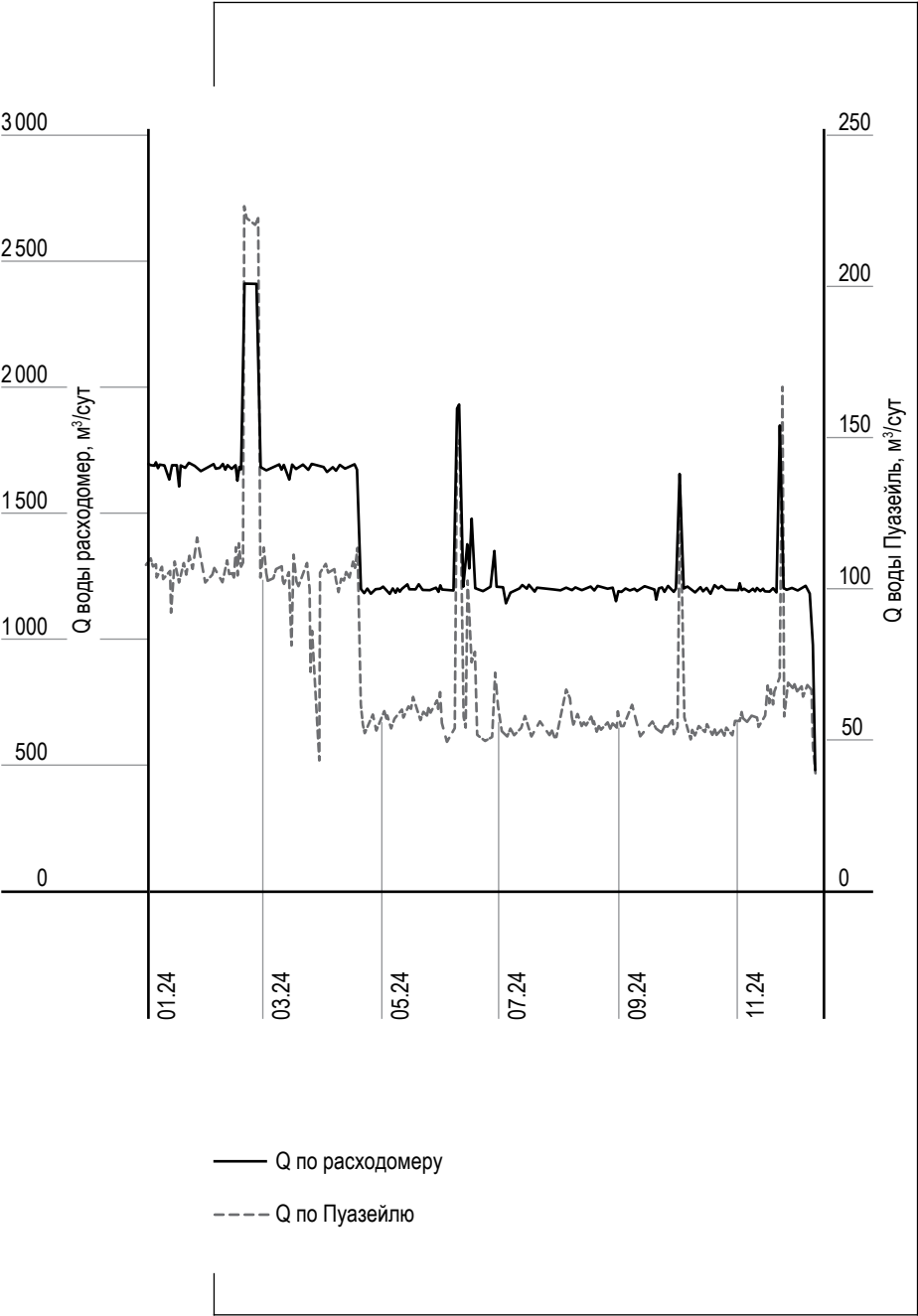


Рис. 1. Сравнение результатов расчёта по формуле Пуазейля с данными расходомера.
Fig. 1. Comparison of Poiseuille formula calculation results with flow meter data.
Источник: составлено авторами по данным [2].
Source: compiled by the authors according to data [2].

2. Расчёт с учётом скорости потока в трубопроводе.

Предполагает учёт потерь на трение ввиду их зависимости от скорости потока, однако, на практике определить скорость потока в отдельных участках и элементах скважины не представляется возможным, в связи с чем степень применимости данного варианта расчёта в реальных условиях достаточно низкая [3]:

$$Q = \frac{\pi \times d^4}{4} \times v \quad (2)$$

где Q – расход жидкости;
 v – скорость потока;
 η – динамическая вязкость воды;
 d – внутренний диаметр трубы.

Существует множество других вариантов расчёта, однако, в конечном итоге основная проблема при определении расхода жидкости кроется в динамике процесса, в связи с чем приходится оперировать неизвестными показателями.

3. Определение расхода жидкости по перепаду давления. Расчёт основан на определении расхода жидкости через трубу/дроссель путём анализа перепада давления между двумя датчиками, а также учитывает коэффициент расхода [3]:

$$Q = \mu \times S \times \sqrt{\frac{2 \times \Delta P}{\rho}} \quad (3)$$

где Q – расход жидкости;
 S – площадь сечения трубы/дросселя;
 ρ – плотность закачиваемого;
 P – разность давлений на концах трубы/дросселя;
 μ – коэффициент расхода.

Суть данного расчёта во многом схожа с вышеописанным вариантом расчёта по Пуазейлю за исключением наличия коэффициента расхода жидкости.

Коэффициент расхода — безразмерный параметр, отражающий отношения истинного расхода к теоретически рассчитанному. Наиболее точно данный коэффициент определяется экспериментальным способом, однако, в некоторых случаях коэффициент расхода истечения из отверстия принимается равным произведению коэффициента сжатия ε на коэффициент скорости φ ($\mu = \varepsilon \times \varphi$).

Данный параметр зависит от режима движения жидкости (ламинарный, турбулентный), числа Рейнольдса, положения отверстия относительно стенок резервуара и других факторов, следовательно, характеризуется некоторой динамикой в ходе работы скважины.

В конечном итоге оптимальным вариантом для расчётов принят метод определения расхода жидкости через трубу/дроссель с использованием коэффициента расхода [3].

Формирование алгоритма. Расчет общей приемистости в скважине

В представленном алгоритме расчёта в реальной скважине вычисления осуществляются путем определения расхода жидкости по перепаду давления на дросселе (уравнение №3):

$$Q = \mu \times S \times \sqrt{\frac{2 \times \Delta}{\rho}} \quad (3)$$

Рассмотрим случай эксплуатации нагнетательной скважины с интеллектуальной системой заканчивания и технологией ОРЗ, оборудованной одним расходомером на устье и двумя автономными устройствами контроля притока (АУКП) с индивидуальными датчиками температуры и давления на забое. Наличие датчиков непосредственно в интервалах закачки, а также в общем трубном пространстве (на забое выше АУКП и на устье скважины), позволяет выполнить анализ перепада давления в пределах отдельных элементов скважины. Схематическая визуализация скважины представлена ниже (рис. 2).

В первой итерации выполнен расчёт совокупной приёмистости в скважине путём анализа перепада давления между устьевым и забойным датчиками за 2024 год.

Для расчётов принято:

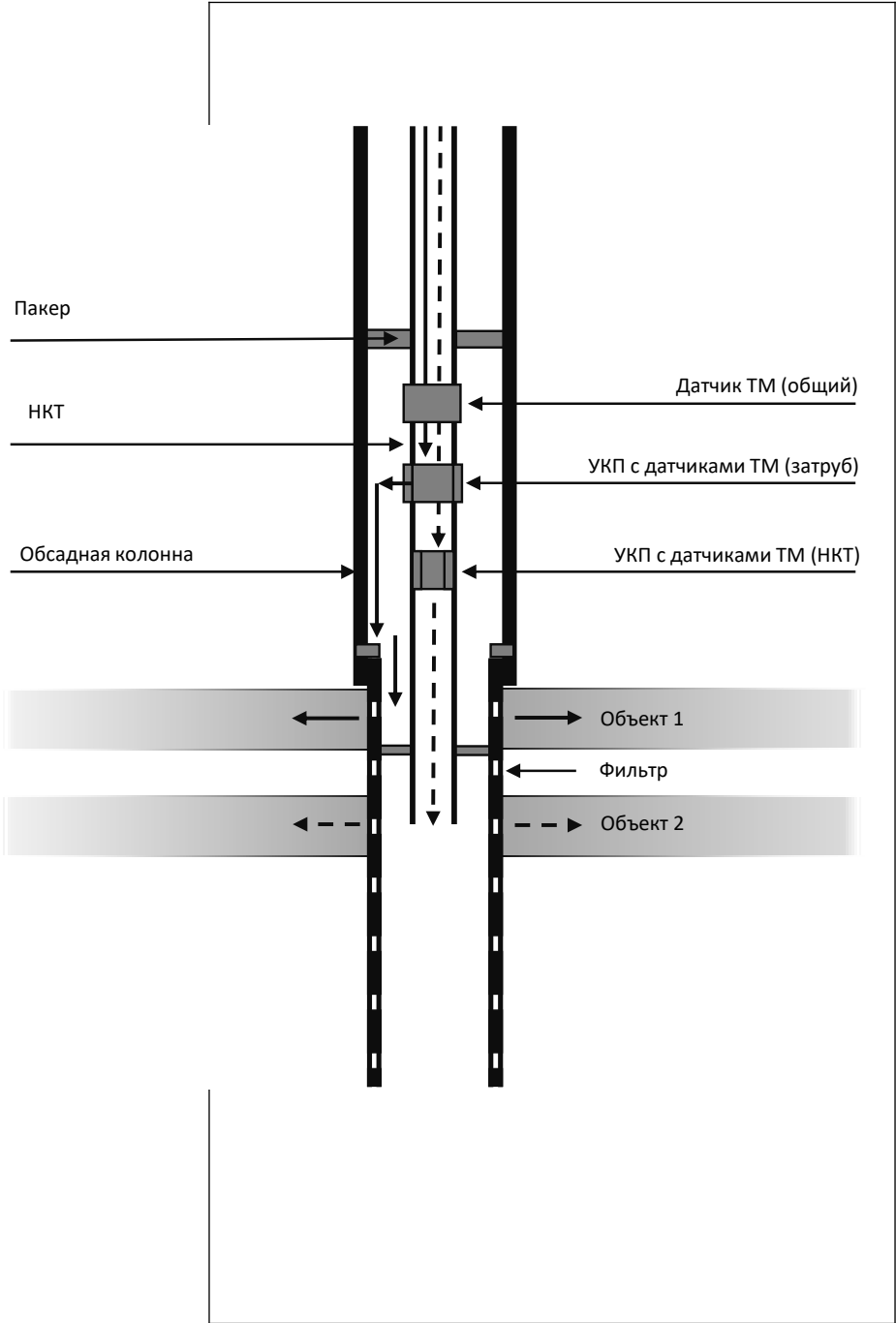


Рис. 2.

Схема нагнетательной скважины с ОПЗ.

Fig.2. Injection well with dual completion equipment.

Источник: составлено авторами по данным [2].

Source: compiled by the authors according to data [2].

- устьевое давление приведено на глубину забойного датчика;
- коэффициент расхода принят постоянным ($\mu - 1$);
- площадь сечения устьевого штуцера рассчитана с учётом процента открытия.

На графике сравнения (рис. 3) наблюдаются расхождения между фактическими и рассчитанными показателями приёмистости, что связано с отсутствием учёта динамики коэффициента расхода.

Для учёта динамики коэффициента расхода важно определить факторы влияния. Как известно, в результате раскрытия штуцера в скважине наблюдается увеличение приёмистости, скорости потока и, как следствие, рост влияния сил трения и снижение продуктивности, что обуславливает необходимость создания большей репрессии на пласт [4].

Эффект нестационарного проявления сил трения в ходе закачки возможно проследить на примере анализа промысловых данных устьевого и забойного датчиков (рис. 4). При расчёте устьевого давления на глубину забоя по классической формуле гидростатического давления (4) в остановленной скважине наблюдается идеальная сходимость рассчитанного давления с фактическим на забойном датчике, в то время как при расчётах в работающей скважине наблюдаются расхождения (в данном случае 5–8 бар). Нередки случаи, когда проявление трения при закачке настолько существенное, что расхождение достигает 20–30 бар.

$$P_{зab} = P_{уст} + \rho gh \quad (4)$$

В связи с тем, что расчёт по классической формуле гидростатического давления не учитывает эффект возникновения сил трения, при возникновении которых рассчитанное по устью давление выше фактического забойного, с некоторой погрешностью данную разность можно принять в качестве потерь на трение. Зависимость потерь на трение от приёмистости скважины отслеживается на графике ниже (рис. 5).

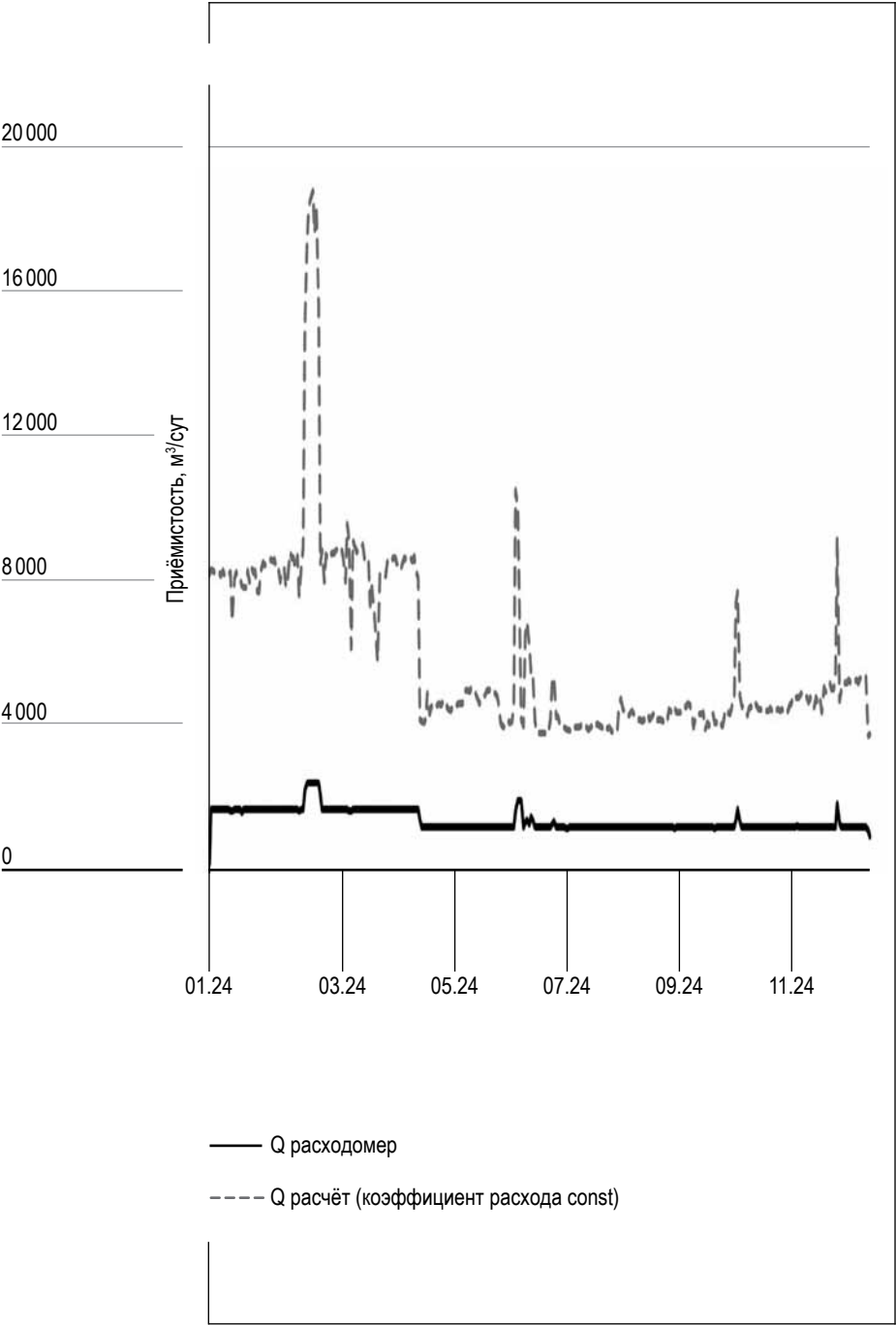


Рис. 3. Расчёт общей приёмистости по перепаду Руст/Рзаб без учёта коэффициента расхода.
Fig. 3. Calculation of total injectivity based on the WHP/BHP difference without taking into account the flow coefficient.
Источник: составлено авторами по данным [2].
Source: compiled by the authors according to data [2].

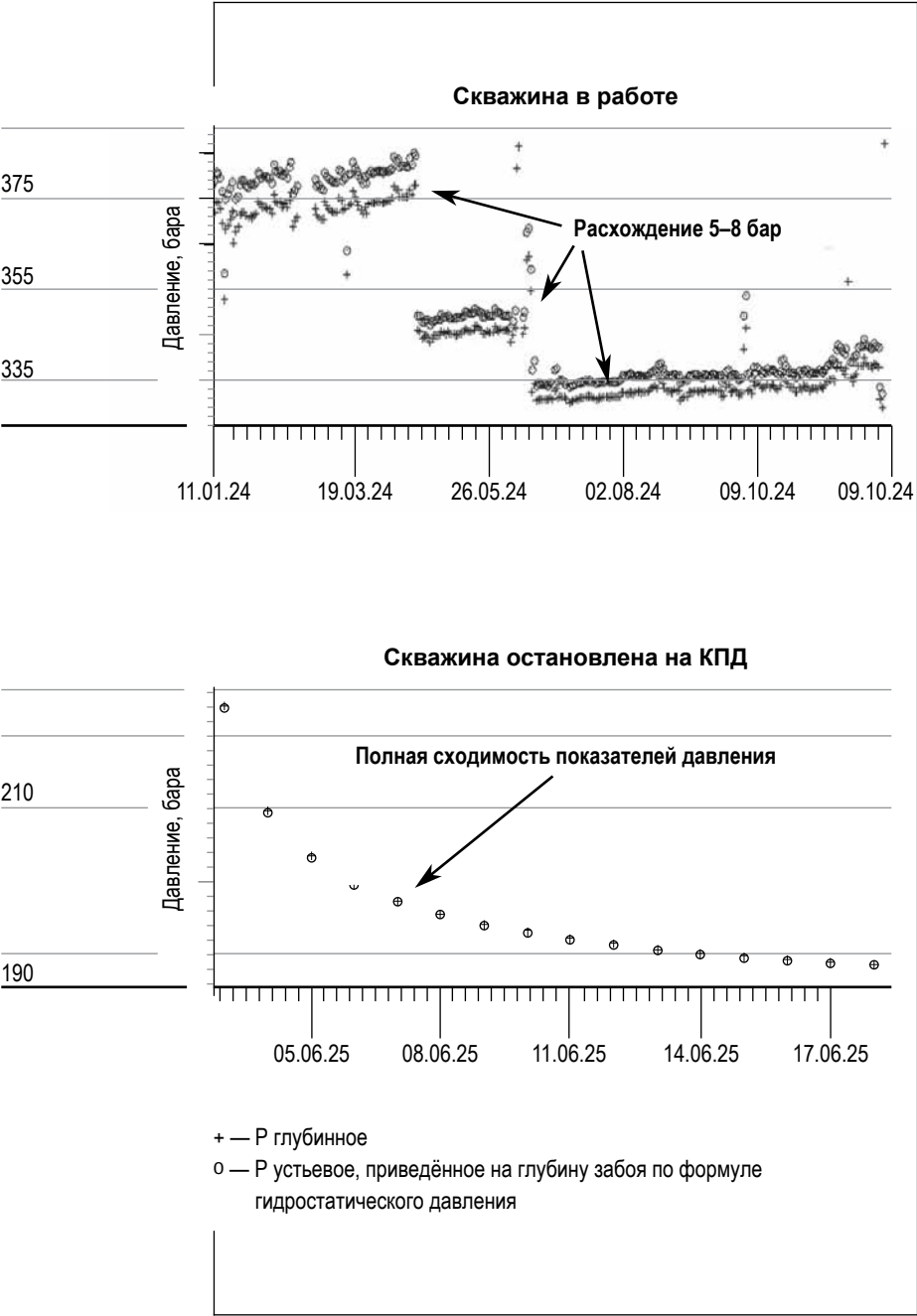


Рис. 4. Анализ промысловых данных забойного и устьевое (приведённого на глубину забоя) давлений.
Fig. 4. Analysis of WHP/BHP data (reduced to the bottomhole depth).
Источник: составлено авторами по данным [2].
Source: compiled by the authors according to data [2].

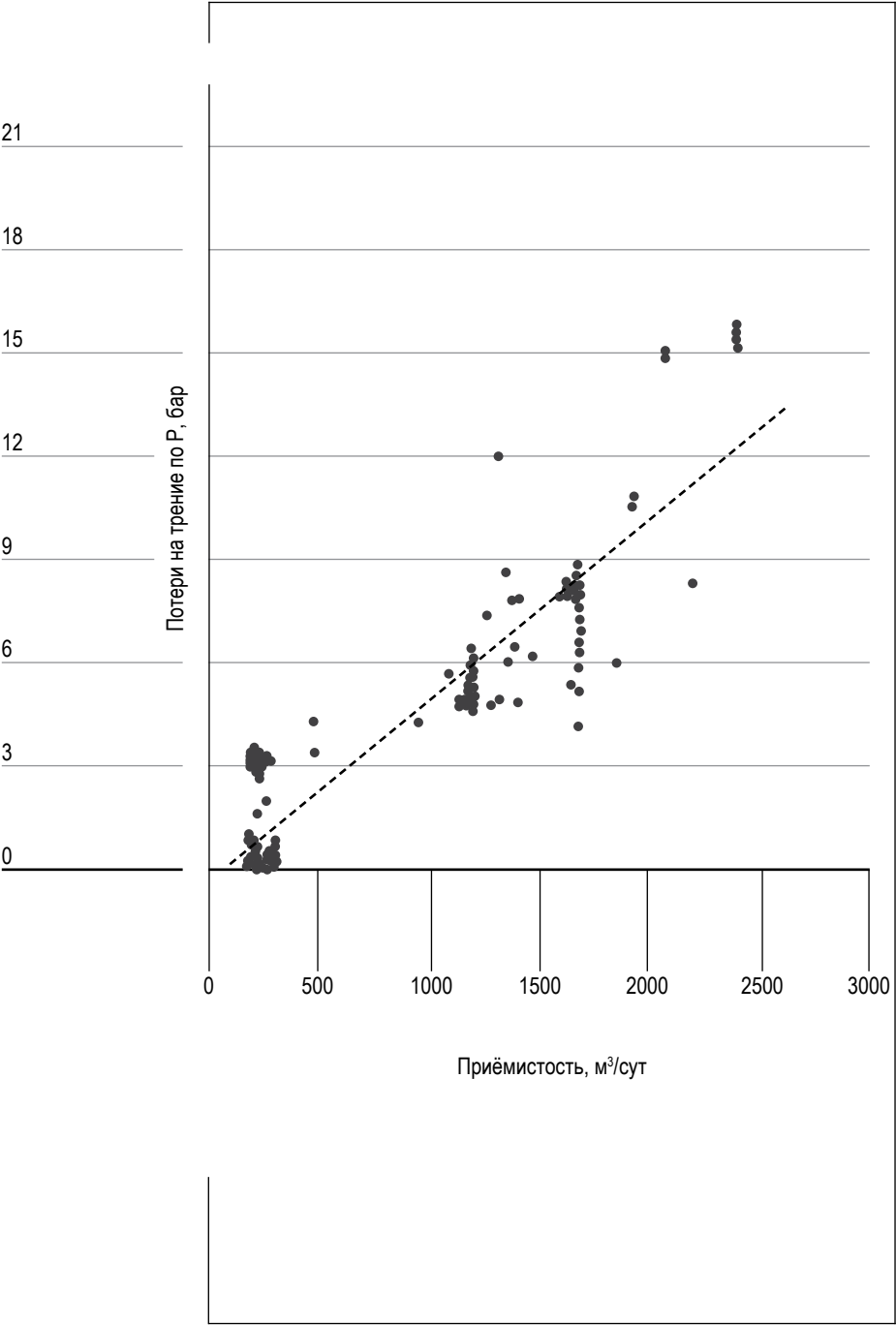


Рис. 5.

Зависимость потерь на трение от приёмистости скважины.

Fig. 5. Friction losses vs. well injectivity.

Источник: составлено авторами по данным [2].

Source: compiled by the authors according to data [2].

Стоит отметить, что данный расчёт является приближенным, в то время как существует множество формул различных авторов, позволяющих более точно определять потери на трение в скважине, однако, подобные расчёты в большинстве своём требуют больше входной информации о характеристике потока в скважине и значении числа Рейнольдса.

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (5)$$

Формула расчёта потерь на трение Г.К. Филоненко, число Рейнольдса < 2000 :

$$\lambda = \frac{1}{(1.8 \cdot \lg Re - 1.64)^2} \quad (6)$$

Формула расчёта потерь на трение Блазиуса, число Рейнольдса > 4000 :

$$\lambda = \frac{0.3164}{Re^{0.5}} \quad (7)$$

Дальнейшие шаги алгоритма направлены на адаптацию коэффициента расхода. Коэффициент расхода является отношением фактических показателей приёмистости к рассчитанным теоретически.

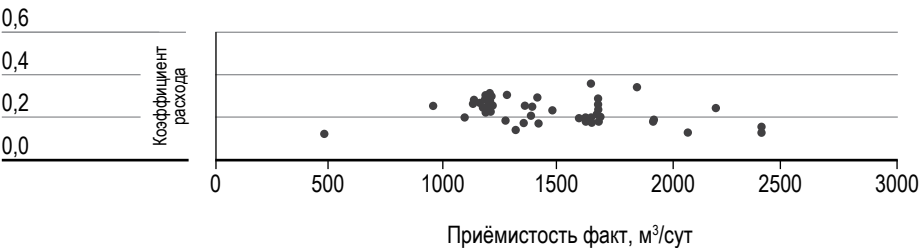
$$\mu = \frac{Q_{\text{факт}}}{Q_{\text{расчёт}}} \quad (8)$$

Таким образом, путем определения отношения получены посуточные коэффициенты расхода скважины за 2024 год, необходимые для дальнейшего анализа.

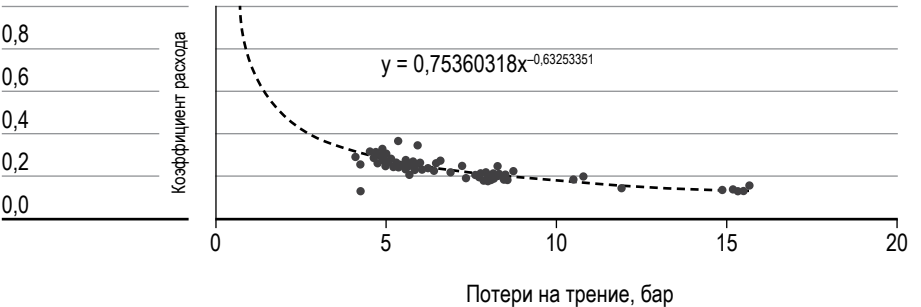
Полученные результаты проанализированы на предмет корреляции с факторами влияния: фактической приёмистостью, площадью сечения штуцера и потерями на трение.

На графиках сопоставления возможно наблюдать низкую степень корреляции коэффициента расхода и фактической приёмистости, в то время как зависимость от потерь на трение и площади сечения штуцера более существенная (рис. 6.1, 6.2, 6.3).

6.1



6.2



6.3

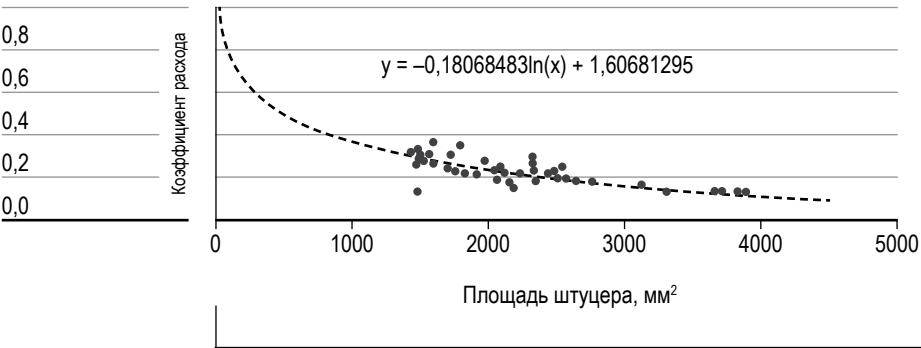


Рис. 6.1. Корреляция полученных результатов коэффициента расхода с фактическими значениями общей приёмистости.
Fig. 6.1. Correlation of the resulting flow coefficient with the actual total injectivity.

Рис. 6.2. Корреляция полученных результатов коэффициента расхода со значениями потерь на трение.
Fig. 6.2. Correlation of the resulting flow coefficient with the friction loss.

Рис. 6.3. Корреляция полученных результатов коэффициента расхода со значением площади сечения штуцера.
Fig. 6.3. Correlation of the resulting flow coefficient with the choke cross-sectional area.

Источник: составлено авторами по данным [2]. Source: compiled by the authors according to data [2].

По результатам анализа графиков и полученных корреляций выведены уравнения трендов и произведены дальнейшие расчёты.

Уравнение линии тренда корреляции коэффициента расхода / потери на трение:

$$y = 0.7536x^{-0.6325}. \quad (9)$$

Уравнение линии тренда корреляции коэффициента расхода / S сечения штуцера:

$$y = -0.1806\ln(x) + 1.6068. \quad (10)$$

По результатам сопоставления среднее расхождение результатов расчёта и фактических значений составляет менее 5 % (рис. 7).

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о наличии корреляции коэффициента расхода с параметрами, обуславливающими возникновение сопротивлений в скважине и суживающих устройствах (штуцер, клапан, трубка Вентури).

Расчёт приёмистости в интервалах закачки

На заключительном этапе выполнена адаптация вышеописанного подхода на интервалы с ОРЗ. Для транслирования принципа на условия забоя анализ перепада давлений выполнен между глубинным датчиком в общем трубном пространстве и глубинным датчиком в целевом интервале.

В рассматриваемом случае АУКП в интервалах закачки обладают возможностью удалённого регулирования диаметра забойного штуцера в пределах 7 фиксированных позиций [5].

В первой итерации выполнен расчёт приёмистости для каждого интервала закачки по формуле перепада давления через дроссель (3), при этом коэффициент расхода рассчитан по уравнению линии тренда зависимости коэффициента расхода от площади сечения штуцера (10), полученному на предыдущем шаге.

В связи с высокой степенью чувствительности результатов расчётов к малейшим отклонениям коэффициента расхода, уровень

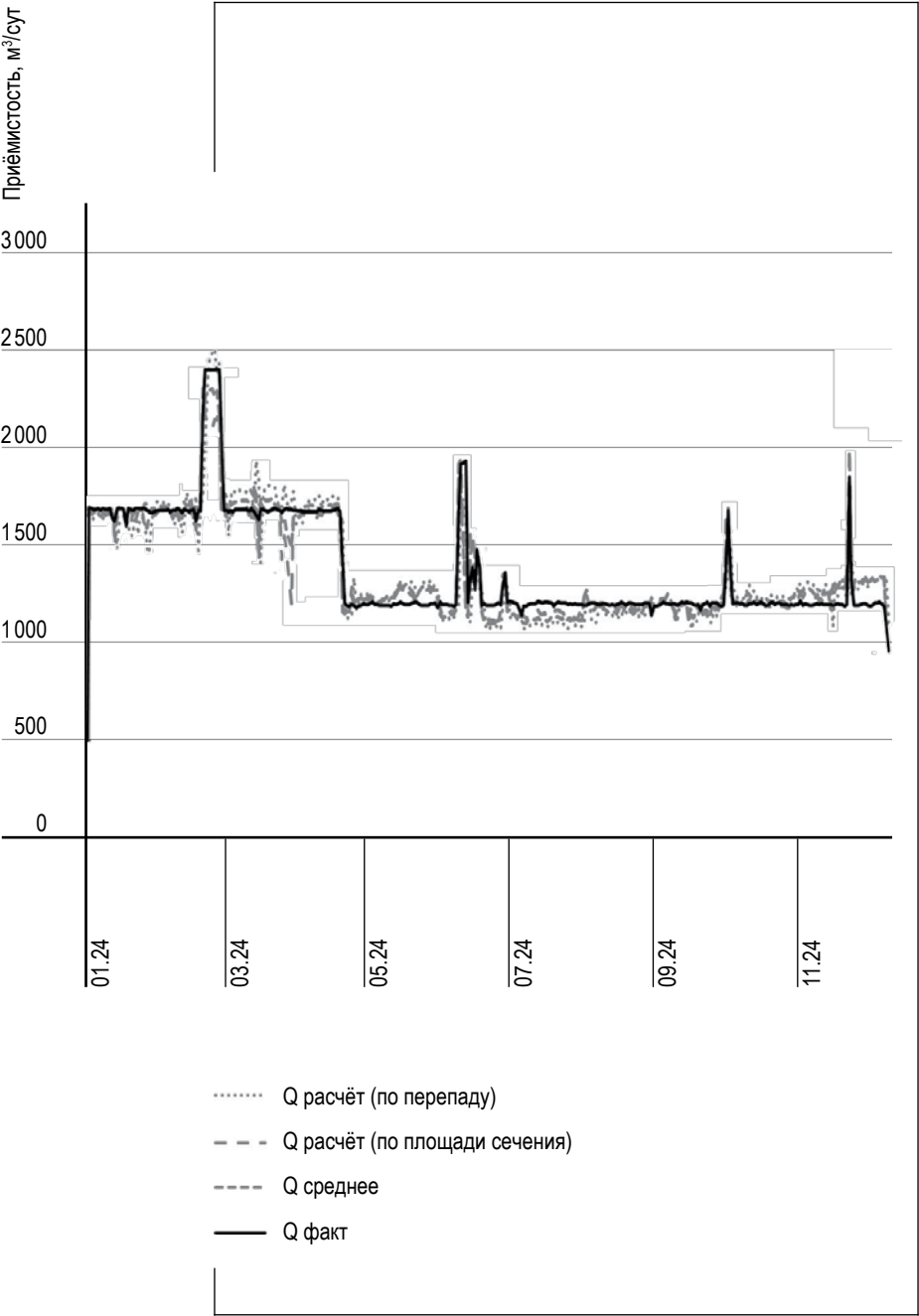


Рис. 7.

Расчёт приёмистости с учётом рассчитанных коэффициентов расхода.

Fig. 7. Injectivity calculation taking into account the flow coefficient
Источник: составлено авторами по данным [2].

Source: compiled by the authors according to data [2].

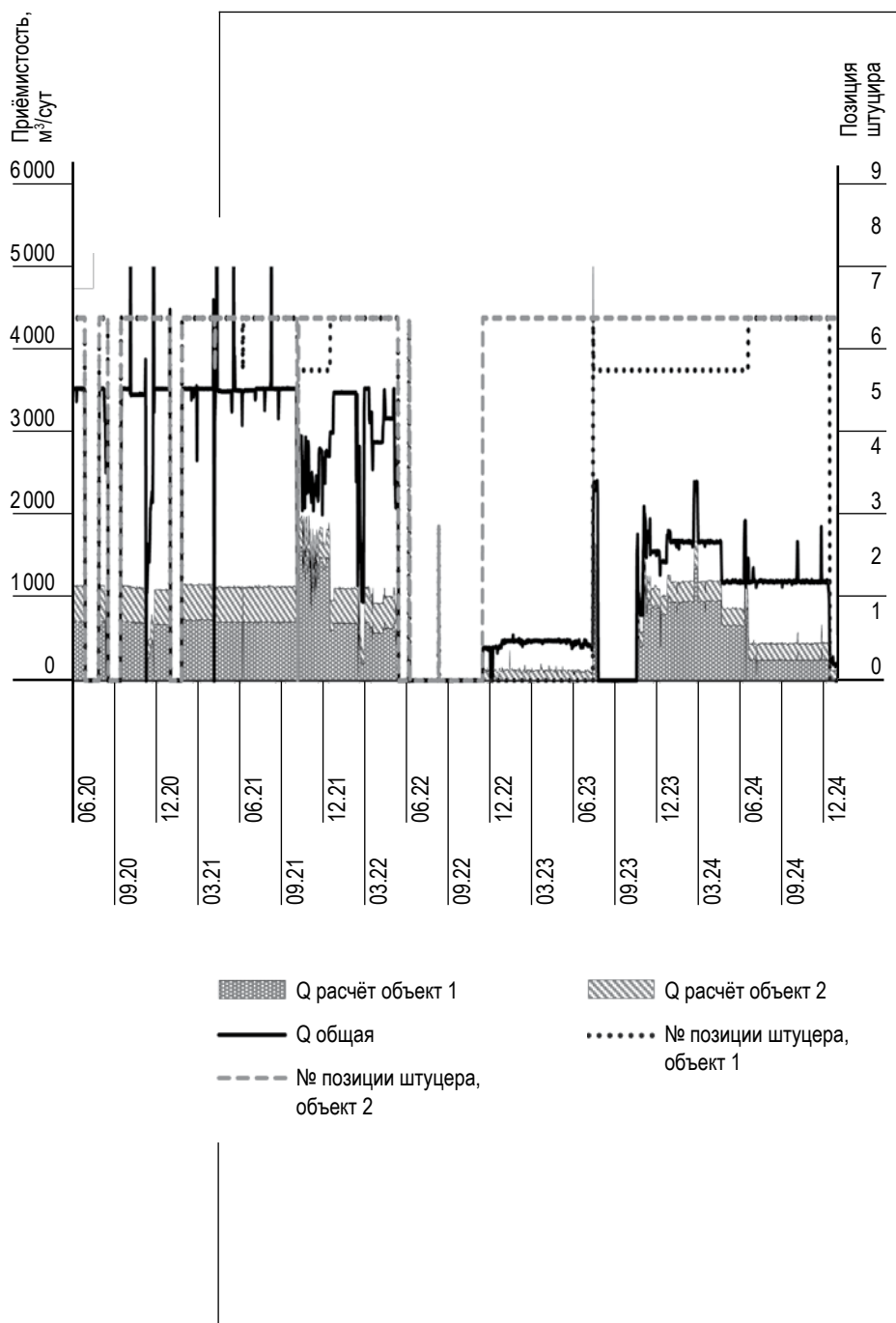


Рис. 8.

Результаты расчёта после первой итерации.

Fig. 8. Calculation results after the first iteration.

Источник: составлено авторами по данным [2].

Source: compiled by the authors according to data [2].

сходимости рассчитанной суммы по объектам с общей фактической приёмистостью неудовлетворительный (рис. 8). Расхождение расчётов с фактической приёмистостью предположительно вызваны индивидуальными особенностями строения АУКП, а также возможным изменением диаметров штуцеров со временем (разрушение, забивание отверстия крупными частицами). В связи с этим выполнена дополнительная корректировка корреляции с помощью подбора оптимального коэффициента b в уравнении линии тренда $y = c \ln(x) + b$, а также корректировка с опорой на периоды работы одного из интервалов (рис. 9).

Во второй итерации расчётов наблюдается более качественная сходимость результатов с фактической приёмистостью. Стоит отметить неплохую сходимость в период работы объекта 2 в начале 2025 года (рис. 10).

Некоторые расхождения при адаптации расчёта связаны с большой длительностью исследуемого периода, в связи с чем выполнена частичная корректировка корреляций. Однако, как можно наблюдать на графике (рис. 10), даже с учётом некоторых корректировок, общий тренд зависимости сохраняется.

В конечном итоге произведен расчёт доли приёмистости по каждому объекту (рис. 11), после чего на основе общей приёмистости и полученных долей рассчитаны итоговые показатели расхода по интервалам с ОРЗ.

Конечный алгоритм расчёта приёмистости выглядит следующим образом:

1. Расчет общей приёмистости в скважине путём анализа перепада давления между показателями устьевого давления (приведёнными на глубину забоя) и забойного (коэффициент расхода – $const$).
2. Сравнение полученных данных с фактическими показателями расхода и определение значений коэффициента расхода в динамике.
3. Выведение зависимости полученных данных коэффициента расхода с потерями на трение и площадью сечения штуцера.
4. Корректировка уравнения тренда на основе аналитических наблюдений.

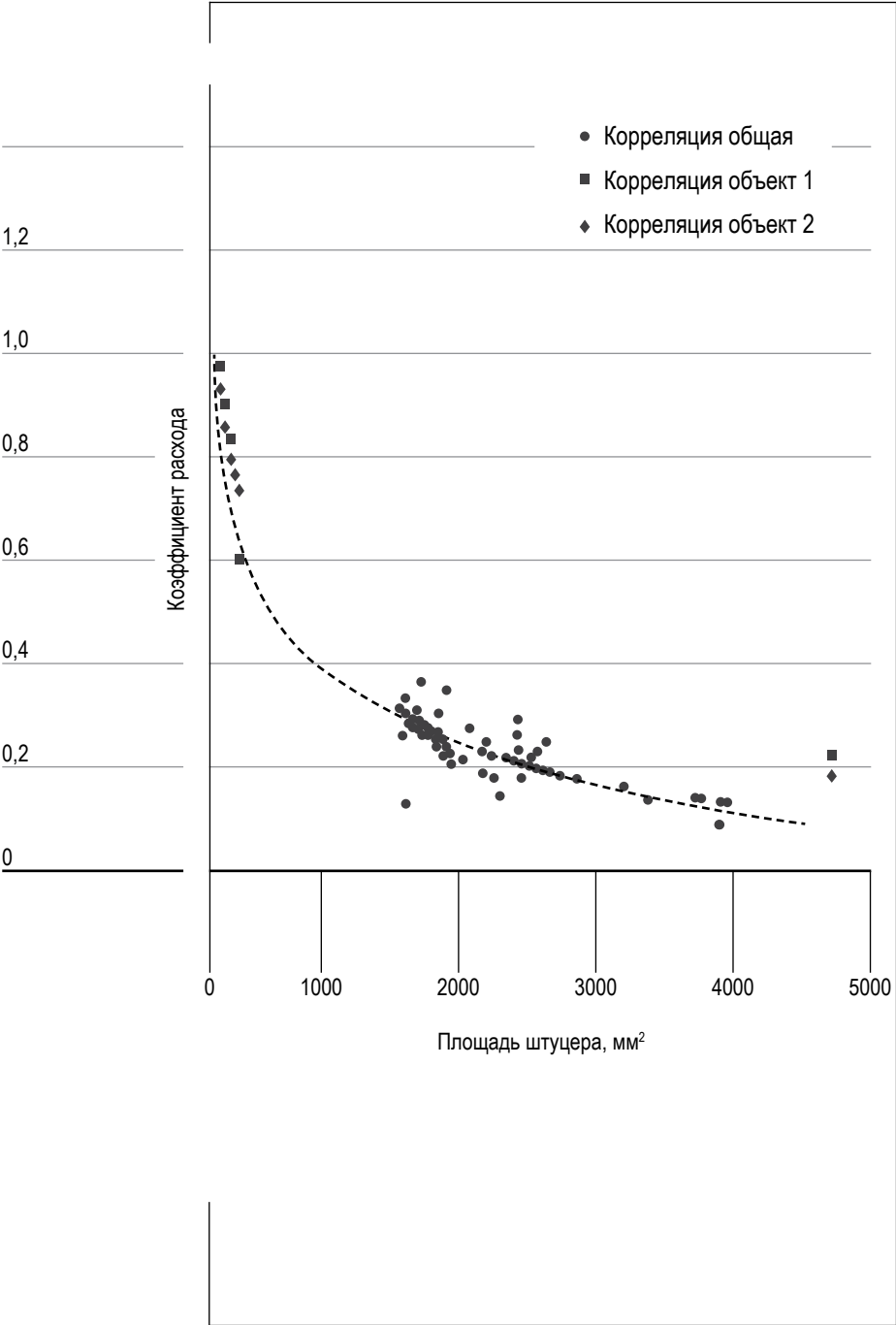


Рис. 9. Подбор корреляции в интервале зачекки.
Fig. 9. Selection of correlation in the injection interval.
Источник: составлено авторами по данным [2].
Source: compiled by the authors according to data [2].

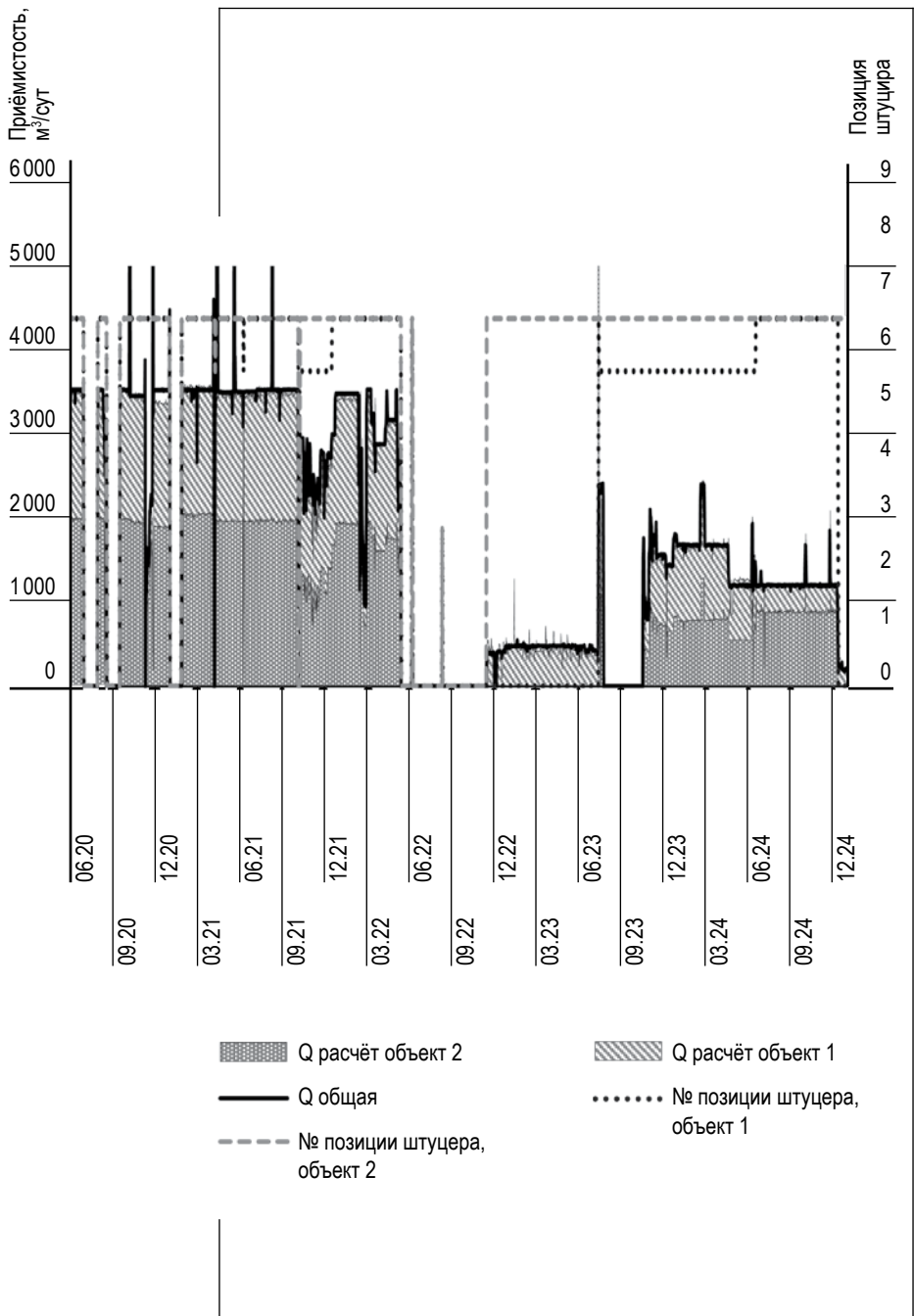


Рис. 10.

Результаты расчёта после корректировки корреляции (вторая итерация).

Fig. 10. Calculation results after correction of correlation (second iteration).

Источник: составлено авторами по данным [2].

Source: compiled by the authors according to data [2].

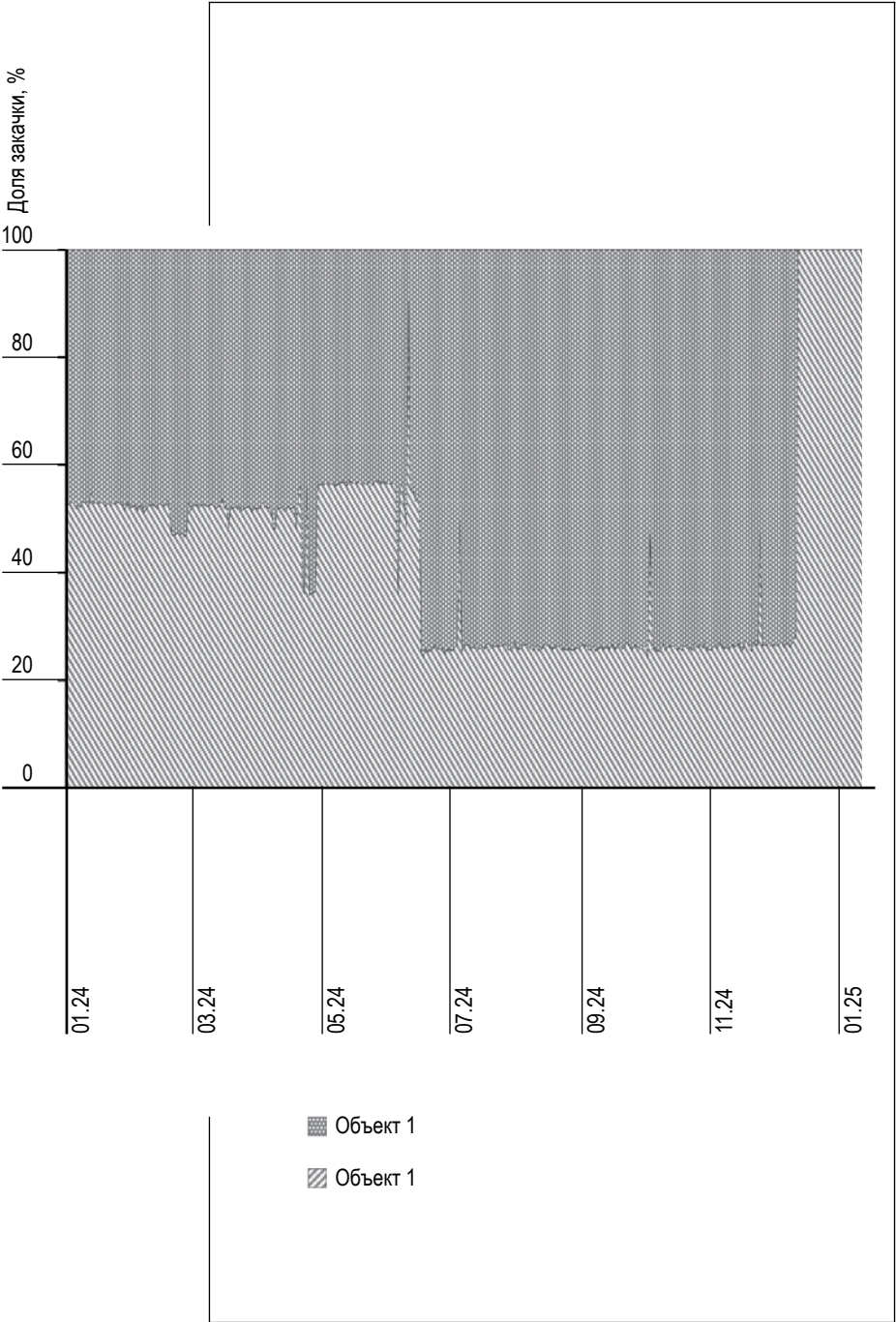


Рис. 11. Итоговое распределение приёмистости по объектам.
Fig. 11. Final distribution of injectivity by units.
Источник: составлено авторами по данным [2].
Source: compiled by the authors according to data [2].

5. Транслирование подхода на условия забоя: расчёт расхода путем анализа перепада давления между парами забойных датчиков (общий/объект 1, общий/объект 2) с применением ранее определённой корреляции.
6. Анализ результатов. Корректировка (на основе аналитических наблюдений) корреляции при необходимости.
7. Расчёт приёмистости в интервалах ОРЗ. Определение доли закачки каждого объекта.
8. Расчет итоговых значений приёмистости на основе полученных долей и фактической приёмистости.

Оптимизация системы ППД

Процесс оптимизации системы ППД требует многокомпонентного анализа с использованием широкого спектра различных методов, начиная от анализа прямых эксплуатационных показателей конкретной скважины и заканчивая составлением сложных моделей, охватывающих систему скважин, зон или залежь целиком.

В свою очередь, работа одной нагнетательной скважины сопровождается сложными и сложно предсказуемыми процессами: образование промытых зон, гидравлический разрыв пласта, нецелевая закачка, изменение профиля приёмистости и др. Всё это накладывает необходимость комплексного подхода к исследованию каждой скважины.

Таким образом, без качественного анализа закачки нагнетательных скважин с ОРЗ невозможен качественный многокомпонентный анализ системы ППД.

1. **Адаптация моделей.** Моделирование на сегодняшний день является неотъемлемой частью процесса разработки. Один из важных аспектов данного этапа – прогнозирование результатов планируемых решений по управлению системой разработки. Качество прогнозной способности модели напрямую зависит от качества адаптации модели и достоверности входных данных о работе скважины.

2. **Оптимизация режима работы скважины.** Подбор оптимального объёма закачки нагнетательных скважин является важным элементом процесса разработки месторождения. Помимо поддержания пластового давления, нагнетательные скважины при отсутствии должного внимания способны оказывать негативное воздействие на процесс разработки, вызывая раннее обводнение добывающих скважин. С целью недопущения подобного исхода необходимо поддерживать оптимальные показатели приёмистости и давления.
3. **Контроль авто-ГРП.** При подборе режима работы скважин ППД важно учитывать тот факт, что закачка воды в пласт сопровождается большими устьевыми и забойными давлениями, зачастую превышающими давление раскрытия пласта. В результате высоких уровней закачки и забойного давления под действием нагнетания происходит гидравлический разрыв пласта и образование трещины авто-ГРП. К наиболее простым и часто используемым способам определения авто-ГРП относятся метод Холла, индикаторной диаграммы, основанные на анализе показателей приёмистости и давления. Образование авто-ГРП сопровождается изменением геометрии воронки репрессии, приобщением нецелевых интервалов и изменением профиля приёмистости.
4. **Контроль системы разработки.** Цель всех выше описанных оптимизационных этапов в конечном итоге состоит в решении более глобальных задач, таких как: поддержание высокого уровня компенсации, расчёт коэффициентов разработки (охвата, вытеснения, заводнения), решение уравнения материального баланса и других. Для этого необходимо учитывать объём как добываемого флюида, так и закачиваемой воды.

Заключение

Представленный алгоритм позволяет произвести распределение объёмов закачки воды по объектам ОРЗ с помощью анализа показателей датчиков телеметрии, в связи с чем расчёты возможно производить с небольшим шагом. Метод обладает физическим обоснованием, сформирован и протестирован с помощью сравнений с данными расходомера.

Алгоритм основан на анализе перепада давления между парами забойных датчиков (общий/объект 1, общий/объект 2) с использованием формулы расчёта расхода жидкости через штуцер. Основное внимание направлено на аналитическое выявление зависимостей неизвестного параметра – коэффициента расхода, параметров, обуславливающих возникновение сопротивлений в скважине и суживающих устройствах (площадь сечения штуцера, потери на трение).

Зависимость коэффициента расхода от вышеописанных параметров диагностируется как степенная или логарифмическая, однако, индивидуальные особенности АУКП и прочих элементов скважины определяют необходимость индивидуальной корректировки зависимостей опытным путем. В связи с данным фактом, для использования методики требуется наличие некоторого периода работы скважины для анализа её эксплуатационных показателей.

В конечном итоге данный метод позволяет определить индивидуальный вклад объекта ОРЗ в динамике, что позволяет отслеживать процессы перераспределения закачки по объектам.

Полученные результаты применимы для выполнения оптимизационных мероприятий широкого спектра.

Список источников

1. Ибрагимов Х. М., Гаджиев А. А., Гусейнова Н. И. Новый подход к диагностике текущего распределения потока воды, нагнетаемой в продуктивный пласт на примере данных месторождения «Нефт Дашлары» // Азербайджанское нефтяное хозяйство. 2021. № 12. С. 108–114.
2. Аминев М. Х., Шамилов Ф. Т. Одновременно-разрельная закачка с системой контроля параметров в режиме реального времени // Oil Gas conference. 2013. № 11. С. 243–244.

3. Косьянов П. М., Манюкова Н. В. Проектирование компьютерной модели эксплуатации нескольких пластов одной нагнетательной скважины // Математические структуры и моделирование. 2021. № 4. С. 96–104.
4. Ваганов Л. А., [и др.] Расчет оптимальной приемистости нагнетательных скважин в условиях площадной системы заводнения / Ваганов Л. А., Сенцов А. Ю., Анкудинов А. А., Полякова Н. С. // Нефть и газ. 2017. № 6. С. 64–66.
5. Елисеев Д. В., [и др.] Элементы концепции «интеллектуальная скважина» при разработке морских месторождений / Елисеев Д. В., Завьялов А.А., Минева О. К., Минев В. С., Розенберг Е. Ю., Саушин А. З. // Геология, география и глобальная энергия. 2018. № 3. С. 80–88.
6. Гусева Д. Н. Комплексный подход к оптимизации системы заводнения // Научно-технический вестник ОАО «НК «Роснефть». 2015. № 4. С. 45–47.
7. Гохберг Ж. Л., Горбатилов В. А., Пальянов А.П. Контроль и управления закачкой воды в нагнетательные скважины системы ППД // Энергетика и автоматика. 1998. № 2. С. 112–115.
8. Анкудинов А. А., Ваганов Л. А., Сохошко С. К. Комплексный подход к анализу реализуемой системы заводнения и ее совершенствованию // Нефтяное хозяйство. 2016. № 8. С. 48–49.
9. Беляев Л. С. Решение сложных оптимизационных задач в условиях неопределенности. Новосибирск: Наука, 1978. 128 с.
10. Королев М.С. Оптимизация систем поддержания пластового давления. СПб.: Недра, 2013. 176 с.
11. Сагитов Д. К., Хальзов А. А., Лепихин В. А. Оперативная коррекция компенсации отборов закачкой на нефтяных месторождениях // Нефтепромысловое дело. 2012. № 1. С. 26–28.
12. Антонов М. С. Оптимизация системы заводнения путем построения карт текущей и накопленной компенсации на примере колганской толщи Вахитовского нефтяного месторождения // Нефтепромысловое дело. 2011. № 3. С. 18–21.
13. Яскин С. А., [и др.] Геолого-технологический скрининг методов воздействия на пласты / Яскин С. А., Мухаметшин В.В., Андреев В. Е., Дубинский Г. С., Чижов А. П. //

Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2018. № 2. С. 51–56.

14. Rezapour A., Ortega A., Ershaghi I. Reservoir waterflooding system identification and model validation with injection/production rate fluctuations. SPE Western Regional Meeting, April 27, 2015, Anaheim, United States, 2025, P. 2–3.
15. Дроздов А. Н., Егоров Ю. А., Телков В. П. Водогазовое воздействие: исследование процесса вытеснения нефтей различной вязкости применительно к Шумовскому месторождению // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2007. № 4, С. 56–61.
16. Горностаев О. М. Математическое и компьютерное моделирование. М.: Мир науки. 2019. С 33–48. [Электронный ресурс]. URL: <https://izd-mn.com/PDF/50MNNPU19.pdf> (дата обращения: 29.07.2025).
17. Нажису, Ерофеев В. И. Исследование и применение комплексной технологии заводнения для повышения нефтеотдачи пластов // Успехи современного естествознания. 2017. № 10. С. 96–100.
18. Минханов И. Ф., Долгих С. А., Варфоломеев М. А. Разработка нефтяных и газовых месторождений: учебное пособие для вузов. Казанский федеральный университет, 2019. 96 с.
19. Свалов А.М. О некоторых проблемах заводнения карбонатных коллекторов // Нефтегазовое дело. 2023. № 6. С. 6–14.
20. Тома А., [и др.] Полимерное заводнение для увеличения нефтеотдачи на месторождениях легкой и тяжелой нефти / Тома А., Саюк Б., Абиров Ж., Мазбаев Е. // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2017. № 7-8. С. 58–67.

References

1. Ibragimov HM, Gadzhiev AA, Huseynova NI. A case study of Neft Dashlary field applying a new approach to diagnostics of the current distribution of the water flow injected into a productive reservoir. Azerbaijan Oil Industry. 2021;(12):108-114. (In Russ.).
2. Aminev MKh, Shamilov FT. Dual completion equipment with a real-time parameter control system. Oil Gas conference. 2013;(11):243-244. (In Russ.).

3. Kosyanov PM, Manyukova NV. Designing a computer model for the operation of several layers of a single injection well. Mathematical structures and modeling. 2021;(4):96-104. (In Russ.).
4. Vaganov LA, Sentsov AYu, Ankudinov AA, Polyakova NS. Estimating optimal injectivity of injection wells of a dispersed waterflooding system. Oil and Gas. 2017;(6):64-66. (In Russ.).
5. Eliseev DV, Zaviyalov AA, Mineva OK, Minev VS, Rosenberg EYu, Saushin AZ. Elements of the "intelligent well" concept in the development of offshore fields. Geology, Geography and Global Energy. 2018;(3):80-88. (In Russ.).
6. Guseva DN. Integrated approach to waterflooding system optimization. Scientific and technical bulletin of Rosneft. 2015;(4):45-47. (In Russ.).
7. Gokhberg ZhL, Gorbaticov VA, Palyanov AP. Monitoring and control of water injection into injection wells of the reservoir pressure maintenance system. Power Engineering and Automation. 1998;(2):112-115. (In Russ.).
8. Ankudinov AA, Vaganov LA, Sokhoshko SK. Integrated approach to the analysis of the implemented waterflooding system and its improvement. Oil industry. 2016;(8):48-49. (In Russ.).
9. Belyaev LS. Solution of complex optimization problems under uncertainty. Novosibirsk: Nauka; 1978. 128 p. (In Russ.).
10. Korolev MS. Optimization of reservoir pressure maintenance systems. St. Petersburg: Nedra; 2013. 176 p. (In Russ.).
11. Sagitov DK, Khalzov AA, Lepikhin VA. Operational correction of voidage replacement by injection at oil fields. Oil Field Business. 2012;(1):26-28. (In Russ.).
12. Antonov MS. Optimization of the waterflooding system by building maps of the current and accumulated voidage replacement using a case study of the Kolgan formation of the Vakhitovsky oil field. Oil Field Business. 2011;(3):18-21. (In Russ.).
13. Yaskin SA, Mukhametshin VV, Andreev VE, Dubinsky GS, Chizhov AP. Geological and technological screening of formation stimulation methods. Geology, geophysics and development of oil and gas fields. 2018;(2):51-56. (In Russ.).
14. Rezapour A, Ortega A, Ershaghi I. Reservoir waterflooding system identification and model validation with injection/production rate fluctuations. SPE Western Regional Meeting, April 27, 2015. Anaheim, United States; 2025. P. 2-3.

15. Drozdov AN, Egorov YuA, Telkov VP. Water-Alternating-Gas: study of the process of displacing oils of various viscosities applied to the Shumovskoye field. Territory OIL AND GAS. 2007;(4):56-61. (In Russ.).
16. Gornostaev OM. Mathematical and computer modeling. Moscow: Mir nauki; 2019. P. 33–48. [Electronic resource]. URL: <https://izd-mn.com/PDF/50MNNPU19.pdf> (accessed: 29.07.2025). (In Russ.).
17. Nazhisu, Erofeev VI. Research and application of integrated flooding technology to enhance oil recovery. Successes of modern natural science. 2017;(10): 96-100. (In Russ.).
18. Minkhanov IF, Dolgikh SA, Varfolomeev MA. Development of oil and gas fields: a textbook for universities. Kazan Federal University; 2019. 96 p. (In Russ.).
19. Svalov AM. Considerations on carbonate reservoir flooding. Oil and Gas Business. 2023;(6):6-14. (In Russ.).
20. Toma A, Sayuk B, Abirov Zh, Mazbaev E. Polymer flooding for enhanced oil recovery at light and heavy oil fields. Territory Oil and Gas. 2017;(7–8):58-67. (In Russ.).

Информация об авторах

Иосиф Васильевич Суди – ведущий специалист, Тюменский нефтяной научный центр. E-mail: IV_Sudi2@tnnc.rosneft.ru.

Максим Викторович Зуев – менеджер, Тюменский нефтяной научный центр. E-mail: mvzuev-tnk@tnnc.rosneft.ru.

Надежда Александровна Чихарева – ведущий специалист, Тюменский нефтяной научный центр. E-mail: NA_Chikhareva@tnnc.rosneft.ru.

Ольга Алексеевна Вагнер – ведущий специалист, Тюменский нефтяной научный центр. E-mail: oavagner2@tnnc.rosneft.ru.

Вклад авторов

Иосиф Васильевич Суди. Проведение исследования, сбор и анализ информации, выполнение расчётов. Подготовка и редактирование текста на всех этапах работы. Утверждение окончательного варианта – принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

Максим Викторович Зуев. Экспертное сопровождение и курирование на всех этапах работы. Утверждение окончательного вариан-

та – принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

Надежда Александровна Чихарева. Сбор и анализ информации, валидация алгоритма. Подготовка текста и графических материалов – составление черновика рукописи, участие в научном дизайне.

Ольга Алексеева Вагнер. Сбор и анализ полученных данных, выполнение расчётов. Редактирование текста – формирование его окончательного варианта, участие в научном дизайне.

Information about the authors

Iosif V. Sudi – lead specialist, Tyumen Petroleum Research Center. E-mail: IV_Sudi2@tnnc.rosneft.ru.

Maxim V. Zuev – manager, Tyumen Petroleum Research Center. E-mail: mvzuev-tnk@tnnc.rosneft.ru.

Nadezhda A. Chikhareva – lead specialist, Tyumen Petroleum Research Center. E-mail: NA_Chikhareva@tnnc.rosneft.ru.

Olga A. Vagner – lead specialist, Tyumen Petroleum Research Center. E-mail: oavagner2@tnnc.rosneft.ru.

Contribution of the authors

Iosif V. Sudi. Conducted research, collected and analyzed information, performed the estimates. Generated and edited the text at all stages of the work. Approved the final version - accepted responsibility for all aspects of the study, the integrity of all parts of the paper and its final version.

Maxim V. Zuev. Ensured expert support and supervision at all stages of work. Approved the final version and took responsibility for all aspects of the study, the integrity of all parts of the paper, and its final version.

Nadezhda A. Chikhareva. Collected and analyzed the information, validated the algorithm. Generated the text and graphic materials, drafted the manuscript, participated in scientific design.

Olga A. Vagner. Collected and analyzed the obtained data, made calculations. Edited the text, formed its final version, participated in scientific design.



НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ

Научный журнал
Северо-Кавказского федерального
университета

ISSN 2308–4758

Выпуск № 3, 2025 г.



Издательство Северо-Кавказского федерального
университета. г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1.

Корректор – М.И. Толмачев.
Компьютерная вёрстка – О.Г. Полевич.

Подписано в печать 20.09.2025 г. Выход в свет 06.10.2025 г.
Формат 70 × 108 1/16. Гарнитура Times New Roman. Бумага
офсетная. Усл. печ. л. 17,33. Тираж 1000 экз. Цена 534 руб.

Отпечатано в Издательско-полиграфическом комплексе
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет».
355029, г. Ставрополь, пр-т Кулакова, 2.